

2311

எங்கெல்லாம்

தமிழக அரசின் நியமன நியல்



J. Engels

பிரெடெரிக்
எங்கெல்ஸ்

இயற்கையின்
இயக்க இயல்

€II

முன்னேற்றப் பதிப்பகம்
மாஸ்கோ

மொழிபெயர்ப்பாளர்: ஆர். கே. பாண்டிரங்கன்

Ф. ЭНГЕЛЬС
 ДИАЛЕКТИКА ПРИРОДЫ
 На тамильском языке

சோவியத் நாட்டில் அச்சிடப்பட்டது

9 10101-802 748-75
 014(01)-75

உள்ளடக்கம்

முகவுரை	7
இயற்கையின் இயக்க இயல்	
[திட்டத்தின் உருவரைகள்]	35
[பொதுத் திட்டத்தின் உருவரை]	35
[திட்டத்தின் ஒரு பகுதியின் உருவரை]	37
[கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும்]	38
முன்னுரை	38
“ரீங்குக்கு [மறுப்பு]”க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை. இயக்க இயலைப் பற்றி	71
ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்	87
இயக்க இயல்	106
இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்	117
இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை	145
ஏற்றவற்ற உராய்வு. கான்ட்டும், தாம்ஸனும் டெய்ட்டும்	170
வெப்பம்	179
மின்விசை	186
மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனை மாறிய இடைநிலைப் படையில் உழைப்பின் பாத்திரம்	278
[குறிப்புகளும் துணுக்குகளும்]	301
[விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து]	301
இயற்கையிலும் தத்துவவியலும்]	330
[இயக்க இயல்]	344

[A) இயக்க இயலின் பொதுப் பிரச்சினைகள். இயக்க இயலின் அடிப்படை நியதிகள்]	344
[B) இயக்க இயல் தர்க்கவியலும் அறிவைப் பற்றிய தத்துவமும். “அறிவின் வரையறைகளை”ப் பற்றி]	362
[வஸ்துவின் இயக்க வடிவங்கள். விஞ்ஞானங்களின் வகைப் பாடு]	397
[கணிதவியல்]	420
[இயந்திரவியலும் வானியலும்]	446
[பௌதிகவியல்]	455
[இரசாயனவியல்]	477
[உயிரியல்]	479
[தாள்கட்டுகளின் உள்ளடக்கத்திற்குரிய தலைப்புகளும் பட்டியல்களும்]	506
குறிப்புகள்	508
தாள்கட்டுகளின் உள்ளடக்கம் பற்றிய குறிப்புகராதி	580
அத்தியாயங்கள், துணுக்குகளின் காலவரிசைப் பட்டியல்	589
பெயர்ப் பட்டியல்	595
நூல் பட்டியல்	624
பத்திரிகைப் பட்டியல்	632
விஷயக் குறிப்புகராதி	633

மு க வு ரை

பிரெடெரிக் எங்கெல்ஸின் கூடுதலான முக்கியத்துவம் வாய்ந்த படைப்புகளில் ஒன்று, “இயற்கையின் இயக்க இயல்”. பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் இருந்த இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் பிரதானச் சாதனைகளைப் பற்றி இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாத ரீதியில் அமைந்த ஒரு பொதுவுரையை அது அளிக்கிறது; பொருள்முதல்வாத இயக்க இயலை அது வளர்க்கிறது; இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் இருந்த இயக்க மறுப்பியல் ரீதியானதும் கருத்துமுதல்வாத ரீதியானதுமான கண்ணோட்டங்களை அது விமர்சிக்கிறது.

சென்ற நூற்றாண்டில் சில பத்தாண்டு காலக்கூறுகளிலே நிகழ்ந்த முதலாளித்துவ உற்பத்தி முறையின் வளர்ச்சியும் முதலாளித்துவ உற்பத்திச் சக்திகளின் வளர்ச்சியும் பொறி நுட்பவியலிலும், இயற்கை விஞ்ஞானங்களிலும், சிறப்பாக இயந்திரத் தொழிலுடன் கிட்டத்தட்ட நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்டிருந்த விஞ்ஞானங்களிலும் துரிதமான முன்னேற்றம் காண உதவின.

கணிதவியல், வானியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல் இவற்றில் ஒரு முழுத் தொடரான கண்டுபிடிப்புகளையும் சாதனைகளையும் பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டின் தொடக்கப் பகுதியும், அதைவிட அதிகமாக அதன் நடுப்பகுதியும், கண்கூடாகக் கண்டன. புதிய ஆதாரக்கூறுகளும் விதிகளும் நிலைநிறுத்தப்பெற்றன; புதிய தத்துவங்களும் ஹெஷ்யங்களும் கருக் கொண்டன; விஞ்ஞானத்தின் புதிய கிளைகளும் உண்டாக்கப்பட்டன.

விஞ்ஞானத்தின் இந்த வெற்றிகரமான பீடுநடையின் மூன்று மேலோங்கிய முன்னேற்றங்கள், உயிரணுவின் கண்டுபிடிப்பு, ஆற்றலின் அழியா நிலை பற்றியும் நிலைமாற்றம் பற்றியும் உள்ள விதியின் கண்டுபிடிப்பு, டார்வினிஸம் என்று எங்கெல்ல எடுத்துக்காட்டினார். 1838—1839 ஆண்டுகளில் மா. யா. ஷ்லெடென், தி. ஷ்வான் என்பவர்கள் தாவர, மிருக ஜீவ அணுக்களின் ஒருமைப்பாடான தன்மையை நிலைநிறுத்தினர்; உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் அமைப்பினுடைய அஸ்திவாரமான அலகு ஜீவ அணு என்று அவர்கள் மெய்ப்பித்தனர்; அங்கஜீவிகளின் அமைப்பைக் குறித்த ஒரு நிறைவிணக்கமான ஜீவ அணு தத்துவத்தையே சிருஷ்டித்தனர். இதன்மூலம் அவர்கள் உயிர்ப்புள்ள உலகின் ஒற்றுமையைக் காட்டினர். 1842—1847 ஆண்டுகளிடையே யூ. லோ. மேயர், ஜே. ப். ஜூல், வி. ரா. குரோவ், லு. ஓள. கோல்டிங், ஹெ. ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் ஆகியவர்கள் ஆற்றலின் அழியா நிலை பற்றியும் நிலைமாற்றம் பற்றியும் உள்ள விதியைக் கண்டுபிடித்துத் திண்மைப்படுத்திச் செம்மை செய்தனர். இதன் விளைவாக, வஸ்துவின் பிரபஞ்ச வியாபகமான இயக்கத்தின் ஒரு வடிவம் மற்றொன்றாக மாறுவதின் ஒரு தொடர்ந்த மாற்றப்போக்காக இயற்கை தன்னைப் புலப்படுத்திக்கொண்டது. 1859ல் சார்ல்ஸ் டார்வின் தமது அடிப்படைப் படைப்பான “இயற்கைத் தேர்வின் மூலம் இனவகைகளின் தோற்றம்பற்றி” என்கிற நூலை வெளியிட்டார்; அது ஒரு முழு நூற்றாண்டாக நிகழ்ந்த பரிணாமக் கருத்துகளின் வளர்ச்சியை நிறைவாக்கியது; நவீன உயிரியலின் அஸ்திவாரமாகவும் அது அமைந்தது. இந்தக் கண்டுபிடிப்புகளின் தத்துவவியல் ரீதியான முக்கியத்துவம் என்னவெனில், அவை இயற்கையின் நிகழ்ச்சிகளின் இயக்க இயல் இயல்பை ஒரு குறிப்பான பொழிப்பு வடிவில் வெளிப்படுத்தியதேயாகும்.

19வது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியிலிருந்து விஞ்ஞான முன்னேற்றம் ஒரு மெய்யான புரட்சியின் வடிவத்தையே மேற்கொண்டது. இருந்தபோதிலும், இயற்கை விஞ்ஞானத்தால் பெறப்பட்ட புதிய ஆதாரக்கூறுகளின் இயக்க இயல்

தன்மைக்கும் விஞ்ஞானிகளால் உபயோகிக்கப்பட்ட இயக்க மறுப்பியல் முறைக்கும் இடையே உள்ள முரண்பாட்டால் அது இடர்ப்படுத்தப்பட்டது.

19வது நூற்றாண்டின் இரண்டாம் மூன்றாம் பகுதிகளின் பிரதான விஞ்ஞான சாதனைகளைத் தத்துவவியலின் நிலை பாட்டிலிருந்து பொதுமைப்படுத்தி, இயற்கையைப் பற்றிய இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதக் கருத்தோட்டத்தை விரிவுபடுத்துவது இன்றியமையாததாகியது.

“மூலதனம்” என்கிற தமது முக்கியமான படைப்பில் மார்க்ஸ் மூழ்கியிருந்ததால், விஞ்ஞான முன்னேற்றம் எதிர்நிறுத்திய புதிய தத்துவார்த்தப் பிரச்சினைகளைச் சமாளித்தவர் எங்கெல்லையாவார். மாஞ்செஸ்டரின் ஒரு தொழில் நிறுவனத்தில் இருந்த தமது வேலையைக் கைவிட்டு, லண்டனுக்குக் குடிபெயர்ந்த பின்னர் எங்கெல்ல இப்பணியைத் துவக்க முடிந்தது. ஆனாலும் கூட, பிரான்ஸ்-பிரஷ்ய யுத்தம், பாரீஸ் கம்யூன், முதலாவது அகிலத்தில் அவர் கொண்டிருந்த ஈடுபாடு ஆகியன 1873ன் துவக்கத்திற்கும் முன்னால் தத்துவார்த்த ஆராய்ச்சியில் ஒருமனதாக நாட்டம் செலுத்த முடியாதவாறு அவரைத் தடுத்தன.

இயற்கைப் பிரச்சினைகளில் மார்க்ஸும் எங்கெல்லும் கொண்டிருந்த அக்கறை தற்செயலானதோ தற்காலிகமானதோ அல்ல. மார்க்ஸ் தமது விஞ்ஞான அறிவைத் திடமாக விரிவாக்கிவந்தார். அவர் தமது இளமைப் பருவத்திலேயே விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளைத் தொடங்கினார்; தமது தந்தைக்கு அவர் எழுதிய ஒரு கடிதத்திலிருந்து இதை அறியலாம்; கணிதவியலைப் பற்றி அவர் சுயேச்சையாக ஆராய்ச்சி நூல்கள் எழுதி, தமது வாழ்நாட்களின் கடைசி ஆண்டுகள் வரை அந்த ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்தார். எங்கெல்லும் ஏறக்குறைய இதே பரிணாமக் கதியிலேயே சென்றார்.

மார்க்ஸியத்தின் ஸ்தாபகர்கள் ஒரு முழுமொத்தமான உலகக் கண்ணோட்டத்தைச் சிருஷ்டிப்பதில் தத்துவவியல், அரசியல் பொருளாதாரம், சோஷலிஸ்டு, கம்யூனிஸ்டுக் கோட்பாடுகள் ஆகியவற்றின் ஆரம்பகாலச் சாதனைகளை

விமர்சன ரீதியாகப் புனரமைப்பதுடன் தங்களை வரையறை செய்து கொள்ளவில்லை. பொருள்முதல் வாதத்திற்கு ஒரு புதிய இயக்க இயல் வடிவத்தை அளிப்பதெனில் தாங்கள் வாழ்ந்த காலத்தின் இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் பிரதானச் சாதனைகளை அவர்கள் பொதுமைப்படுத்தவேண்டியதாயிற்று. “ரூரிங் குக்கு மறுப்பு” என்ற நூலின் இரண்டாம் பதிப்பிற்கு எழுதிய தமது “முன்னுரை”யில் எங்கெல்ஸ், “ஜெர்மன் கருத்து முதல்வாதத் தத்துவவியலிலிருந்து உணர்வுபூர்வமான இயக்க இயலைக் கரை சேர்த்து, இயற்கை, வரலாறு இவைகளைப் பற்றிய பொருள்முதல்வாதக் கருத்தோட்டத்திற்கு அதைப் பொருத்திச் செயல்படுத்தியவர்கள் கிட்டத் தட்ட மார்க்ஸும் நானும் மட்டுமே. இயக்க இயல் ரீதியாகவும், அதே சமயத்தில் பொருள்முதல்வாத ரீதியாகவும் உள்ள இயற்கையைப் பற்றிய ஒரு கருத்தோட்டத்திற்குக் கணிதவியல், இயற்கை விஞ்ஞானம் இவற்றைப் பற்றிய அறிவு அத்தியாவசியமாகும்” எனக் குறித்தார். (பி. எங்கெல்ஸ், “ரூரிங்குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1959, 16ம் பக்கம்.)

இயற்கை விஞ்ஞானங்கள், “எல்லா அறிவுக்கும் அடிப்படிவமாக உள்ளன” என்று மார்க்ஸ் 1863ல் தமது “மூலதனத்தின்” பூர்வாங்கப் படைப்பில் சுட்டிக் காட்டிய தின் மூலம் இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் பாத்திரத்தை வலியுறுத்தினார்.

மார்க்ஸ் எங்கெல்ஸ் இருவரும் விஞ்ஞானத்தில் ஓரேயளவில் அக்கறை கொண்டிருந்தனர்; ஆனால் அவர் களிதையே ஒரு வகையான வேலைப் பிரிவினை இருந்தது. கணிதவியல், பொறிநுட்பவியலின் வரலாறு, விவசாய இரசாயனவியல் ஆகியவற்றில் மார்க்ஸ் கூடுதலான புலமை பெற்றிருந்தார். இத்துடன் கூட, பௌதிகவியல், இரசாயன வியல், உயிரியல், பூகர்ப்பவியல், உடற்கூறுவியல், மனித உடலியல் ஆகியவற்றையும் அவர் ஆராய்ந்தார். எங்கெல்ஸைப் போலன்றி அவர் கணிதவியலுக்கும் செயல்முறை விஞ்ஞானங்களுக்கும் அதிக நேரத்தைச் செலவழித்தார். இதற்குமாறாக எங்கெல்ஸ் பௌதிகவியல், உயிரியல் இவற்றில் கூடுதலான ஆழ்ந்த ஞானம் பெற்றிருந்தார்

அவரும் கூடக் கணிதவியல், வானியல், இரசாயனவியல், உடற் கூறுவியல், மனித உடலியல் இவற்றை ஆராய்ந்தார்; மார்க்ஸைவிடத் தத்துவார்த்த ரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் அவர் அதிகக் கவனம் செலுத்தினார்.

மார்க்ஸீயம் உருப்பெற்ற காலகட்டத்தின் ஆரம்பத் துலேயே, அதாவது 1848க்கு முன்னமேயே, மார்க்ஸும் எங்கெல்ஸும் இயற்கை விஞ்ஞான, பொறிநுட்பவியல் முன்னேற்றத்தில் தங்களுக்கிருந்த கூர்மையான அக்கறையை எடுத்துக் காட்டுகிற வகையில் அனேக ஆதாரக்கூறுகளைத் தங்களுடைய எழுத்துக்களில் எடுத்தாண்டார்கள். ஆனால் அவர்கள் இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் பிரத்தியேக ஆராய்ச்சியை இன்னும் கூடத் துவக்கவில்லை.

அரசியல் பொருளியலில் தமது நுட்பப் பரிசீலனையைத் திரும்பத் தொடங்கி, பொறிநுட்பவியல், விவசாய இரசாயன வியலின் வரலாறு இவற்றில் முழுமையான பரிச்சயம் பெறுவதென்ற வெளிப்படையான நோக்கத்துடன் இந்த அறிவுப் பிரிவுகளுக்குள் புகுந்து 1851ம் ஆண்டுக்காலத்தில் மார்க்ஸ் பயிற்சிகளை ஆரம்பித்தார்.

தமது இந்தப் பயிற்சிகளின் பலன்களை “மூலதனம்” நூலின் முதல் பாகத்தில் இயந்திரங்களைப் பற்றிய அதிகாரத் திலும் அதே நூலின் மூன்றாம் பாகத்தில் தமது நில வாடகைத் தத்துவத்தை வளர்ப்பதிலும் எடுத்தாண்டார். எங்கெல்ஸும் அதேபோல் 1850-60 ஆண்டுகளில் பல்வேறு விஞ்ஞானப் பிரச்சினைகளைப் பயிலத் தொடங்கினார்.

“மூலதனத்தின்” அசல் மூலநகலை எழுதும்போது மார்க்ஸ் கணிதவியலை விசேஷமாக ஆராயவேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வந்தார். 1858ல் அல்ஜிப்ராவையும், அதன் பின்னர் பகுப்புமுறை ஜியோமிதி (analytical geometry), வகை யீட்டு, தொகை யீட்டு நுண்கணிதம் (differential and integral calculus) இவற்றையும் ஆழ்ந்து கற்கத் தொடங்கினார். அதன் பின்னர் இந்த ஆராய்ச்சி ஒரு சுயேச்சையான இயல்பைப் பெற்றது. இதே காலக்கூறில் எங்கெல்ஸும் இயக்க இயலை நுட்பமாக விஸ்தரிப்பதிலே பௌதிகவியல், மனித உடலியல் இவற்றின் சாதனைகளை,

பிரத்தியேகமாக உயிர் அணுத் தத்துவம், ஆற்றலின் நிலை மாற்றம் பற்றிய தத்துவம் இவற்றை எடுத்தாள்வதற்காக ஆராயத் துவங்கினார். 1859வது ஆண்டின் முடிவில் வெளிவந்த டார்வினின் “இனவகைகளின் தோற்றம்” என்ற நூல் மார்க்ஸ், எங்கெல்ஸ் இவர்களின் ஆராய்ச்சிகளுக்குக் கூடுதலான தூண்டுகையை அளித்தது. டார்வினின் நூல் வெளிவந்த உடனேயே எங்கெல்ஸ் படித்தார். 1860ன் பிற்பகுதியில் அதைப் படித்த மார்க்ஸ், டார்வினின் மகத்தான கண்டுபிடிப்பின் மார்க்ஸீயத்திற்கான முக்கியத்துவத்தைக் குறித்து ஓர் இலக்கண பூர்வமான சுருக்கவுரை செய்தார். “நமது கருத்தோட்டத்திற்கு இயற்கை வரலாற்று ரீதியான அடிப்படையை அளிப்பது இந்த நூலே” என்று 1860ம் ஆண்டு டிசெம்பர் 19ல் அவர் எங்கெல்ஸுக்கு எழுதினார். மார்க்ஸும் எங்கெல்ஸும் பிந்திய ஆண்டுகளில் தங்களது விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் வீச்சைக் கணிசமாக விஸ்தரித்தனர். அவர்கள் உயிரியல், உடற்கூறுவியல், மனித உடலியல், வானியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் ஆகியவற்றையும் இன்னும் இதர விஞ்ஞானங்களையும் நுட்பமாக ஆராய்ந்தனர்.

இந்த ஆராய்ச்சிகளின் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கட்டம் 1873ல் தொடங்கி 1883ல் மார்க்ஸின் மறைவு வரை நீடித்தது. இந்தக் காலக்கூறில் மார்க்ஸும் எங்கெல்ஸும் இயற்கை விஞ்ஞானங்களில் தங்களுடைய நுட்பமான பரிசீலனைகளை விரிவுபடுத்தியவாறே சுயேச்சையான வியாசவுரைகளையும் எழுத முற்பட்டனர். தமது கணிதவியல் கைப்பிரதிகளில் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவற்றை மார்க்ஸ் எழுதினார்; அதில் வகையீட்டு நுண்கணிதத்தை இயக்க இயல் ரீதியாகத் திண்மைப்படுத்திச் செம்மை செய்யப் புகுந்தார். ஆனால், எங்கெல்ஸ்தாம் தமது படைப்புகளால், எல்லாவற்றையும்விட “இயற்கையின் இயக்க இயல்” என்ற நூலால், இயற்கை விஞ்ஞானத்துறையில் நிர்ணயமான பாத்திரம் வகித்தவர்.

பல்லாண்டுகளாக எங்கெல்ஸ் நடத்திய ஆழ்ந்த விஞ்ஞானப் பரிசீலனைகளின் சிகரமே “இயற்கையின் இயக்க

இயல்”. துவக்கத்தில் (1873 ஜனவரி வாக்கில் —இந்தப் பதிப்பின் 330-336ம் பக்கங்களைப் பார்க்க) அவர் விஞ்ஞானக்கோடான பொருள்முதல்வாதியான லு. புஹ்னரை விமர்சிக்கிற ஒரு வாத நூல் வடிவத்தில் தமது ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை வெளிக் கொணரத் திட்டமிட்டார். பின்னால், இன்னும் விரிவானதொரு கடமையைக் குறிக்கோளாகக் கொள்ள அவர் தீர்மானித்தார். 1873, மே 30ல் லண்டனிலிருந்து, மாஞ்செஸ்டரிலிருந்து மார்க்ஸுக்கு அவர் எழுதியதொரு கடிதத்தில் “இயற்கையின் இயக்க இயல்”லை எழுதத் தமக்கு உள்ள எண்ணத்தை அவர் தெரியப்படுத்தினார். மார்க்ஸ் அந்தக் கடிதத்தைப் பிரசித்தி பெற்ற இயற்கை விஞ்ஞானியான கா. ஷோர்லெமர் என்பவருக்குக் காட்டினார். எங்கெல்ஸ் திட்டத்தின் பிரதான விஷயங்களை அங்கீகரித்த ஷோர்லெமரின் அபிப்பிராயங்களை அக்கடிதத்தின் அசல்நகல் காட்டுகிறது. தமது திட்டத்தை அனுசரித்தவாறு எங்கெல்ஸ், அதைத் தொடர்ந்துவந்த ஆண்டுகளில் பிரம்மாண்டமான அளவுக்கு உழைத்தார்; ஆனால் அதை இறுதிவரை கொண்டுவரவில்லை அவரால் இயலவில்லை.

1873 முதல் 1886 வரை எங்கெல்ஸ் எழுதிய பகுதிகள் “இயற்கையின் இயக்க இயலில்” சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் காலக்கூறில் இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் பிரதானப் பிரச்சினைகளைப் பற்றிய ஒரு பெரும் அளவு மூலாதாரமான விஷயங்களை அவர் நுட்பமாக ஆராய்ந்தார்; பின்னர், கிட்டத்தட்ட முழுவடிவத்தில் 10 கட்டுரைகளையும் அத்தியாயங்களையும், 170க்கு மேற்பட்ட குறிப்புகளையும் துணுக்குகளையும் எழுதினார்.

“இயற்கையின் இயக்க இயலை”ப் பற்றிய எங்கெல்ஸின் வேலையை இரண்டு முக்கியமான காலக்கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம்: இந்த நூல் சிந்தனையில் கருக்கொண்டதிலிருந்து “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” என்கிற நூலைப் பற்றிய வேலையைத் துவக்கியது வரை (1873 மே முதல்—1876 மே வரை); “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” நூலை முடித்தது முதல் மார்க்ஸின் மறைவு வரை (1878 ஜூலை முதல்—1883

மார்ச் வரை). முதலில் சொன்ன காலக்கூறில் எங்கெல்ஸ் பிரதானமாக விஷயாதாரங்களைச் சேகரிப்பதில் முனைந்து நின்றதோடு, துணுக்குகளில்பெரும் பகுதியையும் “முகவுரை” யையும் எழுதினார். பிற்சொன்ன காலக்கூறில் தமது எதிர்கால நூலுக்கான குறிப்பான திட்டத்தை வரையறை செய்ததுடன் ஏராளமான புதிய துணுக்குகளையும் ஏறக்குறைய எல்லா அத்தியாயங்களையும் எழுதினார். மார்க்ஸின் மறைவுக்குப் பின்னர், “மூலதனம்” நூலை வெளியிடுவதைப் பூரணமாக்கும் வேலையுடன் சர்வதேசத், தொழிலாளர் இயக்கத்தைத் தலைமை தாங்குவதிலும் முழுமையாகவே மூழ்கியிருந்ததால் எங்கெல்ஸ் தமது விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளை முறையாகப் பின்தொடர முடியவில்லை; முற்றுப் பெறாமல் இருந்த “இயற்கையின் இயக்க இயல்” நூலைப் பற்றிய வேலையும் ஏறக்குறைய நிறுத்திவிட்டார். இருந்தாலும், தமது முந்திய நுட்ப விசாரணைகளில் கண்ட முடிவுகளையும் விஞ்ஞானத்தின் புதிய விஷயாதாரங்களையும் பிந்திய காலகட்டத்தில் அவர் எழுதிய அனேக நூல்களில் எடுத்தாண்டுள்ளார்.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்” லை எழுதுவதில் எங்கெல்ஸ் தமக்குத் தாமே விதித்துக்கொண்ட கடமையைக் குறித்து அவர் “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” நூலின் இரண்டாம் பதிப்பு “முகவுரை” யில் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதுகிறார்: “எண்ணற்ற மாற்றங்களின் குளறுபடிக்கிடையே, வரலாற்றில் சம்பவங்களின் மேலோட்டமான தற்செயலான தன்மையை ஆளுகை புரிகிற இயக்கத்தின் அதே இயக்க இயல் நியதிகள் இயற்கையிலும் முட்டிக்கொண்டு வெளிப்படுகின்றன என்பதைப் பொதுப்படையாகச் சந்தேகிக்காத நான் நுணுக்கங்களிலும் கூட அதைக் கண்டு மனப்பூர்வமாக நம்புவதற்காகவே கணிதவியல், இயற்கை விஞ்ஞானங்கள் ஆகியவற்றைத் திரும்பச் சொல்லும் பணியை மேற்கொண்டேன் என்பது சொல்லாமலே விளங்கும்.... என்னைப் பொறுத்தவரை இயற்கைக்குள் இயக்க இயல் நியதிகளைப் புகுத்தி நிரூபணப்பது என்ற கேள்வியே எழ இயலாது; ஆனால், இயற்கையில் அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதும் இயற்கையிலிருந்து

அவற்றைப் பரிணமிக்கச் செய்வதும் என்பதே கேள்வியாயிருந்தது.” (பி. எங்கெல்ஸ் “இயற்கையின் இயக்க இயல்”, மாஸ்கோ 1959, 17ம், 19ம் பக்கங்கள்.) ஆகையால், இயற்கையின் புறநிலையான இயக்க இயலை வெளிக்கொணர்ந்து அதன் மூலமாக இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் உணர்வுபூர்வமான பொருள்முதல்வாத இயக்க இயலின் அவசியத்தை நிரூபிப்பதும், கருத்துமுதல்வாதம், இயக்க மறுப்பியல், ஐயுறுவாதம், விஞ்ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதம் இவற்றை விஞ்ஞானத்திலிருந்து வெளியேற்றி, இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதத்தின் நிலைப்பாட்டிலிருந்து விஞ்ஞான அபிவிருத்தியின் பிரதானப் பலன்களைப் பொதுமைப்படுத்துவதும் இவ்வாறாகப் பொருள்முதல்வாத இயக்க இயலின் அடிப்படை நியதிகளின் பிரபஞ்சரீதியான இயல்பை வெளிப்படுத்திக்காட்டுவதுமே கடமையாகிறது.

இந்த நோக்கத்தை முன்னிட்டு எங்கெல்ஸ் யதார்த்தமான விஷயாதாரங்களின் பெருந்திரட்டைச் சேர்த்தார். ஷா. பொஸ்ஸு (கணிதம்), யோ. ஹெ. மேட்லர், ஆ. செக்கி (வானியல்), யூ. லோ. மேயர், ஹெ. ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ், வி. ரா. குரோவ், வி. தாம்ஸன், ரு. கிளாவுஸியுஸ், கி. மாக்ஸ்வெல், கு. வீடெமான், தா. தாம்ஸன் (பௌதிகவியல்), அ. நெளமான், ஹெ. எ. ரோஸ்கோ, கா. ஷோர்லெமர் (இரசாயனவியல்), சார்ல்ஸ் டார்வின், ஏர்னஸ்ட் ஹெக்கல், ஹெ. அ. நிக்கல்ஸன் (உயிரியல்), முதலானவர்களை உள்ளிட்டுப் பிரபல விஞ்ஞானிகளின் சுமார் 100 நூல்களையும் “இயற்கை” என்ற சஞ்சிகையை யும் எங்கெல்ஸ் பயன்படுத்தினார். ஆனால் துரதிருஷ்டவசமாக, எங்கெல்ஸ் அப்போது அதிகப் புகழ் பெறாத ஆனால் வரலாற்றுரீதியாக மதிப்புமிக்க மெனோசாவ், லோபா செவ்ஸ்கிய், ரீமன், புட்லரோவ் ஆகியோரின் நூல்களையோ அல்லது மின்காந்தப்புலம் தத்துவம் (theory of the electromagnetic field) பற்றிய மாக்ஸ்வெல்லின் நூல்களையோ பல காரணங்களை முன்னிட்டுப் பயன்படுத்த முடியாமற் போயிற்று.

“இயற்கையின் இயக்கஇயல்” முற்றுப் பெறவிட்டாலும்,

அதனுடைய சில ஆக்கக்கூறுகள் பூர்வாங்கமான வரி வடிவங்களின், துணுக்குகளான குறிப்புகளின் தன்மையைப் பெற்றிருந்தபோதிலும், அது பொதுவான அடிப்படைக் கருத்துகளாலும் நன்கு பொருத்தப்பட்ட ஒரே திட்டத் தாலும் ஐக்கியப்படுத்தப்பட்ட, தொடர்புள்ள ஒரு முழுமை கொண்டதாகும்.

“இயற்கையின் இயக்க இய”லில், இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து, குறிப்பாக மறுமலர்ச்சிக் கால கட்டத்திலிருந்து 19வது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதிவரையும் உள்ள காலகட்டத்திலிருந்து ஏராளமான ஆதாரங்களை எங்கெல்ஸ் பயன்படுத்தி, இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சியானது, இறுதியாகப் பகுத்து ஆராயும் போது, நடைமுறைத் தேவைகளினால், உற்பத்தியினால் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது என்று எடுத்துக்காட்டுகிறார். மார்க்ஸீயத்தின் வரலாற்றில் முதல் தடவையாகத் தத்துவவியலுக்கும் இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றிய பிரச்சினையை முழுமையாக ஆராய்ந்தார்; அவைகளின் பரஸ்பர சார்புநிலையை ஸ்தாபித்தார்; “இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சி காரணமாக, அதில் இயக்க மறுப்பியல் கண்ணோட்டத்திற்கே இடமில்லை என்றாகிவிட்டது” என்பதையும், “இயக்க இயலுக்குத் திரும்பிச் செல்வது என்பது தன்னுணர்வின்றி, எனவே முரண்பாடுகளுடன், மெதுவாக நிகழ்கிறது” என்பதையும், ஹெகலீய மாயாவாதத்தைக் களைந்துவிட்டால் இயக்க இயல் “இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இன்றியமையாத தேவையாகிவிடுகிறது” என்பதையும் (இந்தப் பதிப்பின் 35,335ம் பக்கங்கள் பார்க்க), அவர் மெய்ப்பித்தார்; இயக்க இயல் முறையை உணர்வு பூர்வமாகப் பயன்படுத்தக் கற்குமாறு விஞ்ஞானிகளை அவர் அழைத்தார்.

பொருள், இயக்கம், காலம், இடவெளி இவைகளைப் பற்றிய இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதத்தின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளை எங்கெல்ஸ் விரிவாக நுணுக்கப் படுத்தினார். இயக்க இயலுக்குப் பிரத்தியேக விளக்கவுரை செய்து, இயக்க இயலின் அடிப்படையான மூன்று நியதி

களையும் வரையறுத்து, “இயக்க இயலின் நியதிகள் இயற்கையினுடைய வளர்ச்சியின் உண்மையான நியதிகளே; எனவே அவை தத்துவார்த்த இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கும் செல்லத் தக்கவையே” என்றும் அவர் எடுத்துக்காட்டினார். (முன் சொன்ன நூல், 107ம் பக்கம்.)

பொருளின் இயக்க வடிவங்களை இனவகைப்பிரிப்பதும், இதை அனுசரித்து இவ்வடிவங்களைப் பற்றிக் கூறுகிற விஞ்ஞானங்களை வகைப்பிரித்தலும் “இயற்கையின் இயக்க இயலின்” அச்சாணிக் கருத்தாகும். சுத்தமான இடப் பெயர்ச்சி, இயக்கத்தின் மிகக் கீழ்நிலை வடிவமாகும்; சிந்தனை உச்ச நிலை வடிவமாகும். இயந்திரமுறையிலான, பௌதிக, இரசாயனவியல், உயிரியல் சார்புள்ள இயக்க வடிவங்களே இயற்கை விஞ்ஞானங்கள் ஆராய்கிற பிரதான வடிவங்களாகும். ஒவ்வொரு கீழ்நிலை இயக்கவடிவமும் உயர் நிலை வடிவத்திற்கு ஓர் இயக்கவியல் ரீதியான பாய்ச்சல் மூலம் மாறுகிறது. ஒவ்வொரு உயர்நிலை வடிவமும் ஒரு கீழ்நிலை வடிவத்தைத் தனது கீழ்ப்படிவுக்கூறுகக் கொண்டு உள்ளது; ஆனால் அது பின்சொன்ன நிலைக்குத் தாழ்வதில்லை. பொருளின் இயக்க வடிவங்களைப் பற்றிய இந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் எங்கெல்ஸ் இயற்கை விஞ்ஞானங்களை இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாத ரீதியாக இனவகைப்பிரித்தலை நிரூபணிக்கிறார்; இதில் ஒவ்வொன்றும் “இயக்கத்தினுடைய ஒரே ஒரு வடிவத்தை அல்லது ஒருமித்துச் சேர்ந்து ஒன்றுமற்றொன்றாக மாறத்தக்க இயக்க வடிவங்களின் ஒரு தொடர்வரிசையைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்” (முன்சொன்ன நூல், 404-405ம் பக்கம்).

இந்த அச்சாணிக் கருத்தை எங்கெல்ஸ் அனுசரித்து, கணிதவியல், இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல் இவற்றின் இயக்க இயல் ரீதியான உள்ளடக்கத்தை முரணற்று, சீராகப் பரிசீலிக்கிறார். கணிதவியலில், கணிதவியல் சூட்சுமக் கருத்துக்களில் (abstractions) மேலோட்டமாகத் தோன்றுகிற கருத்துமுதல் (apriority) பிரச்சினையையும், வானியலில் சூரியமண்டலத்தின் பிறப்பும் வளர்ச்சியும் என்ற பிரச்சினையையும், பௌதிகவியலில்

ஆற்றலின் நிலைமாற்றம் பற்றிய தத்துவத்தையும், இரசாயன வியலில் அணுவியல் பிரச்சினையையும், உயிரியலில் உயிரின் பிறப்பும் சாராம்சமும் என்ற பிரச்சினையையும், உயிர் அணுத் தத்துவத்தையும் டார்வினிஸத்தையும் அவர் தேர்ந்தெடுக்கிறார். மனிதனின் பிறப்பைப் பற்றிய உழைப்புத் தத்துவம்—எங்கெல்ஸ் இதை இந்நூலில் வரையறுக்கிறார்—இயற்கை விஞ்ஞானத்திலிருந்து சமூக வரலாற்றுக்கு மாறும் இடைநிலையாக அமைகிறது.

எங்கெல்ஸ் இப்பிரச்சினைகளை எல்லாம் ஆலோசிக்கும் போது ஏதாவதொரு விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்பை வெறுமனே பதிவு செய்து கொள்வதுடன் நில்லாமல் இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் கூடுதலான முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சாதனைகளைப் புதிய முறையில் வியாக்கியானம் செய்ய இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாத முறையைப் பயன்படுத்துகிறார். ஆற்றலின் அழியாநிலை விதியை ஸ்தாபித்த யூ. லோ. மேயர், இதர விஞ்ஞானிகள் ஆகியோரின் கண்டுபிடிப்பின் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்து எங்கெல்ஸ் பேசும்போது இந்தக் கண்டுபிடிப்பின் பிரத்தியேகமான புதுமை என்னவெனில் அது இயற்கையின் ஒரு சர்வவியாபகமான விதியை வரையறை செய்வதே என வலியுறுத்துகிறார்; அதன்படி, இயக்கத்தின் எந்த ஒரு வடிவமும் மற்றோர் இயக்க வடிவமாக மாற இயலும், மாறவேண்டும். ஆற்றலை அளவு ரீதியாகவோ அல்லது பண்பு ரீதியாகவோ அழிக்க முடியாது என்றும், முடிவற்ற பிரபஞ்சத்தில் இதர இயக்க வடிவங்களாக மாறுகிற எந்த ஓர் இயக்க வடிவமும் அவ்வடிவமாக இருப்பதிலிருந்து பூரணமாக மறைந்துவிட இயலாது என்றும் அவர் பிரேரேபித்து முன்வைத்ததின்மூலம் ஆற்றலின் அழியாநிலை விதியைப்புரிந்துகொள்வதற்குத் தமது நற்பங்கை அளிக்கிறார். அல்லது, டார்வினிடைய கண்டுபிடிப்பின் வரலாற்றுரீதியான முக்கியத்துவத்தைக் குறித்து எங்கெல்ஸ் பேசும் போது, மறு புறத்தில், இனவகைகளினுடைய மாறக் கூடிய தன்மையின் காரணங்களை டார்வின் அலட்சியம் செய்தார் எனச் சுட்டிக்காட்டுகிறார். பிழைப்புப் போராட்டம் என்பதை வரம்பற்ற நிலைக்குத் தூக்குகிற ஒரு தலைப்பட்ச

மான பார்வையை அவர் விமர்சனம் செய்து, உயிரினங்களின் வளர்ச்சியில் சுற்றுச் சார்புகளுக்கு உள்ள பாத்திரத்தையும் உயிரினங்களை நிர்ணயிப்பதில் ஒரு வினைப்பாடாக வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு (metabolism) உள்ள பாத்திரத்தையும் வலியுறுத்துகிறார்.

இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாத முறையை உபயோகித்து எங்கெல்ஸ் தம் காலத்து இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் பல பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண்கிறார்; விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் அடுத்த செயல்போக்கை முன்னறிவிக்கிறார்; விஞ்ஞானத்தில் பின்னால் நிகழ்ந்த சாதனைகளில் சிலவற்றை எதிர்பார்த்துச் செல்கிறார். எடுத்துக்காட்டாக, இயக்கத்தின் இருதன்மைவாய்ந்த அளவை என்ற பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்கிறார், அவர் காலத்து மின்விசைத் தத்துவத்தின் முரண்பாடுகளைப் பகுத்தாராய்ந்து மின்னாற்பகுப்புக் கூறுச்சிதைவுத் தத்துவத்தையும் (theory of electrolytic dissociation) எதிர்பார்க்கிறார்.

அவர் காலத்துப் பல விஞ்ஞானிகளைப் போலன்றி, எங்கெல்ஸ் அணுவின் பல்கூட்டுத் தன்மை என்ற கருத்தைப் பாதுகாப்பதுடன் அதை முன்னுக்கு எடுத்துச் செல்லவும் செய்கிறார். “ஆயினும் கூட, அணுக்கள் சாமானியமானவையாகவோ அல்லது பொதுப்படையாக வஸ்துவின் அறியப்பட்ட மிகச் சிறிய துகள்களாகவோ எவ்விதத்திலும் கருதப்படுவதில்லை” என்று அவர் எழுதுகிறார் (இந்த நூலின் 441ம் பக்கம் பார்க்க). பல்வேறு வகைகளைச் சார்ந்த கணித வியல் உறுநுண் அளவுகளுக்கு (mathematical infinitesimals) ஒத்த பொருள்களாகத் துகள்கள் நிலைவாழ்தலை அவர் எதிர்பார்த்தார். பொருளின் அமைப்பைப் பற்றிய இக்காலத்துத் தத்துவம், அணுவின் பல்கூட்டுத் தன்மை, நிறைவளத் தன்மை இவைகளைக் குறித்த எங்கெல்ஸின் கண்ணோட்டங்களுக்குச் சான்றாக உள்ளது, தொடர்ந்து நீடிக்கவும் செய்கிறது. கவர்ச்சி, விலக்கல் இவற்றின் ஐக்கியமே பொருள் என்ற கருத்தோட்டத்தை விரிவாக நுண்மைப் படுத்திய எங்கெல்ஸ்—அவர் காலத்து பெளதிகவியலின் ஒரு சொற்றொடரை உபயோகிப்பதெனில்—இயங்காநிலைக் கட்டி

(rest mass) இல்லாத பொருள் இருப்பதற்கான சாத்தியப் பாட்டையும் சுட்டிக் காட்டினார்; இருபதாம் நூற்றாண்டின் கண்டுபிடிப்புகள் இதற்குச் சான்றுகளாக உள்ளன.

உயிர் என்பதற்குத் தமது விளக்கவுரையை முதன்முதலாக எங்கெல்ஸ் “இயற்கையின் இயக்க இயலில்” அளிக்கிறார். “புரதப் (protein) பொருள்களுடைய இருத்தலின் பாங்கே உயிர்” என்று அவர் எழுதுகிறார் (இந்த நூல் 490ம் பக்கம் பார்க்க). உயிரின் பிறப்பும், சாராம்சமும் என்ற பிரச்சினையை ஆராய்வதற்குத் துவக்கநிலையாக இந்த விளக்கவுரை அமைந்தது.

மனிதனின் பிறப்பைப் பற்றிய உழைப்புத் தத்துவத்தை முன்வைத்ததின் சிறப்பு எங்கெல்ஸையே சாரும். “மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்” என்ற தமது சிறப்பு மிக்க கட்டுரையில், அவர் மனிதனுடைய உடலமைப்பையும் மனித சமுதாய அமைப்பையும் உருவாக்குவதில் உழைப்பினுடைய, உழைப்புக் கருவிகளைச் சமைத்தினுடைய நிர்ணயமான பாத்திரத்தைத் தெளிவுபடுத்துகிறார். மனிதனுடைய குரங்கு மூதாதையர் எவ்வாறு ஒரு நீண்ட பரிணாமக் கதியில் பண்பு ரீதியாக வேறுபட்டுள்ள மனிதர்களாக மாறினர் என்பதை அவர் காட்டுகிறார்.

விஞ்ஞானத்தின் ஒவ்வொரு கிளையிலும் முற்போக்குத் தத்துவங்களுக்கும் கண்ணோட்டங்களுக்கும் ஆதரவு நல்கி, அவற்றை முன்னுக்குக் கொண்டுவந்து எங்கெல்ஸ் மேம்படுத்துகிறார். குறிப்பாக, ருஷ்ய இரசாயனவியல்வாதியான தி. இ. மெந்தெலேயேவின் மகத்தான சாதனையான மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை (periodic table of elements) யின் சிறப்பு நலத்தை எங்கெல்ஸ் பாராட்டினார். அதே காலத்தில் அவர் விஞ்ஞானத்தின் மிக அண்மையான சாதனைகளுடன் மேற்கொண்டும் அனுசரித்துவராத, ஆராய்ச்சியின் கூடுதலான வளர்ச்சிக்குத் தடையாக உள்ள எண்ணப்பாங்குகளை எதிர்த்துச் சமர் புரிந்தார். எடுத்துக்காட்டாக, ரு. கிளாவுஸியஸ், வி. தாம்ஸன், யோ. லோஷ்மிட் இவர்கள் முன்வைத்த, வெப்பத்தின் இழப்பால் பிரபஞ்சம் இறந்து

போகும் என்ற அனுமானத் தத்துவத்தைக் கண்டித்தார். இப்புது வழக்கான அனுமானத் தத்துவம், மிகப் பொருத்தமாகவே கருதப்பட்ட ஆற்றலின் அழியாநிலை, நிலைமாற்றம் பற்றிய விதிக்கு நேர் எதிராகச் செல்கிறதை அவர் எடுத்துக் காட்டினார். இயக்கத்தை அளவு ரீதியாகவோ, அத்துடன் பண்பு ரீதியாகவோ அழிக்க முடியாது என்பதைப் பற்றிய அவருடைய அடிப்படையான நியமங்களும், அவற்றின் பொழிப்புக் கருத்தான வெப்பத்தின் இழப்பால் பிரபஞ்சம் அழிய முடியாது என்பதும் முற்போக்கான இயற்கை விஞ்ஞானம் பின்னால் கடைப்பிடித்த பாதையின் முன்வரும் மணியோசையாக ஒலித்தன.

தமது நூல் முழுவதிலும் எங்கெல்ஸ் “இயற்கையின் இயக்க இய”லைப் புட்டுக் காட்டிக்கொண்டே விஞ்ஞானக் கேடான பொருள்முதல்வாதம், இயக்க மறுப்பியல், கருத்து முதல்வாதம், ஐயுறு வாதம், ஒருதலைப்பட்ச அனுபவவாதம், இயந்திரவாதம், ஆவியுலகவாதம், மத ரீதியான கருத்துகளின் இதர வெளித் தோன்றல்கள் போன்ற, இயற்கை விஞ்ஞானிகளிடையே இருந்த, விஞ்ஞானத்திற்குப் புறம்பான போக்குகளை எதிர்த்துச் சமர் புரிந்தார்.

“இயற்கையின் இயக்க இய”லில் ஒருசில விபரங்கள், முதல் நிலையாக ஆசிரியர் எடுத்தாண்ட யதார்த்தமான ஆதாரக்கூறுகள் இயற்கை விஞ்ஞானங்களில் சென்ற சில பத்தாண்டுகளில் நிகழ்ந்த துரிதமான, புரட்சிகரமான அபிவிருத்தியின் காரணமாக வழக்கொழிந்துபோயின என்பதைச் சொல்ல வேண்டியதில்லை. உதாரணமாக, கான்ட்-லாப்ளாஸ் இவர்களின் அண்டப் பிறப்புக் கோட்பாடு தற்போது காலாவதியாகிவிட்டதாகும். ஈதரை (ether)க் குறித்த இயந்திரமுறையிலான அனுமானத் தத்துவம் முழுமையாகவே நிராகரிக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டத்தின் நேர்வேகம் ஒளியினுடையதை மிஞ்ச முடியாது என்பது தற்போது ஸ்தாபிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இந்த விபரங்கள் நூலின் உச்சத்தைப் பாதிப்பதில்லை. பொதுவான ஆய்வு முறையும் நூலின் கருத்தோட்டமும் செல்லத் தக்கனவாக நிலைத்து உள்ளன, அவ்விதமே என்றென்றைக்கும் இருந்து வரும்.

“இயற்கையின் இயக்க இய”லில் முக்கியமான விஷயம் அதன் ஆய்வு முறையே, அதாவது பொருள் முதல் வாத இயக்க இயலேயாகும். உலகை உணர்ந்தறிவதில் தத்துவார்த்த சிந்தனையின், முறையின் பாத்திரத்தை மிக்க வலுவுடன் ஆசிரியர் வெளிக் கொணருகிறார். “உண்மையிலேயே, இயக்க இயலைத் தண்டனையின்றிப் புறக்கணிக்க முடியாது”, ஏனெனில், தத்துவார்த்தச் சிந்தனையின்றி “இயற்கையைப் பற்றிய இரண்டு ஆதாரக்கூறுகளை ஒன்றை மற்றொன்றுடன் உறவுபடுத்தவோ அல்லது அவைகளுக்கிடையே உள்ள உள் தொடர்பைப் புரிந்துகொள்ளவோ முடியாது”; “இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் இக்காலத்திய வளர்ச்சிக் கட்டத்திற்கு உன்னதமாகப் பொருந்திய ஒரே அறிமுறை” மிகச் சரியாக இயக்க இயலே என்றாகிறது. (இந்த நூல் 102-103, 347-348 ம் பக்கங்கள் பார்க்க).

காரண காரியம், தேவையும் தற்செயலும், மதிப்பீட்டு வடிவங்களை வகைபிரித்தல், தொகுப்பாய்வுக்கும் (induction) உய்த்துணரும் முறைக்கும் (deduction) உள்ள சம்பந்தம், இயற்கை விஞ்ஞான வளர்ச்சியின் ஒரு வடிவம் என்ற ரீதியில் அனுமானத் தத்துவத்திற்குரிய பாத்திரம், இன்னும் பல — இயக்க இயலின் இப்படிப்பட்ட பிரச்சினைகளையும் இனவகைக்கூறுகளையும் மார்க்ஸீயத்தின் ஸ்தாபகர்கள் எழுதிய எந்த நூலையும் விடக் கூடுதலான முழுமையுடன் “இயற்கையின் இயக்க இயல்” ஆராய்கிறது.

இந்தச் சிறப்புமிக்க நூல் முற்றுப் பெறவிட்டாலும் அதன் செழுமை மிக்கதும் ஆழமிக்கதுமான தத்துவார்த்த உள்ளடக்கத்தை நோக்கும்போது வியக்கத் தக்கதாக உள்ளது. இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாத வளர்ச்சியின் ஒரு புதிய கட்டத்தை அது குறிக்கிறது. அது பொருள்முதல்வாதத்திற்கும் இயக்க இயலுக்கும் உட்சத்து மிக்க நற்பங்கை ஆற்றியுள்ளது; அது நம் காலத்து இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் பிரதானப் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு கண்டறிய வழிகோலியது.

“இயற்கையின் இயக்க இய”லை முடித்து அச்சேற்ற எங்கெல்லுக்குச் சாத்தியப்படவில்லை என்று சொல்லப் பட்டது. ஆயினும் கூட, அதனுடைய சில பிரேரணை உரைகளை 19வது நூற்றாண்டின் கடைசிக் காற்பகுதியாகிய அவ்வளவு ஆரம்பத்திலேயே பொதுவாக வாசகர்கள் அறியலாயினர்; ஏனெனில், எல்லாவற்றிற்கும் முழுமுதலாக “நீரிங்குக்கு மறுப்பு”, “லுத்விக் பாயர்பாக்கும் சாஸ்திரீய ஜெர்மன் தத்துவவியலின் இறுதி முடிவும்”, “சோஷலிஸம்: கற்பனா சோஷலிஸமும் விஞ்ஞான சோஷலிஸமும்” என்ற நூலின் ஆங்கிலப் பதிப்பின் “முகவுரை” ஆகிய அச்சேறிய சில நூல்களிலும் எங்கெல்லும் அவற்றை உபயோகப்படுத்தினார்.

“இயற்கையின் இயக்க இய”லின் கருத்துக்கள் லெனினுடைய “பொருள்முதல்வாதமும் அனுபவவாத விமர்சனமும்” என்ற நூலில் மேலும் வளர்க்கப்பட்டன; 20வது நூற்றாண்டின் ஆரம்பம் வரை குவிந்த விரிவான விஞ்ஞான ஆதாரக் கூறுகளைத் தத்துவவியல் ரீதியாகப் பொதுமைப்படுத்திய உன்னதமான நூலாகும் அது. லெனின் தமது “தத்துவவியல் குறிப்பேடுகள்” என்ற நூலிலும், தமது செயல் திட்டக் கட்டுரையான “தீவிரப் பொருள்முதல் வாதத்தின் முக்கியத்துவம் குறித்து” என்பதிலும் இந்தக் கருத்துகளை நுண்மைப்படுத்தினார். அவர் “இயற்கையின் இயக்க இய”லுடன் பரிச்சயமற்றிருந்தார் (அவருடைய மரணத்திற்குப் பின்னரே அந்த நூல் வெளிவந்தது); ஆனாலும் மார்க்ஸ் எங்கெல்லும் ஆகியோரின் இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதத்தின் உதவியினால் பல அடிப்படைப் பிரச்சினைகளில் “இயற்கையின் இயக்க இய”லில் எங்கெல்லும் வந்த அதே முடிவுகளுக்கு அவரும் வந்தது மட்டுமின்றி அக்கருத்துரைகளை மேலும் முன்னுக்குக் கொண்டு சென்றார்.

மார்க்ஸ் எங்கெல்லும் ஆகியோரின் இயற்கையைப் பற்றிய இயக்கஇயல் பொருள்முதல்வாதக்கருத்தோட்டத்தை இருபதாம் நூற்றாண்டின் விஞ்ஞானச் சாதனை ஊர்ஜிதம் செய்து, தனது நற்பங்கையும் அளித்தது. பௌதிக வியலில், மார்க்ஸ் பிளாங்க், நீல்ஸ் பார், லூயி தே புரோலி ஆகியோரின் கண்டுபிடிப்புகள் பொருளின் பிரிநிலை (discrete-

ness), தொடர்நிலை இவற்றின் ஒற்றுமையைப் பற்றிய இயக்க இயலின் அடிக்கோள் கருத்தை விஞ்ஞான ரீதியாக நிரூபித்தன. பொருள், இயக்கம், காலம், இடவெளி இவற்றைப் பற்றிய எங்கெல்லின் கருத்துரைகளை ஆல்பர்ட் ஈன்ஸ்டீனின் சார்பியல் தத்துவம் (theory of relativity) ஸ்தூலப்படுத்தியது. அணு, எலக்ட்ரான் இவற்றின் வளம் குன்றாத தன்மையைப் பற்றிய எங்கெல்ஸ், லெனின் இவர்களின் பிரேரணை உரைகளுக்கு அடிப்படைத் துள்களைப் பற்றிய நவீனத் தத்துவம் (modern theory of elementary particles) முழுமையாகவே சான்று கூறுகிறது. உயிரியல் துறையிலும் இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதத்தின் முடிவுகள் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டுள்ளன. வேறுபட்ட விஞ்ஞானங்கள் கூடும் சந்திகளில் உச்ச சாதனைகளை எதிர்பார்க்க வேண்டும் என்று எங்கெல்ஸ் முன்கூட்டியே உரைத்ததை சைபர்னெடிக்கம், பௌதிக இரசாயனவியல், உயிர் இரசாயனவியல், புவி பௌதிகவியல், அண்டவெளி உயிரியல் முதலான பல புதிய விஞ்ஞானங்களும் ஊர்ஜிதம் செய்தும், தொடர்ந்து ஊர்ஜிதம் செய்தும் வருகின்றன.

மார்க்ஸீய ஆய்வுமுறை, இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதம் வரலாற்றுரீதியாகச் சரிபார்க்கப்பட்டதின் விளைவுகள் இவ்விதமாக உள்ளன. தத்துவவியலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும், தத்துவவியல்வாதங்களும் விஞ்ஞானிகளும் ஒருங்கிணைய வேண்டியதின் அவசியத்தைப் பற்றிய எங்கெல்ஸ், லெனின் இவர்களுடைய கருத்தின் ஆழத்தைச் சென்ற பல பத்தாண்டுகள் எடுத்துக்காட்டியுள்ளன. இந்தக் கருத்தின் முக்கியத்துவத்திற்கான கூடுதல் சான்றுகளை எதிர்காலமும் அளிக்கும் என்பதில் எவ்வித ஐயமுமில்லை.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்”வின் தத்துவார்த்தச் சாராம்சம், சென்ற ஒரு நூற்றாண்டுக்குப் பக்கமான வரலாற்றுப் போக்கால் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டுள்ளது; விஞ்ஞானம், பொறிநுட்பவியல் துறைகளில் நிகழ்ந்துள்ள கூடுதலான வெற்றிகளின் விளைவாக அது தொடர்ந்து செழுமைப்படுத்தப்படுகிறது. அணு ஆற்றல், சைபர்னெடிக்க இயந்திரங்கள், உயிர்ப்புள்ள இயற்கையின் நியதிகளை

நடைமுறைக்குக் கொண்டுவருதல், அண்டவெளி ஆராய்ச்சி ஆகியவைகளைக் கொண்ட இந்த சகாப்தத்தில்—மகத்தான கம்யூனிஸ சகாப்தத்தில்—இந்த நூலின் அமரத்துவம் பெற்ற கருத்துகள் விஞ்ஞானத்தின் பாதைக்கு ஒளி வீசித் திகழும்.

* * *

இந்த நூல் சம்பந்தப்பட்ட எல்லாக் கட்டுரைகளையும் குறிப்புகளையும் தமது மரணத்திற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்னர் எங்கெல்ஸ் நான்கு தாள்கட்டுகளாகப் பிரித்திருந்தார்; அவ்வடிவத்திலேயே “இயற்கையின் இயக்க இயல்” நமக்குக் கிடைத்தது. அந்தத் தாள்கட்டுகளுக்கு அவர் கீழ்க்கண்ட தலைப்புகளை அளித்திருந்தார்: (1) “இயக்க இயலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும்”, (2) “இயற்கையைப் பற்றிய விசாரணையும் இயக்க இயலும்”, (3) “இயற்கையின் இயக்க இயல்”, (4) “கணிதவியலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும். கதம்பம்.” இந்தத் தாள்கட்டுகளில் இரண்டிற்கு மட்டுமே—இரண்டாவது, மூன்றாவது—ஆசிரியரால் வரையறுக்கப்பட்ட உள்ளடக்க அட்டவணைகள் இருந்தன. இரண்டாவது, மூன்றாவது தாள்கட்டுகளில் எங்கெல்ஸ் எந்த விஷயங்களைச் சேர்த்திருந்தார் என்பதையும் தாள்கட்டுகளில் எந்த ஒழுங்குமுறையில் விஷயங்கள் வைக்கப்பட்டிருந்தன என்பதையும் நாம் இந்த அட்டவணைகளிலிருந்தே அறிகிறோம். முதலாவது, நான்காவது தாள்கட்டுகளைப் பொறுத்தவரை அவற்றின் பல்வேறு ஏடுகளும் எங்கெல்ஸ் விரும்பியவாறே இருக்கின்றன என்று கூற எவ்வித உறுதிப்படும் இல்லை.

முதலாவது தாள்கட்டு (“இயக்க இயலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும்”) இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டது: (1) ஆசிரியரால் எண்கள் குறிக்கப்பட்டு, “இயற்கையின் இயக்க இயல்” என்று ஒவ்வொரு ஏட்டிலும் தலைப்பிடப்பட்ட, பதினொரு இரட்டைக் காகிதங்களில் எழுதப்பட்ட குறிப்புகள். ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று கோடுகளால் பிரிக்கப்பட்ட இந்தக் குறிப்புகள் 1873க்கும் 1876க்கும் இடைப்பட்ட காலகட்டத்தைச் சேர்ந்தவை. எண்களைத் தாங்கிய ஏடுகளைக் கொண்ட இக்கைப்பிரதிகள் அவை அடுக்கி வைக்கப்

பட்டபடி தேதிவாரியாக எழுதப்பட்டவையாகும். (2) எண்களிடப்படாத 20 ஏடுகள்; ஒவ்வொன்றும் கோடுகளால் பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நீண்ட குறிப்பு அல்லது பல சிறிய குறிப்புகளைக் கொண்டது. அவைகளைத் தேதிவாரியாக நிர்ணயிப்பது சாத்தியமில்லாத வகையில் அந்தக் குறிப்புகளில் வெகு சில வற்றிலேயே ஆதாரங்கள் உள்ளன.

இரண்டாவது தாள்கட்டு (“இயற்கையைப் பற்றிய விசாரணையும் இயக்க இயலும்”) மூன்று நீண்ட குறிப்புகளைக் கொண்டது: “யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன்மாதிரிகளைப்பற்றி”, “இயற்கையைக் குறித்த ‘இயந்திரமுறையிலான’ கருத்தோட்டத்தைப்பற்றி”, “வரம்பற்றதை அறிவதற்கு நகேலியின் திறனின்மையைப்பற்றி”; “‘ஓரிங்குக்கு மறுப்பு’க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை. இயக்க இயலைப்பற்றி”, “மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதகை மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்” என்ற கட்டுரையும், “‘பாயர்பாக்’ கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது” என்ற தலைப்பில் ஒரு பெரிய துணுக்கும். இந்தத் தாள்கட்டுக்கு எங்கெல்ஸ் வகுத்த உள்ளடக்க அட்டவணை, அது கூடுதலாக இரு கட்டுரைகளை—“இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்”, “ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்”—ஆரம்பத்தில் கொண்டிருந்தது எனக் காட்டுகிறது. அதற்குப் பின்னால் எங்கெல்ஸ் இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்க அட்டவணையிலிருந்து இந்தக் கட்டுரைகளின் தலைப்புகளை அடித்து விட்டு அவற்றை மூன்றாவது தாள்கட்டிற்கு மாற்றிவிட்டார்; அந்தத் தாள்கட்டில் முடிவு பெறாத தமது நூலின் கூடுதலாக முடிவுற்ற பகுதிகளைச் சேர்த்தார்.

மூன்றாவது தாள்கட்டு (“இயற்கையின் இயக்க இயல்”) அதிகமாக முற்றுப் பெற்ற ஆறு கட்டுரைகளைக் கொண்டது: “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்”, “இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை”, “மின்விசை”, “ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்”, “முகவுரை”, “ஏற்றவற்ற உராய்வு”.

நான்காவது தாள்கட்டு (“கணிதவியலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும். கதம்பம்”) முற்றுப்பெறாத இரண்டு அத்தியாயங்களையும்—“இயக்க இயல்”, “வெப்பம்”, ஒரு

நீண்ட குறிப்பு அல்லது கோடுகளால் பிரிக்கப்பட்ட சிறிய குறிப்புகள் அடங்கிய எண்களிடப்படாத பதினெட்டு தாள்களையும் கணிதவியல் கணக்கீடுகளைப் பெற்ற சில தாள்களையும் கொண்டது. இந்த நான்காவது தாள்கட்டில் உள்ள குறிப்புகளிடையே “இயற்கையின் இயக்க இயல்” வினுடைய இரண்டு திட்டங்களின் உருவரைகள் உள்ளன. இந்தக் குறிப்புகளில் வெகு சிலவற்றின் வழக்கில் மட்டுமே அவற்றின் தேதிகளை ஸ்தாபிக்க முடிகிறது.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்” வினுடைய இந்தத் தாள்கட்டுகளின் உள்ளடக்கத்தினுடைய விபரமான பட்டியல்களையும், அதனுடைய அத்தியாயங்கள், துணுக்குகள் இவற்றின் கால அட்டவணையையும் இந்தப் பதிப்பின் கடைசியில் பார்சு கலாம் (580-594ம் பக்கங்கள்).

இந்த நான்கு தாள்கட்டுகளுடன் பரிச்சயம் ஏற்படும் போது, “இயற்கையின் இயக்க இயல்” லுக்காகப் பிரத்தியேகமாக எங்கெல்ஸ் எழுதிய அத்தியாயங்கள், பூர்வாங்கக் குறிப்புகள் மட்டுமன்றி, ஆரம்பத்தில் இதில் சேர்க்கக் கருதப்படாத இதர சில கைப்பிரதிகளையும், அதாவது, “‘ஓரிங்குக்கு மறுப்பு’க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை”, இரண்டு “‘ஓரிங்குக்கு மறுப்பு’க்குக் குறிப்புகள்” (“யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன்மாதிரிகளைப் பற்றி”, “இயற்கையைக் குறித்த ‘இயந்திரமுறையிலான’ கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி”), “‘பாயர்பாக்’ கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது”, “மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதகை மாறிய இடை நிலைப்படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்”, “ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்” ஆகியவற்றையும் அவர் சேர்த்துக் கொண்டார் என்பது தெரிகிறது.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்” லின் இந்தப் பதிப்பில் அந்த நான்கு தாள்கட்டுகளில் கீழ்க் கண்டவைகள் மட்டுமே விட்டுவிடப்பட்டன: எவ்வித விளக்கவுரையாலும் தொடரப்படாத துண்டுத் துணுக்கான கணிதவியல் கணக்கீடுகளைக் கொண்ட ஒரு சில பக்கங்கள்: “இயற்கையின் இயக்க இயல்” லுடன் தெளிவாகவே சம்பந்தமில்லாத கீழ்க் கண்ட குறிப்புகள்: (1) “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”க்கு எழுதிய “முகவுரை”யின்

(நவீன சோஷலிஸம் குறித்து) ஆரம்ப உருவரை, (2) அடிமை முறை பற்றிய ஒரு துணுக்கு, (3) ஷார்ல் பூரியே எழுதிய “புதிய தொழில், சமூக உலகம்” என்ற நூலிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பகுதிகள் (இந்த மூன்று குறிப்புகளும் “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” புகுரியபூர்வாங்க வேலையின் பகுதியாகும்), (4) மதிப்பின் உழைப்புத் தத்துவம் குறித்து ஜெர்மன் இரசாயனவியல் வாதியான பிலிப் பாவுலி கொண்டிருந்த எதிர்மறைக் கண்ணோட்டத்தைப் பற்றிய எங்கெல்ஸின் அபிப்பிராயம் தாங்கிய ஒரு சிறிய குறிப்பு.

இந்த வரையறைகளுக்குட்பட்டு, “இயற்கையின் இயக்க இயல்”, 10 கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும், 169 குறிப்புகளும், துணுக்குகளும், திட்டத்தின் இரண்டு உருவரைகளும்—ஆக 181 கூறுகளைக் கொண்டதாக உள்ளது.

நமக்குக் கிடைத்துள்ள திட்டத்தின் இரண்டு உருவரைகள் சுட்டிக்காட்டும் வகையில் எங்கெல்ஸ் திட்டத்தின் அடிப்படைப் போக்குகளை அனுசரித்து விஷயாதாரங்கள் விஷயவாரியாக முறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்தப் புத்தகத்தின் ஆரம்பத்தில் இரண்டு உருவரைகளும் அளிக்கப்பட்டுள்ளன. கூடுதலான விபரங்களுடன் எழுதிய, எங்கெல்ஸினுடைய நூல் முழுவதையுமே அணைத்துள்ள ஓர் உருவரை 1878 ஆகஸ்டில் எழுதப்பட்டதென அனைத்துமே சுட்டிக்காட்டுவதாகத் தென்படுகிறது. நூலின் ஒரு பகுதியை மட்டுமே அணைத்து நிற்கிற மற்றோர் உருவரை கிட்டத்தட்ட 1880ல் எழுதப்பட்டது. எங்கெல்ஸ் 13 ஆண்டுகளாக (1873—1886) விட்டுவிட்டு உழைத்து உருவாக்கிய “இயற்கையின் இயக்க இயல்”லைப் பற்றிக் கைக்குக் கிடைத்துள்ள விஷயாதாரங்கள், பொதுத் திட்டத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள பிரிவுகளுடன் முழுமையாகப் பொருந்துவதில்லை. ஆகவேதான் 1878ல் வகுக்கப்பட்ட திட்டத்தின் ஒவ்வொரு விபரத்தையும் பின்பற்ற இயலவில்லை. இருந்தபோதிலும், கைப்பிரதியின் அடிப்படையான உள்ளடக்கமும் “இயற்கையின் இயக்க இயல்”லின் திட்டத்தின் அடிப்படைப் போக்குகளும் முழுமையாகவே பொருந்துகின்றன. ஆகையால் திட்ட உருவரைகளின் அடிப்படையிலேயே விஷயாதாரங்கள்

முறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தாள்கட்டுகள் வாரியாக விஷயாதாரங்களைத் தொகுத்திருப்பதானது எங்கெல்ஸ் அவர்களாலேயே காட்டப்பட்டதுபோல ஏறக்குறைய முற்றுப் பெற்ற அத்தியாயங்களை ஒரு பகுதியாக ஒரு புறமும், பூர்வாங்கக் குறிப்புகளை மற்றொரு புறமாகவும் வரைசெய்யும் முறை அனுஷ்டிக்கப்பட்டது. இவ்விதம் புத்தகம் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது: (1) கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும், (2) குறிப்புகளும் துணுக்குகளும். இந்த இரண்டு பகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும் எங்கெல்ஸ் திட்டத்தின் அடிப்படைப் போக்குகளை அனுசரித்த ஒரே தன்மைவாய்ந்த வழிகாட்டும் மாதிரியின்படி விஷயாதாரங்கள் முறை செய்யப்பட்டுள்ளன.

பகுதிகளின் கீழ்க்கண்ட தொடர்ச்சியை இந்த அடிப்படைப் போக்குகள் காட்டுகின்றன: (அ) வரலாற்றுரீதியான முகவுரை, (ஆ) பொருள்முதல்வாத இயக்க இயலின் பொதுவான பிரச்சினைகள், (இ) விஞ்ஞானங்களின் வகைப்பிரிவினை, (ஈ) தனிப்பட்ட விஞ்ஞானங்களின் இயக்க இயல் சாராம்சத்தைப் பற்றிய ஆலோசனைகள், (உ) இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் சில முக்கியமான ஆய்வுமுறையியல் பிரச்சினைகளைப் பரிசீலித்தல், (ஊ) சமூக விஞ்ஞானங்களுக்கு மாறுகிற இடைநிலைப்படி. கடைசிக்கு முந்திய பகுதி ஏறக்குறைய நுண்மைப்படுத்தப்படவேயில்லை.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்”லின் முதல் பகுதியாக உள்ள கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும் கீழ்க்கண்ட தொடர்ச்சியில் இருக்க, திட்டத்தின் அடிப்படைப் போக்குகளே காரணமாக உள்ளன:

- (1) (1875-76ல் எழுதப்பட்ட) முன்னுரை;
- (2) “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை. இயக்க இயலைப் பற்றி (1878 மே—ஜூன்);
- (3) ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம் (1878ன் ஆரம்பம்);
- (4) இயக்க இயல் (1879ன் பிற்பகுதி);
- (5) இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள் (1880-81);
- (6) இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை (1880-81);

- (7) ஏற்றவற்ற உராய்வு (1880-81);
- (8) வெப்பம் (1881 ஏப்ரல்—1882 நவம்பர்);
- (9) மின்விசை (1882);
- (10) மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப் படையில் உழைப்பின் பாத்திரம் (1876 ஜூன்).

இந்தக் கட்டுரைகள், அத்தியாயங்களைப் பற்றிக் கூறுவதெனில் விஷயங்கள் தொகுக்கப்பட்டுள்ள முறை, காலரீதியான முறையுடன் ஒருங்கே கிட்டத்தட்டப் பொருந்துகிறது; “உழைப்பின் பாத்திரம்” மட்டுமே இதற்கு விதிவிலக்காக உள்ளது; இது, இயற்கை விஞ்ஞானங்களிலிருந்து சமூக விஞ்ஞானங்களுக்கு மாறுகிற இடைநிலையாக அமைகிறது. எங்கெல்லின் திட்ட உருவரைகளில் “ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்” என்ற கட்டுரை சொல்லப்படுவதில்லை. இதைத் தனியாக, ஏதாவது ஒரு சஞ்சிகையில் வெளியிட ஆரம்பத்தில் எங்கெல்லஸ் கருதியிருக்க இடமுண்டு; பிற்காலத்திலேயே அவர் “இயற்கையின் இயக்க இய”லில் அதைச் சேர்த்திருக்க வேண்டும். அது இங்கு கட்டுரைகள், அத்தியாயங்களிடையே மூன்றாவது இடம் பெற்றுள்ளது; ஏனெனில், அதற்கு முந்திய இரண்டு கட்டுரைகளைப் போலவே அது பொதுவான ஆய்வுமுறையியல் முக்கியத்துவம் உள்ளது; மேலும், அதனுடைய அடிப்படைக் கருத்து சம்பந்தப்பட்ட வரை (அனுபவவாத இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்குத் தத்துவார்த்தச் சிந்தனை அவசியம் என்பது) “‘நீங்குக்கு [மறுப்பு]’க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை”யுடன் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளதாகவும் இருக்கிறது.

புத்தகத்தின் இரண்டாவது பகுதியாக உள்ள செப்பம் செய்யப்படாத முதல் நகல்கள், குறிப்புகள், துணுக்குகள் இவற்றைப் பொறுத்தவரை கையிலுள்ள விஷயாதாரங்களை எங்கெல்லின் திட்ட உருவரைகளுடன் ஒப்பிட்டு நோக்குவது அவை கீழ்க்கண்டவாறு முறைப்படுத்தப்படுவதற்கு இட்டுச் செல்கிறது.

- (1) விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து;
- (2) இயற்கை விஞ்ஞானமும் தத்துவவியலும்;
- (3) இயக்க இயல்;

- (4) பொருளின் இயக்கவடிவங்கள். விஞ்ஞானங்களை வகைபிரித்தல்;
- (5) கணிதவியல்;
- (6) இயந்திரவியலும் வானியலும்;
- (7) பௌதிகவியல்;
- (8) இரசாயனவியல்;
- (9) உயிரியல்.

துணுக்குகளின் இந்தப் பகுதிகளை “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் பத்து கட்டுரைகள், அத்தியாயங்களின் தலைப்புகளுடன் ஒப்பு நோக்கினால் கட்டுரைகளும் துணுக்குகளும் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும் முறை ஏறக்குறைய ஒரே மாதிரியாக உள்ளதைக் காணலாம். துணுக்குகளின் முதற் பகுதி “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் முதல் கட்டுரையுடனும், இரண்டாவது பகுதி இரண்டாவது, மூன்றாவது கட்டுரைகளுடனும், மூன்றாவது பகுதி நான்காவது கட்டுரையுடனும், நான்காம் பகுதி ஐந்தாவது கட்டுரையுடனும், ஆறாம் பகுதி ஆறாவது, ஏழாவது கட்டுரைகளுடனும், ஏழாம் பகுதி எட்டாவது, ஒன்பதாவது கட்டுரைகளுடனும் ஒத்திசைவாக உள்ளன. பத்தாவது கட்டுரைக்கு ஒத்திசைவான துணுக்குகளின் எதிர்ப்பகுதி இல்லை.

இந்தப் பகுதிகளுக்குள்ளும் துணுக்குகள் விஷயங்களை அனுசரித்தே மீண்டும் முறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பொதுவான பிரச்சினைகளைப் பற்றிய துணுக்குகள் முதலில் வருகின்றன; தனிப்பட்ட பிரச்சினைகளைப் பற்றிய துணுக்குகள் இரண்டாவதாக வருகின்றன. “விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து” என்ற பகுதியில் வரலாற்றுத் தொடர்ச்சியை அனுசரித்துத் துணுக்குகள் முறை செய்யப்பட்டுள்ளன; பண்டைய மக்களிடையே விஞ்ஞானங்கள் பிறந்ததிலிருந்து எங்கெல்லின் சமகாலத்தவர் வரை. “இயக்க இயல்” என்ற பகுதியில் பொதுப் பிரச்சினைகளைப் பற்றிய குறிப்புகளும் இயக்க இயலின் அடிப்படை விதிகளைப்பற்றிய குறிப்புகளும் முதலாவதாகவும், அதன் பின்னர் அகநிலை இயக்க இயல் என்று சொல்லப்படுவது சம்பந்தமான குறிப்புகளும் வருகின்றன. முடிந்தவரை ஒவ்வொரு பகுதியும் அடுத்த

பகுதிக்கு மாறுகிற இடைநிலையான துணுக்குகளைக் கொண்டே முடிவடைகிறது.

எங்கெல்லின் ஆயுட் காலத்தில் “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் விஷயாதாரங்கள் பிரசுரிக்கப்பட்டவேயில்லை. அவர் மரணத்துடன் இதன் கைப்பிரதிகள் ஜெர்மானிய சமூக-ஜனநாயகக் கட்சியின் பத்திராலயத்தில் முப்பது ஆண்டுகளாக வைக்கப்பட்டிருந்தன. “இயற்கையின் இயக்க இய”லில் ஆசிரியரால் சேர்க்கப்பட்ட கட்டுரைகளில் இரண்டு மட்டுமே பிரசுரிக்கப்பட்டன. அவைகளில் ஒன்று, “மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்” 1896ல் “Die Neue Zeit” சஞ்சிகையில் வெளியிடப்பட்டதும், மற்றொன்று, “ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்” ஆண்டுப் புத்தகமான “Illustrierter Neue Welt-Kalender” என்பதில் 1898ல் வெளிவந்ததுமாகும். 1925ல் சோவியத் யூனியனில் முதன் முதலாக “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் முழு வாசகமும் பிரசுரிக்கப்பட்டது; ருஷ்ய மொழியாக்கத்துடன் கூடவே அது அக்கம் பக்கமாக ஜெர்மானிய மொழியிலும் தோன்றியது (“மார்க்ஸ்-எங்கெல்ஸ் பத்திரங்கள்”, பாகம் இரண்டு). அதற்குப் பின்னால் ஒரு தடவைக்கு மேலாகவே எங்கெல்லின் நூல் வெளியிடப்பட்டது; ஒவ்வொரு தடவையும் கைப்பிரதிகளை வாசிப்பதில் புதிய திருத்தங்கள் புகுத்தப்பட்டு, மொழியாக்கத்திலும் விஷயாதாரங்களை முறை செய்வதிலும் அபிவிருத்திகள் கொண்டுவரப்பட்டன. பின்னால் வந்த பதிப்புகளில் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது அசல் மொழியில் வெளியிடப்பட்டதும் (மார்க்ஸ்-எங்கெல்ஸ், Gesamtausgabe. பி. எங்கெல்ஸ், “Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft. Dialektik der Natur”. Sonderausgabe. Moskau-Leningrad, 1935), 1941ல் ருஷ்ய மொழியில் வெளிவந்த பதிப்புமாகும்; இவற்றின் முன் மாதிரியை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல அயல் மொழி வெளியீடுகள் கொண்டுவரப்பட்டன.

இந்தப் பதிப்பில், 1941ம் ஆண்டு ருஷ்யப் பதிப்பில் விஷயாதாரங்கள் முறை செய்யப்பட்ட வகையே அனுசரிக்க

கப்பட்டுள்ளது. கணிசமாக விரிவாக்கப்பட்டுள்ள குறிப்பு களும் அட்டவணைகளும் கார்ல் மார்க்ஸ் — பிரெடெரிக் எங்கெல்ஸ் நூல்களின் தொகுப்பின் (இரண்டாம் பதிப்பு (ருஷ்ய மொழியில்), மாஸ்கோ, 1961) 20ம் பாகத்தில் கண்டவாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மார்க்ஸீய-லெனினீயக் கழகம்,
சோவியத் கம்யூனிஸ்டுக் கட்சியின் மத்தியக் குழு

1) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 2) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 3) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 4) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 5) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 6) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 7) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 8) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 9) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 10) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 11) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*
 12) *Phosphorus* *Einheit*: *in* *der* *einheitlichen* *Form* *als* *ein* *Atom* *von* *Phosphorus* *einheitlich*

3 W 5

“இயற்கையின் இயக்க இய”லின் பொதுத் திட்டத்தின் உருவரை.

[திட்டத்தின் உருவரைகள்]

[பொதுத் திட்டத்தின் உருவரை]

(1) சரித்திரரீதியான முன்னுரை: இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சி காரணமாக, அதில் இயக்க மறுப்பியல் கண்ணோட்டத்திற்கே இடமில்லை என்றாகிவிட்டது.

(2) ஹெகலுக்குப்பின் ஜெர்மனியில் தத்துவார்த்த வளர்ச்சியின் போக்கு (பழைய முகவுரை).² இயக்க இயலுக்குத் திரும்புதல் உணர்வற்ற முறையில் நடக்கிறது; எனவே முரண்பட்டும் மந்தமாயும் நடைபெறுகிறது.

(3) சர்வவியாபகமான பரஸ்பரத் தொடர்புகளின் விஞ்ஞானம் என்ற வகையில் இயக்க இயல். பிரதான நியதிகள்: அளவு நிலை, பண்பு நிலை இவற்றின் மாற்றம்—துருவ நிலை எதிர்மறைகள் பரஸ்பரம் ஊடுருவல், கோட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்படும்பொழுது ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுதல்,—முரண்பாட்டின் மூலம் வளர்ச்சி அல்லது நிலை மறுப்பு நிலைமறுக்கப்படல்,—சுழலேணி வடிவம் கொண்ட வளர்ச்சி.

(4) விஞ்ஞானங்களின் பரஸ்பரத் தொடர்பு. கணிதவியல், இயந்திரவியல், பெளதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல். ஸான் ஸிமோன் (கோன்ட்), ஹெகல்.

(5) தனித்தனி விஞ்ஞானங்கள், அவற்றின் இயக்க இயல் ரீதியான உள்ளடக்கத்தைப் பற்றிய aperçus [நினைவுகள், குறிப்புகள்]:

1. கணிதவியல்: இயக்க இயல் உபகரணங்களும் சொல்லுருக்களும்.—கணிதத் துறையில் எல்லையற்ற நிலை உண்மையில் உண்டாகுதல்;

2. வானுலக இயந்திரவியல்-அது ஒரு நிகழ்வுப் போக்கு என்ற முறையில் இப்போது பார்க்கப்படுகிறது. —இயந்திரவியல்: இதன் துவக்க முனை இயங்கா நிலைச் சக்தி(inertia)யே; அது இயக்கத்தின் அழியமுடியாத தன்மையின் எதிர்மறையான வடிவமே;
3. பௌதிகவியல்—மூலக்கூறு இயக்கங்கள் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுபடுதல். கிளாவுளியஸ், லோஷ்மிட்;
4. இரசாயனவியல்: தத்துவங்கள், ஆற்றல்;
5. உயிரியல், டார்வினியம். தேவையும் தற்செயலும்.
- (6) அறிவின் வரம்புகள். தூ-புவா ரேய்மோன் என்பவரும், நகேலியும்.³ — ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸ், கான்ட், ஹியூம்.
- (7) இயந்திரவியல் தத்துவம். ஹெக்கல்.⁴
- (8) 'பிளாஸ்டிபூல்' ஆன்மா—ஹெக்கலும் நகேலியும்.⁵
- (9) விஞ்ஞானமும் போதனையும்—விர்ஹோவ்.⁶
- (10) உயிரணு நிலை—விர்ஹோவ்.
- (11) டார்வினிய அரசியலும் சமூகத்தைப் பற்றிய தத்துவமும் — ஹெக்கலும் ஷ்மிட்டும்.⁷—உழைப்பின் மூலம் மனிதன் வேறுபடுதல்.—இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் பொருளாதாரத்தைச் செயல்படுத்தல்.—ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸின் 'வேலை' (Populäre Vorträge, II).⁸

[திட்டத்தின் ஒரு பகுதியின் உருவரை]⁹

- (1) பொதுவாக இயக்கத்தைப் பற்றி.
- (2) கவர்ச்சியும் விலக்கலும். இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படல்.
- (3) ஆற்றலின் அழியாநிலை [பற்றிய விதி] இதற்கு அநுஷ்டிக்கப்படுதல். விலக்கல்+கவர்ச்சி.—விலக்கல் கூட்டப்படல்=ஆற்றல்.
- (4) புவி ஈர்ப்பு—விண்கோள்கள்—பூவுலக இயந்திரவியல்.
- (5) பௌதிகவியல். வெப்பம். மின்சாரம்.
- (6) இரசாயனவியல்.
- (7) சுருக்கம்.
- (அ) 4க்கு முன்பு: கணிதவியல். எல்லையற்ற கோடு. +ம்,—ம் சமம்.
- (ஆ) வானியலில்: ஏற்றவற்றத்தின் விளைப்பாடு.

ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸின் இரட்டைக் கணக்குகள், II, பக்கம் 120.*

ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸின் "சக்திகள்", II, பக்கம் 190.**

* இந்நூலின் 138-144 பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

** இந்நூலின் 135-140 பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

[கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும்]

முன்னுரை¹⁰

இயற்கையைப் பற்றிய நவீன ஆராய்ச்சி முறை ஒன்று மட்டுமே விஞ்ஞானரீதியான, முறைப்படுத்தப்பட்ட, பன்முக வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது; இந்த வளர்ச்சி, பண்டைக் காலத்து மாண்புமிக்க இயற்கை-தத்துவவியல் உள்ளுணர்வுகளுக்கு மாறாகவும், அராபியர்களின் மிக முக்கியத்துவம் பொருந்திய, ஆனால் துண்டுதுண்டான கண்டுபிடிப்புகளுக்கும் மாறாகவும் உள்ளது; அராபியர்களின் கண்டுபிடிப்புகள் பெரும் பாகம் பலனின்றி மறைந்துவிட்டன; மிக சமீபத்திய வரலாறு முழுவதையும் போலவே இயற்கையைப் பற்றிய இந்த நவீன ஆராய்ச்சியும், ஜெர்மானியர்களாகிய நாம் மதச்சீர்த்திருத்தகாலம் (Reformation) என்று குறிப்பிடுகிற மகத்தான சகாப்தத்திலிருந்து, அந்தச் சமயத்தில் நம்மைத் தழுவிய தேசிய துரதிருஷ்ட காலத்திலிருந்து, மறுமலர்ச்சிக் காலம்(Renaissance)என்று பிரெஞ்சுக்காரர்களாலும் புத்துயிர்ப்புகம் (Cinquecento) என இத்தாலியர்களாலும்—இவற்றில் எந்தப் பெயரும் அதன் முழுமையை வெளிப்படுத்துவதில்லை—அழைக்கப்படுகிற காலத்திலிருந்து தொடங்குகிறது. பதினேந்தாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியிலிருந்து இந்தச் சகாப்தம் ஆரம்பிக்கிறது. நகரங்களில் உள்ள நகரத்தார் (burghers) உதவியுடன் அரசர் குலம் நிலப்பிரபுத்துவ வர்க்கத்தின் அதிகாரப் பிடிப்பை உடைத்து மகத்தான முடியரசுகளை ஸ்தாபித்தது; சாராம்சத்தில் இவை தேசிய இன அடிப்படையில் அமைந்தன; இவற்றிற்குள்ளிருந்துதான் நவீன ஐரோப்பிய தேசிய இனங்களும், நவீன முதலாளித்துவச்

முன்னுரை

39

சமூகமும் வளர்ந்து வெளிப்பட்டன. நகரத்தாரும், பிரபுக்களும் ஒருவரோடொருவர் சண்டை செய்து கொண்டிருந்த அதேபொழுதில், ஜெர்மன் விவசாயிகளின் போர், கலகம் புகிற விவசாயிகளை மட்டுமன்றி — இதில் புதிது எதுவும் இல்லை—அவர்கள் பின்னே, சரக்குகளைப் பொது உடைமையாக்குக என்று கோஷித்துக்கொண்டு கைகளிலே செங்கொடி ஏந்திவந்த நவீனப் பாட்டாளி வர்க்கத்தின் முதல் தொகையினரையும் அரங்கில் ஏற்றி, எதிர்கால வர்க்கப் போராட்டங்களைத் தீர்க்கதரிசனத்துடன் சுட்டிக்காட்டியது. பைஸான்தியம் பேரரசின் வீழ்ச்சியிலிருந்து காப்பாற்றப்பட்ட கையெழுத்துப் பிரதிகளும், ரோமாபுரியின் இடிபாடுகளிடையே இருந்து தோண்டி யெடுக்கப்பட்ட பண்டையச் சிற்பச் சிலைகளும், மேற்கு நாடுகளைத் திகைப்பிலாழ்த்தும்படியான ஒரு புதிய உலகத்தை, பண்டைய கிரேக்க உலகத்தை, வெளிப்படுத்தின; அதனுடைய ஒளிபொங்கும் வடிவங்களின் முன்னே மத்திய காலத்தின் (Middle Ages) ஆவிக் கணங்கள் மறைந்தொழிந்தன; கலைகளின் மலர்ச்சியில் கற்பனைக்கும் எட்டாத சிகரங்களை இத்தாலி எட்டிப்பிடித்தது; ஆதாரச் சிறப்பெய்திய பண்டைக் காலத்தின் பிரதிபிம்பம்போல் அது இருந்தது; அந்தச் சிகரத்தை அதன்பின்னர் அது எட்டவே இல்லை. இத்தாலியிலும், பிரான்ஸிலும், ஜெர்மனியிலும் ஒரு புதிய இலக்கியம், முதன்முறையாக ஒரு நவீன இலக்கியம் உருப்பெற்றது; இதைச் சற்றே பின்தொடர்ந்து ஆங்கில, ஸ்பானிய இலக்கியங்களில் ஆதாரச் சிறப்பான சகாப்தங்கள் தோன்றின. பழங்கால orbis terrarum* எல்லைகள் கடக்கப்பட்டன; உலகம் உண்மையில் அப்பொழுதுதான் முதன்முறையாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது; உலகரீதியான வாணிபத்திற்கும், சாதாரணக் கைத்தொழிலிலிருந்து பட்டறைத் தொழில் முறைக்கு (manufacture)மாறுவதற்கும் அடிக் கற்கள் அப்போதுதான் நாட்டப்பட்டன; இந்தப் பட்டறைத் தொழில் முறை நவீனப் பெரும் அளவு இயந்திரத் தொழிலுக்கும் துவக்கப் புள்ளியாக அமைந்தது. மனிதர்களின் சிந்தனையின்மீது கிறிஸ்துவத் திருச்சபை செலுத்திய

* உலகப் பரப்பின்.—(ப-ர்.)

சர்வாதிகாரம் உடைத்து நொறுக்கப்பட்டது; ஜெர்மானியத் தேசிய இனங்களில் பெரும்பாலானவை அதை நீக்கிவிட்டுப் பிராடெஸ்டன்டு பிரிவைத் தழுவின; அராபியர்களிடமிருந்து பெறப்பட்டு, புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கிரேக்க தத்துவவியலால் ஊட்டம் கொடுக்கப்பட்ட சதந்திரமான சிந்தனையின் உற்சாகமூட்டும் உணர்வு லத்தீன் மொழி பேசுவோரிடையே மேலும் மேலும் வேரூன்றி, 18வது நூற்றாண்டின் பொருள்முதல்வாதத்திற்கு வழி கோலியது.

இதுவரை மனிதகுலம் அனுபவத்தில் கண்டவற்றில் இதுவே ஆகப்பெரிய மகத்தான முற்போக்குப் புரட்சியாகும்; பேராற்றல் உள்ளவர்கள் தேவைப்பட்ட, பேராற்றல் உள்ளவர்களைத் தோற்றுவித்த யுகம் அது—சிந்தனாசக்தியிலும், உணர்விலும், குணத்திலும், பல விதவிதமான திறமைகளிலும், கல்வித்தேர்ச்சியிலும் அவர்கள் பேராற்றல் உடையவர்களே. நவீன பூர்ஷ்வா வர்க்க ஆட்சியின் ஸ்தாபகர்களுக்கு பூர்ஷ்வா வரையறைகள் சிறிதேனும் இல்லை. நேர்மாறாக, அந்தக் காலத்தின் துணிச்சல் மிக்க தன்மை அவர்களுக்கு உயர்வாகவோ, குறைவாகவோ ஏதோ ஓர் அளவில் உத்வேகம் ஊட்டியது. முக்கியஸ்தன் என்று ஓரளவுக்குக் கருதப்பட்ட எவனும் விரிவாகப் பிரயாணம் செய்யாதவனாகவோ, நான்கு அல்லது ஐந்து மொழிகளில் பயிற்சி இல்லாதவனாகவோ, பல துறைகளிலும் புகழ் பெற்றவனாகவோ அநேகமாக இருந்ததில்லை. வியேனாட்டோடா வின்சிக் ஒரு மகத்தான ஓவியக்கலைஞன் மட்டுமல்ல; அவன் கணிதவியல், இயந்திர அமைப்பு, பொறியியல் ஆகிய துறைகளிலும் ஒரு மேதை; பௌதிகவியலின் பல்வேறு கிளைகளும் அவனுக்கு முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகளால் கடமைப்பட்டுள்ளன. ஆல்பிரஹ்ட் டியூரேர் ஓர் ஓவியநிபுணன், உலோகச் செதுக்குக் கலைஞன், சிற்பி, கட்டிட இயல் புலவன்; அதுமட்டுமல்ல, அவன் அரண்கள் அமைப்பதில் ஒரு புதிய முறையையே சிருஷ்டித்தவன். அவனுடைய தத்துவத்தில் பல கருத்துகள் மோண்டலம்பேர் என்பவராலும், நவீன ஜெர்மன் அரண் அமைப்பு விஞ்ஞானத்தாலும் வெகு காலத்

திற்குப் பின்னால் மறுபடியும் எடுத்தாளப்பட்டன. மாகிய வெல்லி என்பவன் ஆட்சிக்கலை, வரலாறு துறைகளில் புலவன்; கவிஞனும் கூட; அதே சமயத்தில், நவீன காலத்தில் ராணுவ விவகாரங்களைப் பற்றி முதன்முதலில் எழுதிய புகழ்பெற்ற எழுத்தாளனும் அவனே. லூதர் கிறிஸ்துவத் திருச்சபையின் குப்பைக் கூளங்களை மட்டுமின்றி ஜெர்மன் மொழியிலும் குவிந்துபோன குப்பைக் கூளங்களையும் அகற்றிச் சுத்தம் செய்தார்; ஜெர்மன் மொழியின் உரைநடையைச் சிருஷ்டித்தவரும் அவரே. மேலும், அவர் வெற்றி முரசு கொட்டும் தேவகீதத்தின் இராகத்தையும் வார்த்தைகளையும் உருவாக்கினார்; அதுவே பின்னால் 16ம் நூற்றாண்டின் மார்செயேஸ்¹¹ கீதமாகவும் பரிணமித்தது. அக்காலத்து மாவீரர்கள் தொழில் பிரிவினையின் விலங்குகளில் இன்னமும் அகப்பட்டு அடிமைப்படவில்லை. ஒருசார்புத் தன்மையை யுண்டாக்குகிற அதன் கட்டுத்தளைகளின் விளைவுகளை அவர்களுக்குப் பின்னால் வந்தவர்களிடம் நாம் அடிக்கடி காண்கிறோம். ஆனால் ஏறக்குறைய அவர்கள் அனைவரும் தத்தம் நிகழ்கால இயக்கங்களின், நடைமுறைப் போராட்டங்களின் மத்தியிலே வாழ்ந்து செயலாற்றிவந்தார்கள் என்பதே அவர்களின் பிரத்தியேகமான குணம்சமாகும்; அவர்கள் ஏதாவது ஒரு தரப்பில் நின்று, போராட்டத்தில் பங்கு பற்றினர்; ஒருவன் பேசியும், எழுதியும், மற்றொருவன் வாளேந்தியும், பலர் இரண்டையும் கையாண்டும் போராட்டத்தில் பங்கு பற்றினர். ஆகவே, அவர்களுடைய குணத்தின் முழுமையும் வலிமையும் சேர்ந்து அவர்களைப் பூரண மனிதர்களாக்கின. தங்களுடைய படிப்பறைகளில் உட்கார்ந்துகொண்டு ஆராய்ச்சியை மட்டும் செய்துகொண்டிருந்தவர்கள் அப்பொழுது விதிவிலக்காகவே இருந்தனர்—அவர்கள் இரண்டாந்தர, மூன்றாந்தரமான நபர்களாகவோ சோதனைகளில் ஈடுபட விரும்பாத பிலிஸ்டைன்களாகவோ இருந்தனர்.

அந்தக் காலத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானமும் இந்தப் பொதுப் புரட்சியின் மத்தியிலேதான் வளர்ச்சியடைந்து முற்றிலும் புரட்சிகரமானதாக விளங்கியது; உண்மையில் அது தன்னுடைய வாழும் உரிமையைப் போராடி வென்று

கொள்ள வேண்டியிருந்தது. நவீனத் தத்துவவியலுக்குத் துவக்கமாக இருந்த இத்தாலியப் பெருந்தகையாளர் களுக்குப் பக்கத்திலேயே இதுவும் இன்க்விஸிஷன் என்று அழைக்கப்பட்ட கத்தோலிக்கச் சர்வவிசாரணைச் சபையின் எரிகம்பத்துக்கும் சிறைச்சாலைகளுக்கும் தனது தியாகிகளை ஈந்தது. இயற்கையைச் சுதந்திரமாக ஆராய்வதை ஒடுக்கு வதில் பிராடெஸ்டன்டுகள் கத்தோலிக்கர்களே மிஞ்சிவிட்டனர் என்பது குறிக்கத்தக்கது. இரத்த ஓட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்கும் தருவாயில் இருந்த ஸெர்வேடஸ் என்பவரை எரிகம்பத்தில் கட்டி உயிரோடு எரிக்கச் செய்தார் கால்வின். அது மட்டுமல்ல, கால்வின் அவரை உயிருடன் இரண்டு மணிநேரம் நெருப்பில் வறுத்தெடுக்கப்படவும் செய்வார். இன்க்விஸிஷன் சபையாவது ஜியார்டானோ புருளோவை உயிரோடு எரித்த தோடு போதும் என்றிருந்தது.

கோப்பேர்னிகளின் அமரத்துவம் வாய்ந்த நூல் வெளியிடப்பட்டதானது, இயற்கை விஞ்ஞானம் தனது சுதந்திரத்தைப் பிரகடனம் செய்த புரட்சிகரமான செயலாக இருந்தது; அது ஏறக்குறையப் போப்பாண்டவரின் ஆணைப் பத்திரத்தைப் பகிரங்கமாக எரித்த லூதரின் செயலைத் திரும்பவும் செய்துகாட்டியதாக இருந்தது; அந்த நூலின் வாயிலாக கோப்பேர்னிகஸ் மிகுந்த தயக்கத்துடன் ஒரு விதத்தில் மரணப்படுக்கையில் தாம் படுத்தபிறகேதான்,—இயற்கையின் விவகாரங்களில் கிறிஸ்துவ மதபீடத்தினர் செலுத்திய ஆதிக்கத்திற்குச் சவால் விடுத்தார்.¹² இயற்கை விஞ்ஞானத்துக்கும் இறைமையியலுக்கும் இடையே உள்ள பரஸ்பர கோரிக்கைகளைப் பற்றிய சர்ச்சை இன்று வரை தொடர்ந்தும் பலருடைய சிந்தனையில் முற்றுப்பெறாமலும் நீடிக்கிறது என்ற போதிலும் இயற்கை விஞ்ஞானம் இறைமையியலிலிருந்து விடுதலை பெற்றதானது அந்த நாளிலிருந்து துவங்கிற்று. இருந்த போதிலும், அந்தக் காலத்திலிருந்து விஞ்ஞானங்களின் வளர்ச்சி அசுர நடையில் முன்னேறியது; புறப்பட்ட நிலையிலிருந்து அது விலகிச் செல்லும் தூரத்தின் வர்க்கத்துக்குத் தகவுப்பொருத்தமாக அதன் வளர்ச்சியின் வேகம் அதிகரித்தது என்றும் சொல்லக் கூடும். இனிமேல், உயிர்ப்

புள்ள பொருளின் உன்னதமான விளைபொருளான மனித மனத்தின் விஷயத்தில் இயக்கத்தின் நியதி என்பது உயிர்ப்பற்ற பொருள் இயக்கத்துக்குரிய நியதிக்குத் தலைகீழானதாகும் என்று உலகுக்குக் காட்டுவதுபோல் இருந்தது.

இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இப்போது புதிதாகத் துவங்கிய முதல் கட்டத்தின் பிரதான வேலை தன் அருகாமையிலுள்ள விஷயாதாரங்களை உடனடியாக ஜீரணித்துத் தேர்ச்சி பெறுவதே. மிகப் பெரும் பான்மையான துறைகளில் அது அரிச்சுவடியிலிருந்து துவங்கவேண்டியிருந்தது. யூக்லிட் கணிதத்தையும், ப்டாலமியின் சூரியமண்டல அமைப்புத் தத்துவத்தையும் பண்டைக்காலம் சொத்தாக விட்டுச் சென்றது; அராபியர்கள் தசாம்ச முறை, அல்ஜிப்ராவின் தொடக்க விவரங்கள், நவீன காலத்திய எண்கள், இரசவாதம் ஆகியவற்றை விட்டுச் சென்றனர்; கிறிஸ்துவ மத்திய காலம் ஒன்றையும் விட்டுச் செல்லவில்லை. அவசியத்தின் நிமித்தமாக, இந்த நிலையில், பூவுலக, விண்ணுலகக் கோள்களின் இயந்திரவியல் என்ற இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் மிகமிக அடிப்படையான விஞ்ஞானமே முதலிடம் பெற்றது; மேலும் இதற்குப் பக்கத்திலேயே, இதற்குத் துணையாக நிற்கும் வகையில், கணிதவியல் முறைகளைக் கண்டுபிடித்து நிறைநேர்த்தியாக்குவதும் நடந்தது. மகத்தான சாதனைகள் இதில் சாதிக்கப்பட்டன. நியூட்டன், விண்னேயஸ் இவர்களால் இனங்கண்டு கொள்ளும் காலத்தின் இறுதிக் கட்டத்தில் விஞ்ஞானங்களின் இப்பிரிவுகள் ஒருவகையான தேர்ச்சி பெற்றதை நாம் காண்கிறோம். மிக முக்கியமான கணிதவியல் முறைகளின் அடிப்படையான லட்சணங்கள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டன: விசேஷமாக டேக்கார்ட்டின் பகுப்பு முறை ஜியோமிதி, நேபியரின் லாகரிதம் (logarithm), லைப்னிட்ச், ஒரு வகையில் நியூட்டன் ஆகியோரின் வகையீட்டு, தொகையீட்டு நுண்கணிதம் என்றவாறு. கெட்டிப் பொருட்களின் இயந்திரவியலுக்கும் இது பொருந்தும், அதனுடைய பிரதான நியதிகள் இறுதியாகத் தெளிவாக்கப்பட்டன. முடிவாக, சூரிய மண்டலத்தை ஆராயும் வானியலில் கோள்களின் இயக்கத்தைப் பற்றிய நியதிகளைக் கெப்ளர் கண்டுபிடித்தார்; பொருட்களின்

பொதுவான இயக்க நியதிகளின் கண்ணோட்டத்திலிருந்து நியூட்டன் அவைகளை வரையறுத்தார். இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இதர பிரிவுகள் இந்த ஆரம்பகட்ட நிறைநேர்த்திக்கும் கூட வெகு தூரத்திற்குப் பிற்பட்டு நின்றன. இந்தக் காலகட்டத்தின் இறுதி வாக்கில்தான் நீர்மப் பொருட்கள், வாயுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றின் இயந்திரவியல் மேற்கொண்டு ஆராயப்பட்டது.* பௌதிகவியல் தனது ஆரம்பக் கட்டத்திலிருந்து — ஒளியியலைத்தவிர — அதிகமாக ஒன்றும் வளர்ந்து விடவில்லை; வானியலின் நடைமுறைத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய வேண்டிய காரணத்தால் ஒளியியல் பிரமாதமாக அபிவிருத்தி பெற்றது. புளோஜிஸ்டன் தத்துவத்தால் (phlogistic theory)¹³ இரசாயனவியல் இரசவாதத்திலிருந்து முதல் தடவையாக விடுதலை பெற்றது. கனிப்பொருளியலின் கருப்பருவத்தைவிட்டு பூகர்ப்பவியல் அதிகமாக ஒன்றும் வளர்ந்துவிடவில்லை; இதனால், தொல்லியிரியல் (palaeontology) என்பது தோன்றுவதற்கும் முடியாதிருந்தது. கடைசியாக, உயிரியல் துறையில், தாவர, விலங்கியல் சம்பந்தமாக மட்டுமல்லாமல் உடற்கூறுவியல், குறிப்பாக உடலியல் சம்பந்தப்பட்ட ஏராளமான விஷயாதாரங்களைச் சேகரிப்பதும் இனம் பிரித்து வகைப்படுத்துவதும் இன்னும் பிரதான வேலையாக இருந்தது. ஆகவே, உயிரின் பல்வேறு வகையான வடிவங்களை ஒப்பு நோக்குதல், அவை பூகோள ரீதியாக எவ்வாறு சிதறி அமைந்துள்ளன என்பதையும், அவைகளின் சீதோஷ்ண, இதர வாழ்க்கைச் சூழ்நிலைகளைப் பற்றியும் ஆராய்வது என்ற பேச்சிற்கே இடமில்லாமலிருந்தது. லின்னேயஸ் காரணமாக தாவரவியலும் விலங்கியலும் மட்டுமே ஏறத்தாழ முழுமையை நெருங்கின.

இந்தக் காலகட்டம் முழுவதற்கும் இனக்குறிப்பாய் அமைந்த அம்சம் என்னவெனில், ஒரு விசித்திரமான பொதுக்கண்ணோட்டம் விவரமாக விளக்கம் பெற்றிருந்ததே யாகும்; அதன் கேந்திரமான கருத்து, இயற்கை, பரி

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் எங்கெல்ஸ் பென்சிலிலே குறித்திருப்பதாவது: “ஆல்ப்ஸ் மலைப்பிரதேச நதிகளைக் கட்டுப்படுத்துவது குறித்து டாரிசெல்லிசொல்வது.”—(ப-ர்.)

பூரணமான மாறுத்தன்மை கொண்டது என்பதே. இயற்கை எந்த முறையில் தோன்றியிருந்தாலும், அது ஒரு தடவை தோன்றியபிறகு, அது தொடர்ந்து இருந்து வந்திருக்கிற காலம் முழுவதும் அது தோன்றியபோதிருந்தவாறே நிலை பெற்றுள்ளது. மர்மமான “ஆதித்தூண்டுதல்” ஒன்றால் ஒரு தடவை இயக்கப்பெற்ற பிறகு விண்கோள்களும் அவைகளின் துணைக்கோள்களும் ஏற்கனவே நிர்ணயிக்கப்பட்ட நீள்வட்டப் பாதைகளின் வழியே நிரந்தரமாக அல்லது பிரபஞ்ச முடிவுக்காலம் வரை வட்டமிட்டுத் திரிந்தவாறுள்ளன. தத்தம் இடங்களில் விண்மீன்கள் ஸ்திரநிலை பெற்றன, நிலை மாற்றம் பெற முடியாமலிருக்கின்றன. “பிரபஞ்ச வியாபகமான புவி ஈர்ப்புச் சக்தி”யின் காரணமாக தத்தம் இடத்தில் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த நில உலகம் சதாசர்வகாலம், அல்லது மாற்றாக அதன் சிருஷ்டியின் முதல் நாளிலிருந்து, யாதொரு மாற்றமுமின்றி ஒரேவிதமாக இருந்து வருகிறது. இன்றைய “ஐந்து கண்டங்கள்” எப்பொழுதுமே இருந்து வந்திருக்கின்றன; இந்த ஐந்து கண்டங்களில் அதே மலைகளும், பள்ளத்தாக்குகளும், ஆறுகளும், அதே சீதோஷ்ண நிலையும்,—மனிதனால் இடப்பெயர்ச்சி அல்லது மாற்றம் செய்யப்பட்டதைத்தவிர—அதே தாவர, மிருக ராசிகளும் இருந்தன. தாவர, மிருக ராசிகள் ஒரு தடவை தோன்றியதோடு அப்படியே நிரந்தரமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டுவிட்டன; இன ராசிகளின் அந்தந்த வகை ராசிகள் அந்தந்த வகைப்பட்ட ராசிகளையே உண்டாக்கியவாறு இருந்தன. கலப்புச் சேர்க்கையால் இங்குமங்கும் சிற்சில புதிய ராசிகள் தோன்றியிருக்கலாம் என்று லின்னேயஸ் ஒப்புக்கொண்டது மிகப் பெரிய விஷயமாக இருந்தது. காலத்தில் வளருகிற மனித இனத்தின் வரலாற்றிற்கு நேர்மாறாக, இடவெளியில் வெளிப்படுத்திக் கொள்கிற தன்மை மட்டுமே இயற்கையின் வரலாற்றிற்குக் கற்பிக்கப்பட்டது. இயற்கையில் எல்லா மாற்றமும் எல்லா வளர்ச்சியும் மறுக்கப்பட்டது. ஆரம்பத்தில் எவ்வளவோ புரட்சிகரமாக இருந்த இயற்கை விஞ்ஞானம், பூரணமான தேக்கத் தன்மை கொண்ட இயற்கையுடன் திடீரென எதிரே முட்டிக் கொண்டது; தோன்றிய காலத்தில் இருந்தவாறே

இன்னும் கூட இருக்கிற, ஊழிக் காலம் வரை அல்லது நிரந்தரமாக அதேவிதமாக இருந்துவிடக்கூடிய இயல்பையுள்ள இயற்கையைக் கண்டது.

அறிவுத்துறையிலும், தனது விஷயாதாரங்களை அலசியாராய்வதிலுங்கூட, 18ம் நூற்றாண்டின் முதற்பாதியைச் சேர்ந்த இயற்கையியல் பண்டைக்கால கிரீஸைவிட மேலானதாக எந்த அளவுக்கு இருந்ததோ அந்த அளவுக்கு இந்த விஷயாதாரங்களைத் தத்துவரீதியாகப் பயின்று தன் வயமாக்கிக்கொள்வதில், இயற்கையைப் பற்றிய பொதுவான கண்ணோட்டத்தின் விஷயத்தில், அது பண்டைக்கால கிரீஸைவிடத் தாழ்ந்திருந்தது. பிரபஞ்சம் என்பது சாராம்சத்தில் ஓர் பாழ்வெளியிலிருந்து உதித்ததொன்றாக, வளர்ந்து உருப்பெற்றதொன்றாக, கிரேக்க தத்துவவியல்வாதிகள் கருதினர். நாம் ஆராயும் காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த இயற்கை விஞ்ஞானிகளோ எனில், அதை இறுதியாகச் சமைந்து போனதொன்றாக, மாறாததன்மை கொண்டதாகக் கருதினர், அவர்களில் பெரும்பாலார் அது ஒரு சொடுக்கில் சிருஷ்டிக்கப்பட்டதென்று நம்பினர். விஞ்ஞானம் இறைமை இயலின் வலைப்பின்னலில் மிக நெருக்கமாக இன்னும் சிக்கிக்கிடந்தது. இயற்கையைக் கொண்டே விளக்க இயலாத, வெளியிலிருந்து வருகிற ஒரு தூண்டுதலில் இறுதிக் காரணத்தை எல்லாத் துறைகளிலும் அது தேடிச் சென்று அடைந்த வாறிருந்தது. “பிரபஞ்ச வியாபகமான புவி ஈர்ப்புச் சக்தி” என்று நியூட்டனால் படாடோபமாகப் பெயர் சூட்டப்பட்ட கவர்ச்சிச் சக்தி பொருளின் ஒரு முக்கியமான குணமாகக் கருதப்பட்டாலும்கூட, கோள்களின் நீள்வட்டப் பாதைகளை முதலில் தோற்றுவித்த அந்த விளக்கப்படாத புடைப் பெயர்ச்சிச் சக்தி (tangential force) எங்கிருந்து முளைத்தது? எண்ணற்ற தாவர, மிருக வகைகள் தோன்றியது எவ்வாறு? எல்லாவற்றையும்விட மனிதன் எவ்வாறு தோன்றினான்? ஏனெனில், மனிதன் அனாதிகாலம் தொட்டு இருக்கவில்லை என்பது உறுதியான சேதி. இப்படிப்பட்ட வினாக்களுக்கு எல்லாவற்றையும் படைத்த ஒரு சிருஷ்டிகர்த் தாவையே பொறுப்பாக்கி அடிக்கடி இயற்கையியல் விடை

கொடுத்துவந்தது. இந்தக் காலப் பகுதியின் தொடக்கத்தில் கோப்பேர்னிகஸ் இறைமை இயலை வெளியேறச் செய்தார்; நியூட்டன் இறைமைக்குரிய ஆதித்தூண்டுதலைப் பற்றிய கருத்து வைத்து இந்தக் காலப்பகுதியை முடித்தார். இந்த இயற்கையியல் அடைந்த உச்ச நிலையான பொதுக் கருத்து என்னவெனில், இயற்கையின் ஏற்பாடுகளிலே ஒரு செயல் நோக்குள்ள தன்மை இருக்கிறது என்பதே; இதுவே வோல்பின் ஆழமற்ற காரணகாரியவாதம் (teleology); இதன்படி, எலிகளைத் தின்னப் பூனைகள் படைக்கப்பட்டன; பூனைகள் தின்பதற்காக எலிகள் படைக்கப்பட்டன, ஆக இயற்கை முழுவதுமே சிருஷ்டிகர்த்தாவின் விவேகத்துக்குச் சான்று கூறவே படைக்கப்பட்டது. அக்காலத்தைச் சேர்ந்த தத்துவவியல் அன்றைய இயற்கையியலின் தளையுண்டிருந்த நிலையால் தடம் புரளாதவாறு தன்னைக் காத்துக்கொண்டதும், அது ஸ்பிரிதூலா முதல் மாபெரும் பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதிகள் ஈராக உலகத்தை உலகத்தைக் கொண்டே விளக்க வேண்டும் என்று வலியுறுத்தி விபரமாக நியாயப்படுத்தும் வேலையை எதிர் காலத்திய இயற்கையியலுக்கு விட்டதும், அதன் உன்னதமான பெருமைக்குரிய விஷயங்களாகும்.

18வது நூற்றாண்டின் பொருள்முதல்வாதிகளையும் இந்தக் காலகட்டத்திற்குள் நான் உட்படுத்துகிறேன்; ஏனெனில், மேலே கூறிய இயற்கைவிஞ்ஞான விஷயாதாரங்களைத் தவிர அவர்களுக்கு வேறு ஒன்றும் கிடைக்கவில்லை. காண்ட் என்பவரின் சகாப்தகரமான நூல், அவர்களைப் பொறுத்தவரை அவர்கள் அறியாத இரகசியமாகவே இருந்தது; அவர்களுக்குப் பின்னால் வெகுகாலம் கழித்தே லாப்ளாஸ் தோன்றினார்.¹⁴ இயற்கையைப் பற்றிய இந்தக் காலாவதியாகிவிட்ட கண்ணோட்டம் விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றத்தால் சல்லடைக்கண்களாகத் துளைக்கப்பட்டுவிட்ட போதிலும் 19வது நூற்றாண்டின் முதல் பாதி முழுவதிலும் ஆதிக்கம் செலுத்தியது என்பதையும்,* இன்னும் கூட அதன் சாரப்பொருள்

* கையெழுத்துப்படியின் ஓரத்தில் ஒரு பென்சில் குறிப்பு உள்ளது: “இயற்கை பற்றிய பழைய கண்ணோட்டத்திற்கு இருந்த வளையாத் தன்மையே எல்லா இயற்கை விஞ்ஞானத்

எல்லாப் பள்ளிகளிலும் போதிக்கப்படுகிறது என்பதையும் நாம் மறந்துவிடக் கூடாது.*

இயற்கையைப் பற்றிய இந்தக் குறுகிப்போன கண்ணோட்டத்தில் முதல் உடைப்பு ஏற்படுத்தியவர் ஓர் இயற்கை விஞ்ஞானி அல்ல, ஒரு தத்துவவியல்வாதியே. 1755ல்

தையும் ஒரே முழுமையானதாகப் பொதுவாகப் புரிந்துகொள்வதற்கு அடிப்படை அளித்தது. அக்கம் பக்கமாக இருந்து பிரெஞ்சுக் கலைக்களஞ்சியவாதிகள் அதை இன்னமும் வெறுமே இயந்திரமுறையிலே செய்துகொண்டிருந்தார்கள்; அதன் பிறகு ஸாண்-ஸிமொனும் ஹெகல் நிறைவாக்கிய இயற்கை பற்றிய ஜெர்மன் தத்துவவியலும் ஒரே காலத்தில் செய்தன."—(ப-ர்).

* எந்த மனிதரின் விஞ்ஞான சாதனைகள் இந்தக் கருத்து ஒழிக்கப்பட மிக முக்கியமான விஷயாதாரங்களை நல்கியதோ அதே மனிதர் 1861ல் கூட இந்தக் கருத்தை எவ்வளவு பிடிவாதமாகப் பிடித்துக்கொண்டிருக்க முடிந்தது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட ஆதாரச் சிறப்புகள் சொற்கள் விளக்கும:

“நமது சூரிய மண்டலத்தின் எல்லா ஏற்பாடுகளும், நாம் புரிந்துகொள்ள முடிகிற அளவில், தற்போது இருக்கிறவற்றைப் பாதுகாப்பதையும் அவை மாற்றமில்லாமல் நீடித்துத் தொடர்ந்து இருப்பதையும் காப்பதையே குறிக்கோளாகக் கொண்டுள்ளன. எப்படி மிகப் புராதன காலத்திலிருந்து இந்தப் பூமியின்மீது உள்ள எந்தப் பிராணியும் தாவரமும் முன்னேவிட மேலான நிறைவை அடையவில்லையோ எவ்வித மாறுதலுக்கும் உட்பட்டிருக்கவில்லையோ; எப்படி எல்லா உயிர்களிலும் கட்டங்களை அக்கம் பக்கமாகத்தான் பார்க்கிறோமே தவிர ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்று வந்தாற்போல் அல்லவோ; எப்படி சரீரத்தின் ஸ்தூலத்தன்மையில் நமது இனமுகூட எப்போதுமே ஒரே விதமாகத்தான் இருந்து வந்திருக்கிறதோ; அதே போலத்தான் அக்கம் பக்கமாக வாழும் வானுலகக் கோள்கள் எவ்வளவுதான் பலரகத்தன்மை பெற்றிருந்தாலும் அதைக் கொண்டு இந்த வடிவங்கள் வளர்ச்சியின் பல்வேறு கட்டங்கள் என நாம் அனுமானிக்க நியாயமேயில்லை; அதற்குப் பதிலாக, சிருஷ்டிக்கப்பட்ட ஒவ்வொன்றும் தன்னைப் பொறுத்தவரை சமமான அளவுக்கு நிறைவு பெற்றதே.”—(மேட்லர், “Populäre Astronomie”, பக்கம் 316, 5ம் பதிப்பு, பெர்லின், 1861.) [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

கான்ட்டினுடைய “Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels” என்கிற நூல் வெளிவந்தது. ஆதித்தாண்டுதல் என்கிற பிரச்சினை அடிபட்டுப் போயிற்று; பூமியும் சூரிய மண்டல அமைப்பு முழுவதும் காலத்தின் போக்கிலேதோன்றி உருக்கொண்ட ஒன்றாகத் தெரிந்தன: பெளதிகவியலே! இயக்க மறுப்பியலைப் பற்றி உஷாராக இரு!¹⁵ எனும் எச்சரிக்கையில் சிந்தனைபால் உள்ள வெறுப்பை நியூட்டன் வெளியிட்டாரே, அந்த வெறுப்பை இயற்கை விஞ்ஞானிகளில் மிகப் பெரும்பாலார் சற்றே குறைத்துக்கொண்டிருந்திருந்தால், கான்ட்டின் ஒளிகுந்த இந்தக் கண்டுபிடிப்பு ஒன்றிலிருந்தே அவர்கள் சில முடிவுகளுக்கு வருமாறு கட்டாயப்படுத்தப்பட்டு, அந்த முடிவுகள் அவர்களை முடிவேயில்லாத திரிபுகளினின்றும், பொய்யான திசைகளிலே அளவிடற்கரிய நேரத்தையும் உழைப்பையும் வீணாக்கியதினின்றும் தவிர்த்திருக்கும். ஏனெனில், கான்ட்டின் கண்டுபிடிப்பு எதிர்கால முன்னேற்றம் முழுவதற்குமான தொடக்க முனையைத் தன்னுள் கொண்டிருந்தது. பூமி படிப்படியாக உருப்பெற்றதொன்று என்றால், அதனுடைய இன்றைய பூகர்ப்பவியல் ரீதியான, பூகோளவியல்ரீதியான, வெப்பதட்பரீதியான நிலையும், தாவரங்களும் மிருகங்களும் கூட, படிப்படியாக உருப்பெற்றவையே; இடவெளியில் அவை அக்கம் பக்கமாகவாழ்ந்ததைப் பற்றி மட்டுமின்றிக் காலத்திலும் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாக வாழ்ந்ததைப்பற்றியும் அவைகளுக்கு வரலாறு இருந்திருக்கவேண்டும். இந்தத் திசையில் உடனடியாக மேற்கொண்டு ஆராய்ச்சிகள் உறுதியாக நடத்தப்பட்டிருந்தால் இயற்கை விஞ்ஞானம் இன்றைய நிலையைவிடப் பெருமளவுக்கு முன்னேற்றமடைந்திருக்கும். ஆனால், தத்துவவியலினால் என்ன நன்மை ஏற்பட முடியும்? பல்லாண்டுகள் கழிந்தபின் லாப்லாஸும், ஹெர்ஷலும் கான்ட் செய்த பணியின் உள்ளடக்கங்களை விளக்கப்படுத்தி, அதற்கு உறுதியான அஸ்திவாரத்தை அமைத்து, அதன்மூலம் படிப்படியாக “ஒளிமுகில் (nebula) அனுமானவுரைக்கு” ஆதரவு கிடைக்கும்வரை கான்ட்டின் நூல் உடனடிப் பலன்களின்றிக் கிடந்தது. மேலும் கிடைத்த கண்டுபிடிப்புகள் அந்த அனுமான

வுரைக்கு இறுதியாக வெற்றி தந்தன. இவைகளில் முக்கியமானவை: ஸ்திரநிலையிலுள்ள நட்சத்திரங்களின் முறையான இயக்கத்தின் கண்டுபிடிப்பு, பிரபஞ்சவெளியில் ஓர் எதிர்ப்பு ஊடகம் இருப்பது நிரூபணம் ஆதல், பிரபஞ்சப் பொருளின் இரசாயன ரீதியான ஒருமைப்பாடும் கான்ட் வகுத்த படிச் சுடர்விடும் ஒளிமுகில் கூட்டங்கள் இருப்பதும் நிறமாலைப் பகுப்பாய்வால் ரூசுப்பிக்கப்படல்.*

இயற்கை என்பது ஏதோ வெறுமே இருக்கும் நிலையிலுள்ளது மட்டுமல்ல, அது தோன்றி உருக்கொண்டு மறைவதும் கூட என்கிற உதயமாகி வரும் கருத்தோட்டம் மற்றொரு பக்கத்திலிருந்து ஆதரவு பெற்றிராவிட்டால், இயற்கை விஞ்ஞானிகளில் பெரும்பாலோர் மாறிக்கொண்டிருக்கும் பூமி மாற்றவேமுடியாத உயிரினங்களைச் சுமந்துள்ளது என்பதிலுள்ள முரண்பாட்டைப் பற்றி அவ்வளவு சீக்கிரத்தில் உணரத் தலைப்பட்டிருப்பார்களா என்று சந்தேகிக்க இடமுண்டு. ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாகவும் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று படிந்ததாகவும் உருப்பெற்றமைந்த நில உலகப் படிவங்களை மட்டுமின்றி, மறைந்து போன பிராணிகளின் மேலோடுகளும் எலும்புக்கூடுகளும் மறைந்துபோன தாவரங்களின் தண்டுகளும், இலைகளும், கனிகளும் அப்படிவங்களில் புதைந்து கிடப்பதையும் பூகர்ப்பவியல் தோன்றி சுட்டிக்காட்டியது. பூமிமுழுவதும் மட்டுமின்றி, அதனுடைய தற்போதைய மேல்பரப்பும் அதன்மீது உயிர்வாழ்கின்ற பிராணிகள், தாவரங்கள் ஆகியவையும் காலப்போக்கில் ஒரு வரலாறு உள்ளவை என்பதை அங்கீகரிக்கத் தீர்மானிக்க வேண்டியதாயிற்று. இதை ஆரம்பத்தில் விருப்பமின்றியே அங்கீகரித்தார்கள். பூமியின் சுழற்சிகளைப் பற்றிய குவியேயின் தத்துவம் சொற்களில் புரட்சிகரமானதாகவும் சாராம்சத்தில் பிற்போக்காகவும் இருந்தது. ஒரே ஒரு தெய்வீகப்

* இந்தக் கையெழுத்துப் பிரதியின் ஓரத்தில் கீழ்க்கண்ட பென்சில் குறிப்பு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது: “கான்ட் அவர்களிடமிருந்தே, ஏற்றவற்றங்கள் பூமியின் சுழற்சியை மந்தப்படுத்துகின்றன என்பதும் தற்போதுதான் அறியப்பட்டுள்ளது.”—(ப-ர்.)

படைப்புக்குப் பதிலாகத் திரும்பத் திரும்ப நிகழும் சிருஷ்டியின் செயல்களின் முழுத்தொடரை அமர்த்திவிட்டு அவர் அற்புதத்தை இயற்கையின் முக்கியமான சாதனமாகச் செய்தார். ஒரு சிருஷ்டிகர்த்தாவின் மனோநிலைக்கேற்ற திடீர் புரட்சிகளுக்குப் பதில் பூமியின் மெதுவான மாற்றத்தின் படிப்படியான விளைவுகள் எனக் கண்டதின் பயனாக லேயல் பூகர்ப்பவியலில் முதல் தடவையாகப் பகுத்தறிவைப் புகுத்தினார்.*

லேயலின் தத்துவம் அதற்கு முந்திய எந்தத் தத்துவத்தையும்விட மாறாக உயிரினங்கள் என்ற அனுமானத்திற்கு முரணாக இருந்தது. பூமியின் மேல்பரப்பும் வாழ்வின் எல்லாச் சூழ்நிலைகளும் படிப்படியாக அடையும் மாற்றம், உயிரினங்கள் படிப்படியாக மாறுவதற்கும், அவை மாறிவரும் சுற்றுச்சார்புகளுக்கேற்றவாறு தங்களைச் சரிப்படுத்திக் கொள்வதற்கும், உயிர் வகைகளில் மாறுபாடுகள் நிகழ்வதற்கும் நேராக இட்டுச் சென்றது. ஆனால், சம்பிரதாயம் என்பது கத்தோலிக்க திருச்சபையில் மட்டுமின்றி, இயற்கை விஞ்ஞானத்திலும் ஒரு சக்தியே. பல்லாண்டுகளாக லேயல்கூட இந்த முரண்பாட்டைப் பார்க்கவில்லை: அவருடைய சீடர்கள் பார்த்ததோ அதைவிடக் குறைவு. இக்காலத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் ஆதிக்கம் பெற்றுவிட்ட தொழில் பிரிவினையைக் கொண்டே இதை விளக்க முடியும்; இந்தத் தொழில் பிரிவினை ஒவ்வொருவனையும் அவனுடைய தனித் துறையுடன் வரையறுத்து நிறுத்திவிட்டது; இதனால் விரிந்த கண்ணோட்டத்தை இழக்காதவர்கள் ஒரு சிலர் மட்டுமே.

இதற்கிடையே பௌதிகவியல் மகத்தான அளவில் முன்னேறியது: 1842ம் ஆண்டில் ஏறக்குறைய ஒரே சமயத்தில் மூன்று வெவ்வேறான நபர்கள் இந்த முன்னேற்றத்தின்

* லேயலின் கண்ணோட்டத்தின்—குறைந்தபட்சம் அதன் துவக்க வடிவத்தின்—குறைபாடு, பூமி மீது செயல்படுகிற சக்திகள் அளவிலும் பண்பிலும் மாறாதவை எனக் கருதியதிலே இருந்தது. அவரைப் பொறுத்தவரை, பூமிக்குக்குளிர்ந்து வரும் போக்கு இல்லை; ஒரு திட்டவட்டமான திசையில் பூமி வளர்வதில்லையாம், வெறுமே தொடர்பற்ற, தற்செயலான முறையிலே மாறுகிறதாம். [எங்கெல்லும் குறிப்பு.]

பலன்களைப் பொதுமைப்படுத்தியளித்தனர்; இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இத்துறைக்கு இவ்வாண்டுசகாப்தகரமானதாகும். ஹெயல்பிரான் என்ற நகரில் மாயர் என்பவரும், மாஞ்செஸ்டரில் ஜூல் என்பவரும், வெப்பம் இயந்திர சக்தியாகவும், இயந்திர சக்தி வெப்பமாகவும் மாறுவதைச் சோதனையின்மூலம் நிரூபித்துக் காட்டினர். வெப்பத்திற்குரிய இயந்திர வகைப்பட்ட நிகர்மதிப்பு நிர்ணயித்தது இதைப் பற்றிய எல்லாச் சந்தேகங்களுக்கும் முடிவு கட்டியது. அதே சமயத்தில், பௌதிகவியலில் ஏற்கனவே தனித்தனியாகக் காணப்பட்ட முடிவுகளை வைத்துக்கொண்டு செயல்பட்டதின் மூலம் குரோவ்¹⁶ என்பவர்—இவர் ஓர் ஆங்கிலேய வழக்குரைஞர், இயற்கை விஞ்ஞானத்தைத் தொழிலாகக் கொண்டவர் அல்ல—இயந்திர சக்தி, வெப்பம், ஒளி, மின்விசை, காந்த விசை என்று சொல்லப்படுகிற எல்லாப் பௌதிக சக்திகளும், இரசாயன சக்தி என்றழைக்கப்படுவதும் கூட, குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன; அப்படி மாறும்பொழுது சக்தி சிறிதேனும் வீணாவதில்லை என்று நிரூபித்தார். இதை நிரூபித்ததின்மூலம் பிரபஞ்சத்தில் உள்ள இயக்கத்தின் மொத்த அளவு ஸ்திரமானது என்ற டேக்கார்ட்டின் கோட்பாட்டைப் பௌதிகத் துறையிலும் அவர் மெய்ப்பித்தார். இத்துடன் பௌதிகவியலின் மாற்றொணை 'இனங்கள்' என்று கருதப்பட்ட அந்த விசேஷ பௌதிகவியல் சக்திகள் என்பன பல்வேறு விதமாக வித்தியாசப்படுத்தப்பட்ட பொருளின் இயக்க வடிவங்களே எனவும் அவை குறிப்பிட்ட நியதிகளுக்குட்பட்டு ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன எனவும் தீர்மானமாயிற்று. பௌதிக சக்திகள் ஏதோ தற்செயலாகத்தான் இவ்விலவளவு எண்ணிக்கையுடையனவாக இருக்கின்றன என்ற கருத்து, அவைகளுக்குள் உள்ள உள்தொடர்புகளும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறும் தன்மைகளும் நிரூபிக்கப்பட்டதினால் விஞ்ஞானத்திலிருந்தே ஒழிக்கப்பட்டது. இயக்கத்திலிருக்கும் பொருளின் நிரந்தரமான வட்டப்போக்கே கடைசிக்கும் கடைசியான முடிவு என்று நிர்ப்பந்தமாகக் கட்டிக்காட்டிய ஒரு விளைவுக்கே பௌதிகவியலும், அதற்குமுன் வந்த வானியலைப்போல், வந்து சேர்ந்தது.

வலுவானியேயுக்குப்பின், சிறப்பாக டால்டனுக்குப் பிறகு, வியக்கத்தக்க துரித வளர்ச்சியடைந்த இரசாயன வியல் மற்றொரு பக்கத்திலிருந்து இயற்கையைப்பற்றிய பழங் கருத்துக்களைத் தாக்கியது. இதுவரை உயிரினங்களால் மட்டுமே உண்டாக்கப்பட்ட கூட்டுப் பொருட்கள் ஜடவஸ்துக்கள் வாயிலாகத் தயாரிக்கப்பட்டன; இதனால் இரசாயன வியலின் நியதிகள் உயிரற்ற வஸ்துக்களுக்குச் செல்லத்தக்கவையாக இருப்பதைப் போலவே உயிர்த்தன்மை உள்ள வஸ்துக்களுக்கும் செல்லத்தக்கன என்பது ரூசுப்பிக்கப்பட்டது. ஆக, ஜடவஸ்துவுக்கும், உயிர்த்தன்மை வஸ்துவுக்கும் இடையே உள்ள அகழிக்கு, காண்ட்கூட எப்போதுமே கடக்க முடியாதது என்று கருதிய அகழிக்கு, பாலமிடப்பட்டுப் பெருமளவுக்கு இணைக்கப்பட்டது.

இறுதியாக, இதற்கு முந்திய [18வது] நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் இருந்து திட்டமிட்டு நடத்தப்பட்ட விஞ்ஞான ஆய்வுப் பயணங்களும் யாத்திரைகளும், உலகத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இருந்த ஐரோப்பியக் காலனிகளைப் பற்றி அங்கு வாழ்ந்த நிபுணர்கள் நடத்திய முன்னெவிட முழுமையான ஆராய்ச்சிகளும், தொல்லுயிரியல், உடற்கூறுவியல், மனித உடலியல் ஆகியவற்றின் பொதுவான முன்னேற்றமும், அவை குறிப்பாக மைக்ராஸ்கோப் என்ற நுண் பெருக்கிக் கருவி முறையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டபிறகும் உயிரணு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகும் பெற்ற முன்னேற்றமும்—ஆகியவற்றால் உயிரியல் துறை ஆராய்ச்சியிலும் கூட ஏராளமான விஞ்ஞான விஷயாதாரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டன; இக்காரணத்தால் ஒப்பு நோக்கும் முறையை அநுஷ்டிப்பது சாத்தியமாயிற்று என்பது மட்டுமல்ல, அது இன்றியமையாததாகவும் ஆயிற்று.* ஒப்பு நோக்கும் பௌதிகப் பூகோளவியலால் ஒரு பக்கம் பல ரக தாவர, மிருக வகைகளின் வாழ்க்கைச் சூழ்நிலைகள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டன; மற்றொரு பக்கத்தில், பல் வேறு உயிரினங்கள் அவைகளின் ஒரேமாதிரியான உறுப்புகளை வைத்து ஒப்பு நோக்கப்பட்டன;

*கையெழுத்துப் பிரதியின் ஓரத்தில் "கருவியல்" என்ற பென்சில் குறிப்பு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.—(ப-ர்.)

பலன்களைப் பொதுமைப்படுத்தியளித்தனர்; இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இத்துறைக்கு இவ்வாண்டுசகாப்தகரமானதாகும். ஹெயல்பிரான் என்ற நகரில் மாயர் என்பவரும், மாஞ்செஸ்டரில் ஜூல் என்பவரும், வெப்பம் இயந்திர சக்தியாகவும், இயந்திர சக்தி வெப்பமாகவும் மாறுவதைச் சோதனையின்மூலம் நிரூபித்துக் காட்டினர். வெப்பத்திற்குரிய இயந்திர வகைப்பட்ட நிகர்மதிப்பு நிர்ணயித்தது இதைப் பற்றிய எல்லாச் சந்தேகங்களுக்கும் முடிவு கட்டியது. அதே சமயத்தில், பௌதிகவியலில் ஏற்கனவே தனித்தனியாகக் காணப்பட்ட முடிவுகளை வைத்துக்கொண்டு செயல்பட்டதின் மூலம் குரோவ்¹⁶ என்பவர்—இவர் ஓர் ஆங்கிலேய வழக்குரைஞர், இயற்கை விஞ்ஞானத்தைத் தொழிலாகக் கொண்டவர் அல்ல—இயந்திர சக்தி, வெப்பம், ஒளி, மின்விசை, காந்த விசை என்று சொல்லப்படுகிற எல்லாப் பௌதிக சக்திகளும், இரசாயன சக்தி என்றழைக்கப்படுவதும் கூட, குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன; அப்படி மாறும்பொழுது சக்தி சிறிதேனும் வீணாவதில்லை என்று நிரூபித்தார். இதை நிரூபித்ததின்மூலம் பிரபஞ்சத்தில் உள்ள இயக்கத்தின் மொத்த அளவு ஸ்திரமானது என்ற டேக்கார்ட்டின் கோட்பாட்டைப் பௌதிகத் துறையிலும் அவர் மெய்ப்பித்தார். இத்துடன் பௌதிகவியலின் மாற்றொணை 'இனங்கள்' என்று கருதப்பட்ட அந்த விசேஷ பௌதிகவியல் சக்திகள் என்பன பல்வேறு விதமாக வித்தியாசப்படுத்தப்பட்ட பொருளின் இயக்க வடிவங்களே எனவும் அவை குறிப்பிட்ட நியதிகளுக்குட்பட்டு ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன எனவும் தீர்மானமாயிற்று. பௌதிக சக்திகள் ஏதோ தற்செயலாகத்தான் இவ்வில்வளவு எண்ணிக்கையுடையனவாக இருக்கின்றன என்ற கருத்து, அவைகளுக்குள் உள்ள உள்தொடர்புகளும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறும் தன்மைகளும் நிரூபிக்கப்பட்டதினால் விஞ்ஞானத்திலிருந்தே ஒழிக்கப்பட்டது. இயக்கத்திலிருக்கும் பொருளின் நிரந்தரமான வட்டப்போக்கே கடைசிக்கும் கடைசியான முடிவு என்று நிர்ப்பந்தமாகக் சுட்டிக்காட்டிய ஒரு விளைவுக்கே பௌதிகவியலும், அதற்குமுன் வந்த வானியலைப்போல், வந்து சேர்ந்தது.

லலுவாஸீயேயுக்குப்பின், சிறப்பாக டால்டனுக்குப் பிறகு, வியக்கத்தக்க துரித வளர்ச்சியடைந்த இரசாயன வியல் மற்றொரு பக்கத்திலிருந்து இயற்கையைப்பற்றிய பழங் கருத்துக்களைத் தாக்கியது. இதுவரை உயிரினங்களால் மட்டுமே உண்டாக்கப்பட்ட கூட்டுப் பொருட்கள் ஜடவஸ்துக்கள் வாயிலாகத் தயாரிக்கப்பட்டன; இதனால் இரசாயன வியலின் நியதிகள் உயிரற்ற வஸ்துக்களுக்குச் செல்லத்தக்கவையாக இருப்பதைப் போலவே உயிர்த்தன்மை உள்ள வஸ்துக்களுக்கும் செல்லத்தக்கன என்பது ருசுப்பிக்கப்பட்டது. ஆக, ஜடவஸ்துவுக்கும், உயிர்த்தன்மை வஸ்துவுக்கும் இடையே உள்ள அகழிக்கு, காண்ட்கூட எப்போதுமே கடக்க முடியாதது என்று கருதிய அகழிக்கு, பாலமிடப்பட்டுப் பெருமளவுக்கு இணைக்கப்பட்டது.

இறுதியாக, இதற்கு முந்திய [18வது] நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் இருந்து திட்டமிட்டு நடத்தப்பட்ட விஞ்ஞான ஆய்வுப் பயணங்களும் யாத்திரைகளும், உலகத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இருந்த ஐரோப்பியக் காலனிகளைப் பற்றி அங்கு வாழ்ந்த நிபுணர்கள் நடத்திய முன்னேவிட முழுமையான ஆராய்ச்சிகளும், தொல்லுயிரியல், உடற் கூறுவியல், மனித உடலியல் ஆகியவற்றின் பொதுவான முன்னேற்றமும், அவை குறிப்பாக மைக்ராஸ்கோப் என்ற நுண் பெருக்கிக் கருவி முறையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டபிறகும் உயிரணு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகும் பெற்ற முன்னேற்றமும்—ஆகியவற்றால் உயிரியல் துறை ஆராய்ச்சியிலும் கூட ஏராளமான விஞ்ஞான விஷயாதாரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டன; இக்காரணத்தால் ஒப்பு நோக்கும் முறையை அநுஷ்டிப்பது சாத்தியமாயிற்று என்பது மட்டுமல்ல, அது இன்றியமையாததாகவும் ஆயிற்று.* ஒப்பு நோக்கும் பௌதிகப் பூகோளவியலால் ஒரு பக்கம் பல ரக தாவர, மிருக வகைகளின் வாழ்க்கைச் சூழ்நிலைகள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டன; மற்றொரு பக்கத்தில், பல் வேறு உயிரினங்கள் அவைகளின் ஒரேமாதிரியான உறுப்புகளை வைத்து ஒப்பு நோக்கப்பட்டன;

*கையெழுத்துப் பிரதியின் ஓரத்தில் "கருவியல்" என்ற பென்சில் குறிப்பு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.—(ப-ர்.)

அவைகளின் முதிர்ச்சி பெற்ற நிலைகளில் மட்டுமின்றி அவை களுடைய வளர்ச்சியின் எல்லாக் கட்டங்களிலும் ஒப்பு நோக்கப்பட்டன. இந்த ஆராய்ச்சி மேன்மேலும் ஆழமாகவும், நுணுக்கமாகவும் செய்யப்பட்டு அதன் பாதிப்பால் வரவர உயிர் வகைகளின் மாற்றவொண்ணா நிலைபாடு என்ற இறுகிப்போன கருத்தமைப்பு மேன்மேலும் சிதறியது. தனித்தனியான தாவர, மிருக வகைகள் என்பன மேலும் மேலும் பிரிக்க முடியாதவாறு பின்னி நின்றன என்பது மட்டுமல்ல; Amphioxus, Lepidosiren¹⁷ என்ற மிருகங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதற்கு முந்திய இனவகைபிரித்தல்* என்பது இதனால் கேலிக் கூத்தாக்கப்பட்டது; இறுதியாக, தாவர வகையைச் சேர்ந்தனவோ அல்லது மிருக வகையைச் சேர்ந்தனவோ என்று கூடச் சொல்ல முடியாத உயிரினங்களும் தென்பட்டன. உயிர்ப்புள்ள உலகம் முழுவதின் வளர்ச்சி வரலாற்றுக்கும், தனித்த ஓர் உயிரினத்தின் வரலாற்றுக்கும் உள்ள வியக்கத்தக்க ஒருமைப்பாடு பளிச்சிட்டு, தயக்கங்காட்டியவர்களையும் கூட அதை அங்கீகரிக்க நிர்ப்பந்திக்கும் அளவுக்குத் தொல்லுயிரியல் பதிவேடுகளிடையே உள்ள இடைவெளிகள் நிறைவு பெறப்பெற்றன. இருட்டுகையில் வழி தெரியாமல் மேலும் மேலும் தடுமாறிப்போன தாவரவியலும் விலங்கியலும் சரியான வழி கண்டுபிடித்து வெளியே வருவதற்குரிய அரியட்னேயின் சரடாக அது விளங்கியது. சூரிய மண்டலம் காலத்தால் முடிவற்றது என்பதைக் காண்ட் தாக்கிய ஏறக்குறைய அதே சமயத்தில், க.பி.வோல்ப் என்பவர் 1759ம் ஆண்டில் உயிரினங்களின் ஸ்திரத்தன்மை என்பதின்மீது தமது முதல் தாக்குதலைத் தொடுத்து, இனத்தோற்ற வழித் தத்துவத்தைப் பிரகடனம் செய்ததானது¹⁸ குறிப்பிடத்தக்கது. ஆனால், அவர் விஷயத்தில் ஒரு பிரகாசமான அனுமானமாக இருந்த அது, ஓகென், லாமார்க், பாயர் ஆகியோரின் கரங்களில் உறுதியான வடிவம் பெற்றது; பின்னர், சரியாக நூறு வருடங்கள் கழித்து 1859ம் ஆண்டில் டார்வின் மூலமாக

*கையெழுத்துப் பிரதியின் ஓரத்தில் கீழ்க்கண்ட பென்சில் குறிப்பு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது: “Ceratodus, அதேபோல் Archaeopteryx, முதலியன.”¹⁸ —(ப-ர்.)

வெற்றிகரமாக மேலே கொண்டு செல்லப்பட்டது.²⁰ ஏறத்தாழ அதே காலத்தில், எல்லா உயிரினங்களின் இறுதியான உடலமைப்பியல் கூறுகளாக ஏற்கெனவே காட்டப்பட்ட புரோடோபிளாஸம் என்ற உயிர்த்தாதுவும் உயிரணுவும் சுயேச்சையாக உண்டாகின்றன என்பதும், உயிரினங்களின் கீழ்நிலை வடிவங்கள் அவை என்பதும் ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. இது உயிர்ப்பற்ற இயற்கைக்கும் உயிர்ப்புள்ள இயற்கைக்கும் இடையே உள்ள அகழியைப் பெரிய அளவுக்குக் குறுக்கி விட்டது மட்டுமல்ல; உயிரினங்களின் இனத்தோற்றத் தத்துவத்தின் பாதையிலே முன்பு நின்ற இடர்ப்பாடுகளில் மிக முக்கியமானதொன்றை அப்புறப்படுத்தியது. இயற்கையைப் பற்றிய புதிய கண்ணோட்டம் பிரதான அம்சங்களில் முழுமை பெற்றது; வளையாத் தன்மை யாவும் கரைந்துபோயிற்று, ஸ்திரத்தன்மை யெல்லாம் கலைந்துபோயிற்று; நிலையானதாகக் கருதப்பட்ட எல்லாவற்றின் விசேஷமான அம்சங்களும் மாறுத்தன்மையுடையன என்றாயின; நிரந்தரமான மாற்றத்திலும் சுழற்சியிலும் இயற்கை முழுவதுமே இயங்கிவருகிறது எனத் தெளிவாக்கப்பட்டது.

ஆக மிகச் சிறிய மூலகத்திலிருந்து மிகப் பெரியது வரை, மணலின் மிகச்சிறு ராசி முதல் சூரியன்கள் வரை, ‘புரோடிஸ்டா’ முதல்²¹ மனிதன் வரை இயற்கை முழுவதும் சாஸ்வதமாகத் தோன்றுவதிலும் மறைவதிலும், நிற்காமல் மாறிக் கொண்டிருப்பதிலும், இடையறாத இயக்கத்திலும், மாற்றத்திலும் தசன் நிலைநிற்கிறது என்ற கிரேக்க தத்துவவியலின் மகத்தான ஸ்தாபகர்களின் கண்ணோட்ட முறைக்கே நாம் மறுபடியும் திரும்பி வந்துவிட்டோம். ஆனால் முக்கியமான ஒரு வித்தியாசம் மட்டும் உண்டு; கிரேக்கர்கள் விஷயத்தில் ஒளிமிக்க உள்ளணர்வாக இருந்த அது, நமது விஷயத்தில் அனுபவத்தை ஒட்டிய கருரான விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் விளைவாக இருந்தது; இதனால் மேலும் தெளிவுடனும் கச்சிதமான வடிவத்தைப் பெற்றும் விளங்கியது. இந்த வட்ட வளர்ச்சிப் போக்கைப் பற்றிய அனுபவ

பூர்வமான ருசுக்களில் சில இடைவெளிகள் இல்லாமலில்லை என்பது உண்மையே. ஆனால், ஏற்கனவே உறுதியாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டுவிட்ட அதனுடன், வருடாவருடம் அந்த இடைவெளிகள் நிறைவு பெற்று வருவதையும் சேர்த்து ஒப்பு நோக்கினால் அவை முக்கியத்துவத்தை இழந்துவிடுகின்றன. நட்சத்திர வானியல், இரசாயனவியல், பூகர்ப்பவியல் ஆகிய பிரதான விஞ்ஞானப் பிரிவுகள் விஞ்ஞானரீதியாக நிலை நின்று ஒரு நூற்றாண்டுகூட முற்றாகவில்லை; மனித உடலியலில் ஒப்பு நோக்கும் முறை ஏற்பட்டு ஐம்பது ஆண்டுகள் கூட ஆகவில்லை; ஏறக்குறைய உயிரினங்களின் வளர்ச்சி அனைத்துக்கும் அடிப்படை வடிவமான உயிரணு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு நூற்பது ஆண்டுகள் கூட முடியவில்லை; எனவே, மேற்கூறிய ருசுக்களின் விபரங்களில் இடைவெளிகள் இல்லாமல் எப்படி இருக்க முடியும்?*

பால்வெளிப்பாதையின் (Milky way) வெளிப்புறத்தில் உள்ள விண்மீன்ராசிகளின் வளையங்களை எல்லையாகக் கொண்டுள்ள, நமது பிரபஞ்சத் தீவைச் சேர்ந்த எண்ணற்ற சூரியன்களும் சூரிய மண்டலங்களும் சுற்றிச்சுழன்று ஒளி வீசும் வாயுப்படலங்கள் குளிர்ந்து இறுகியதால் ஏற்பட்டவையாகும். விண்மீன்களின் சொந்த இயக்கத்தைப் பற்றிச் சில நூற்றாண்டுகள் ஆராய்ச்சிகள் நடந்து, அதைக் குறித்து ஓர் உட்பார்வை கிடைத்த பின்னரே ஒரு வேளை அவைகளின் இயக்க நியதிகள் வெளியாகலாம். இந்த வளர்ச்சி எல்லா இடங்களிலும் ஒரே விகிதத்தில் நடைபெறவில்லை என்பது தெளிவு. இருண்ட கோள்கள் இருப்பதை அங்கீகரிக்கும்படி வானியல் மேலும் மேலும் நிர்நந்திக்கப்பட்டு வருகிறது;

* எங்கெல்லினுடைய கைப்பிரதியில் இந்தப் பாரா இதற்கு முன்னும் பின்னும் தொடர்ந்து வருகிற பாராக் களிலிருந்து படுக்கைக்கோடு போட்டுத் தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது; மேலும் இந்தப் பாரா ஒரு சாய்வுக் கோடு போட்டு அடிக்கப்பட்டுள்ளது; வேறு நூல்களில் தாம் பயன்படுத்திய பகுதிகளை இப்படிச் சாய்வுக் கோடு போட்டு அடித்துவிடுவது அவருடைய வழக்கம்.—(ப-ர்.)

அவை கோள் இயல்பு மட்டும் பெற்றவை அல்ல; எனவே அவை நமது விண்மீன் மண்டலத்தில் உள்ள ஒளி அணைந்த சூரியன்களே யாம் (மேட்லர்). மற்றொரு புறத்தில், (செக்கி என்பவரின் கருத்துப்படி) வாயுருபத்தில் உள்ள ஒளிமுகிற் படலங்களின் ஒரு பகுதி இன்னமும் முழு வடிவம் பெற்றிராத சூரியன்கள் என்கிற வகையில் நமது நட்சத்திர மண்டலத்தைச் சேர்ந்தவையாயுள்ளன; மேட்லர் என்ற விஞ்ஞானி அறுதியிட்டுக் கூறுவதுபோல், இதர ஒளிமுகிற்கூட்டங்கள் வெகு தூரத்தில் உள்ள சுயேச்சையான பிரபஞ்சத் தீவுகளாக இருக்கக்கூடும் என்பதற்கான சாத்தியக் கூறுகளும் இதில் உள்ளடங்குகின்றன; இவை எந்த வளர்ச்சிக் கட்டங்களில் உள்ளன என்பது நிறமலைக் கருவியின் மூலம் நிர்ணயிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது.²²

ஒரு தனிப்பட்ட ஒளிமுகிற்படலத்திலிருந்து ஒரு சூரிய மண்டலம் எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதை லாப்ளாஸ் ஒப்பாரும் மிக்காருமற்ற முறையில் விபரமாக எடுத்துக் காட்டியுள்ளார்; அவருக்குப் பிந்திய விஞ்ஞானம் அவரது கருத்தை மேலும் மேலும் ஊர்ஜிதம் செய்துள்ளது.

இவ்விதம் உருவான தனித்தனியான கோள்களின்மீது—சூரியன்கள் மட்டுமின்றிக் கோள்கள் துணைக் கோள்கள் ஆகியவற்றின் மீதும்—துவக்கநிலையில் ஆட்கொண்ட பொருளின் இயக்க வடிவம் நாம் கூறும் வெப்பம் என்பதேயாம். சூரியனில் தற்போதுள்ள வெப்பநிலையிலும் கூட மூலகங்களின் எவ்வித இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்கள் உண்டாகவும் சாத்தியப்பாடு இல்லை. இவ்விதச் சூழ்நிலைகளில் வெப்பம் எந்த அளவுக்கு மின்சாரமாக அல்லது காந்த சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது என்பதைத் தொடர்ந்தாற்போல் நடைபெறுகிற சூரிய ஆராய்ச்சிகள் வெளிப்படுத்தும்; வெப்பத்திற்கும் ஈர்ப்புச் சக்திக்கும் உள்ள முரண்பாடு ஒன்றினாலேயே சூரியனில் இயந்திர முறையிலான இயக்கம் உண்டாகிறது என்பது ஏறக்குறைய நிரூபிக்கப்பட்டதாகவே கொள்ளலாம்.

கோள்கள் சிறிதாக இருக்கிறவரை அவை துரிதமாகக் குளிர்ந்துவிடுகின்றன; துணைக்கோள்கள், நுண்கோள்கள் (asteroids), எரி நட்சத்திரங்கள் (meteors) ஆகியன நமது

சந்திரன் வெகுகாலத்திற்கு முன்பே அணைந்து போனதைப் போல முதன் முதலில் குளிர்ச்சியடைகின்றன. கோள்கள் இதைவிட மெதுவாகவும், மையமாக உள்ள சூரியன் எல்லா வற்றைக் காட்டிலும் மிக மெதுவாகவும், குளிர்ச்சியடைகின்றன.

படிப்படியாகக் குளிர்ச்சி பெறப்பெற இயக்கத்தின் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகிற பௌதிக வடிவங்களின் பரஸ்பரச் செயற்பாடு மேலும் மேலும் முன்னணிக்கு வருகிறது; இறுதியிலே ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்திலிருந்து அவைகளின் இரசாயன உறவு முக்கியத்துவம் பெற ஆரம்பிக்கிறது; இதற்கு முன்பு இரசாயனரீதியாக உறக்கத்திலிருந்த மூலகங்கள் இரசாயனரீதியாக ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடத் துவங்குகின்றன; இரசாயன குணம்சங்களைப் பெறுகின்றன; ஒன்று மற்றொன்றுடன் இணைகின்றன. வெப்பநிலை குறையக் குறைய இந்த இரசாயனக் கூட்டுப்பொருள்களும் தொடர்ந்து மாறுகின்றன; இந்தக் குறையும் வெப்பநிலை ஒவ்வொரு மூலகத்தை மட்டுமன்றி மூலகங்களின் ஒவ்வொரு தனித்தனியான கூட்டுப்பொருளையும் வெவ்வேறு விதமாகப் பாதிக்கிறது; வாயு ரூபமாக உள்ள பொருளின் ஒரு பகுதி முதலில் திரவமாகவும், பிறகு திடப் பொருளாகவும் மாறுவதோடு இப்படிச் சிறுஷ்டிக்கப்பட்ட புதிய சூழ்நிலைகளோடும் இந்தக் கூட்டுப் பொருள்கள் மாறுபாடு அடைகின்றன. விண்கோள் உறுதியான மேலோட்டைப் பெற்று, அதன் மேல்பரப்பில் நீர் திரளும் நேரம், மையத்திலுள்ள சூரியனிலிருந்து எவ்வளவு வெப்பம் அதற்கு அனுப்பப்படுகிறதோ அதைவிட அதிகமாகத் தன்னுள் உள்ள வெப்பத்தை இழக்கக்கூடிய நிலையை அடையும் நேரத்தோடும் பொருந்துகிறது. அதன் வாயுமண்டலம் நாம் இப்போது கூறுகிற அர்த்தத்தில் உள்ள பருவ நிலை நிகழ்ச்சிகளுக்கு அரங்காகிறது; அதன் மேல்பரப்பு பூகர்ப்பவியல் மாற்றங்களின் அரங்காகிறது; கோளின் மிக வெப்பமான திரவத்தன்மையுள்ள மையத்திலிருந்த மெதுவாகக் குறைந்துவரும் அதன் வெளிப்புற விளைவுகளுடன், நீர்ப்பொழிவால் ஏற்படுத்தப்படும் படிவங்களை ஒப்புநோக்கும்போது பின்சொன்னதினால் நிகழும் பூகர்ப்பவியல் மாற்

றங்கள் மேலும் மேலும் அதிகமான முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.

கடைசியாக, புரதப் பொருள் உயிர்ப்பிடிக்கும் வரையறையை மீறாத அளவுக்குக் குறைந்த பட்சம் பெரும்பகுதி மேல்பரப்பில் வெப்ப நிலையானது சமனமடையும்போது, இதர இரசாயனப் பூர்வாங்க நிலைகள் சாதகமாக இருந்தால் புரோடோபிளாஸம் என்ற உயிர்த்தாது உண்டாகிறது. இந்தப் பூர்வாங்க நிலைகள் என்ன என்பதை நாம் இன்னும் அறியவில்லை; இதில் வியப்பொன்றும் இல்லை, ஏனெனில், புரதப் பொருளின் இரசாயனச் சூத்திரம்கூட இன்னும் ஸ்தாபிக்கப்படவில்லை, இரசாயனத் துறையில் எத்தனைவித மாறுபட்ட புரதப் பொருள்கள் உள்ளன என்பதும் கூட நமக்குத் தெரியாது; முழுமையாகவே ஓர் அமைப்பில்லாத புரதப் பொருள் உயிரின் எல்லா அத்தியாவசிய செய்கைகளையும்—உணவைச் செரித்தல், மலஜலங்கழித்தல், அசைவு, சுருங்குதல், தூண்டலுக்கு நெகிழ்தல், இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றை—வினைப்படுத்துகிறது என்பது அறியப்பட்டுச் சமார் பத்தாண்டுகள் தான் ஆகிறது.

இதிலிருந்து அடுத்த படி, முன்னேற்றம் ஏற்படுவதற்கான சூழ்நிலைகள் உருவாகி இந்த அமைப்பு உருவமற்ற புரதப் பொருள், ஒரு மென் சவ்வுப் போர்வையாக உள்ள உட்கருவைக் கொண்ட முதல் உயிரணுவை உற்பத்தி செய்யப் பல ஆயிரம் ஆண்டுகள் பிடித்திருக்கும். உயிர்ப்புள்ள உலகு முழுமையின் அமைப்பியல் வளர்ச்சிக்கே இந்த முதல் அணு அடித்தளமாக அமைந்தது; தொல்லுயிரியல் பதிவேடுகளின் எல்லா விபரங்களையும் வைத்துப் பார்க்கும் போது, முதலில் வளர்ச்சி பெற்றவை உயிரணுத் தன்மை உள்ளதும் அற்றதுமான எண்ணற்ற புரோடிஸ்டா இனங்களே; இவற்றில் 'Eozoon canadense'²³ என்பதுமட்டும் நமக்குக் கிடைத்துள்ளது; இவற்றிலிருந்து சில படிப்படியான வேறுபாடுகள் பெற்று முதல் தாவரங்களாகவும் மற்றவை முதல் விலங்குகளாகவும் மாறின. இந்த முதல் விலங்குகளிலிருந்து பிரதானமாகப் பின்வந்த வேறுபாடுகளினால் அனேக வகைகள், வரிசை முறைகள், குடும்பங்கள், வம்சங்கள்,

இனங்களான விலங்குகள் தோன்றி வளர்ந்தன; கடைசியாக, நரம்பு மண்டலம் முழு வளர்ச்சி பெற்ற முதுகெலும்புள்ள மிருகங்களும் தோன்றின, இவைகளின் மத்தியிலிருந்து இறுதியாக, இயற்கை தன்னைத்தானே உணரும் சக்தி பெற்ற முதுகெலும்புள்ள விலங்கான மனிதனும் தோன்றின.

மனிதன்கூடப் பாகுபாட்டு முறையினால் தோன்றிய வனே. தனிப்பட்ட முறையில் மட்டுமல்ல—ஒரே ஒரு முட்டை அணுவிலிருந்து வளர்ந்து இயற்கையின் மிகச் சிக்கல் நிறைந்த சிருஷ்டியான ஓர் உயிரினமாக மட்டுமல்ல; வரலாற்று ரீதியாகவும் கூட. பல்லாயிர வருடப் போராட்டத்திற்குப் பிறகு பாதத்திலிருந்து கை வேறுபாடு அடைவது என்பதும் நிமிர்ந்த நடை என்பதும் இறுதியாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டன; மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதன் வேறுபட்டு நின்றான்; தெளிவான பேச்சுக்கும் மூளையின் மகத்தான வளர்ச்சிக்கும் அடித்தளம் அமைக்கப்பட்டது; இதனால், மனிதனுக்கும் மனிதக் குரங்கிற்கும் உள்ள அகழி இணைக்க முடியாததாகியது. கை விசேஷத் திறன் பெறுகிறது—இதன் உட்கிடை உழைப்புக்குரிய கருவி கிடைக்கிறது என்பதாகும்; உழைப்புக்குரிய கருவி என்னும் போது குறிப்பிட்ட மனிதச் செயல்பாடு என்பதும், இயற்கை மீது மனிதனின் மாற்றும் தன்மையுள்ள எதிரியக்கமான பொருள் உற்பத்தி என்பதும் ஆகிறது. விலங்குகளும் கூட உழைப்புக்குரிய கருவிகளை—குறுகிய பொருளில்—பெற்றுள்ளன; ஆனால் இந்தக் கருவிகள் அவற்றின் உடலுறுப்புகளாக உள்ளன; எறும்பு, தேனீ, பீவர் என்கிற நீர்நாய்; விலங்குகளும் பொருள் உற்பத்தி செய்கின்றன; ஆனால் சூழ்ந்துள்ள இயற்கையின்மீது அவை விளைவிக்கும் மாற்றம், இவ்வியற்கையின் விஷயத்தில் ஒன்று மில்லை என்றே சொல்லலாம். ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குத் தாவர, விலங்கினங்களை மாற்றி வைத்ததினால் மட்டுமின்றி, தான் குடியுள்ள இடத்தின் தோற்றத்தையும், பருவ நிலையையும், விலங்குகளையும் தாவரங்களையும் கூடத் திருத்தியமைத்துவிட்டதின்மூலம் மனிதன் மட்டுமே இயற்கையின் மீது தனது முத்திரையைப் பதியவைப்பதில் வெற்றி கண்டான்; இதனால், இப்பூவுலகம் அழிவு பெறும் போதுதான்

அவனுடைய செயலின் விளைவுகளும் அழியும் என்ற நிலை ஏற்பட்டுள்ளது. இத்தனையும் அவன் முதன்மையாகவும் முக்கியமாகவும் சாதித்தது தனது கையினால். இயற்கையை மாற்றியமைப்பதில் அவனிடம் இதுவரை உள்ளதில் மிக வலுவுள்ள தான நீராவி எஞ்சினம்கூட, ஓர் உழைப்புக் கருவி என்ற பொருளில், இறுதியாகக் கையைத்தான் சார்ந்துள்ளது. ஆனால், கையின் வளர்ச்சியுடன் படிப்படியாக மூளையும் வளர்ச்சி பெற்றுச் சென்றது; ஆரம்பத்தில், நடைமுறையில் பயனுள்ள தனித்தனி செய்கைகளுக்கு அவசியமான சூழ்நிலைகளைப் பற்றிய உணர்வும், பின்னர், அதிக சாதக நிலையிலுள்ள மக்களிடையே, அந்த உணர்விலிருந்து, அந்தச் சூழ்நிலைகளை ஆளும் இயற்கை நியதிகளைப் பற்றிய உட்பார்வையும் வந்தன. இயற்கையின் நியதிகளைப் பற்றிய அறிவு விரைவாகப் பெருகப்பெருக இயற்கையின்மீது எதிரியக்கமாகச் செயல்படுவதற்கான சாதனங்களும் வளர்ந்தன; கையுடனும், அதற்கு அக்கம் பக்கமாகவும், ஓரளவுக்கு அதன் காரணமாகவும் மனிதனின் மூளையும் அதை அநுசரித்து வளர்ச்சி பெற்றிருக்கவில்லை எனில் கை மட்டும் நீராவி எஞ்ஜினைச் சிருஷ்டித்திருக்க முடியாது.

மனிதனுடன் வரலாறு துவங்குகிறது. விலங்குகளும் அவைகளின் இனத் தோற்றத்திலிருந்து தொடங்கி, படிப்படியாக இன்றைய நிலைக்கு எவ்வாறு பரிணமித்தன என்று ஒரு வரலாறு உண்டு. இருந்தாலும்கூட, இந்த வரலாறு அவைகளுக்காக உண்டாக்கப்பட்டதே; அதில் அவைகளே பங்குபற்றும் அளவுக்கு அவைகளுடைய உணர்வும் விருப்பமும் இல்லாமலே இது நிகழ்கிறது. இதற்குமாறாக, மனிதர்கள்—குறுகிய பொருளில்—விலங்குகளிடமிருந்து எந்த அளவுக்கு விலகிச் செல்கிறார்களோ அந்த அளவுக்கு அவர்கள் தங்களது வரலாற்றைத் தாங்களே உணர்வுபூர்வமாகப் படைக்கின்றனர்; இதனால், அந்த அளவுக்கு எதிர்பாராத விளைவுகளினுடையவும், கட்டுக்குள் இல்லாத சக்திகளுடையவும் பாதிப்புகள் இந்த வரலாற்றின்மீது குறைந்து, முன் கூட்டியே நிர்ணயித்த குறிக்கோளுடன் வரலாற்றுப் பூர்வமான விளைவும் மேலும் திட்பநுட்பமாகப் பொருந்துகிறது.

ஆனால், இந்த அளவுகோலை மனித வரலாற்றிற்கு வைத்துப் பார்த்தோமெனில், தற்போது மிக அபிவிருத்தியடைந்துள்ள மக்களின் வரலாற்றுக்கு வைத்துப் பார்த்தாலும்கூட, கொள்ளப்பட்ட குறிக்கோள்களுக்கும் பெறப்பட்ட பலன்களுக்கும் பிரம்மாண்டமான தகவு வேறுபாடு இன்னும்கூட உள்ளது என்பதையும், எதிர்பாராத விளைவுகளே மேலோங்கி நிற்கின்றன என்பதையும், திட்டமிட்டு இயக்கிவிடப்பட்ட சக்திகளைக் காட்டிலும் கட்டுக்குள் இல்லாத சக்திகளே அதிக வலுவுடன் விளங்குகின்றன என்பதையும் நாம் காண்கிறோம். மனிதர்களின் மிக முக்கியமான சரித்திரபூர்வமான செயல்பாடு, அவர்களை விலங்குகளின் நிலையிலிருந்து மானுட நிலைக்கு உயர்த்தியதும் அவர்களின் இதர எல்லாச் செயல்பாடுகளுக்கும் பௌதிக அடித்தளமாக உள்ளதுமான செயல்பாடு—அதாவது அவர்களுடைய வாழ்க்கைத் தேவைப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்துகொள்வது, நம் காலத்தில் சமுதாய உற்பத்தி எனப்படுவது—கட்டுக்குள் இல்லாத சக்திகளின் எதிர்பார்க்காத விளைவுகளின் பரஸ்பர வினைக்கு உள்ளாக்கப்பட்டு, விரும்பப்படுகிற குறிக்கோள் விதிவிலக்காக மட்டுமே அடையப்பட்டும், அதனால் பெரும்பாலாக அதற்கு நேர் எதிராகவே பெறப்பட்டும் இருக்கிற வரை அது வேறுவிதமாக இருக்க முடியாது. தொழில் துறையில் மிகவும் முன்னேறியுள்ள நாடுகளில் இயற்கைச் சக்திகளை நாம் அடக்கி மனிதனுக்காக உழைக்குமாறு ஏவியிருக்கிறோம்; இதன்மூலமாக எல்லையற்ற அளவுக்கு, வயதுவந்த நூறு பேர்கள் முன்பு உற்பத்தி செய்ததைவிட ஒரு சிறுவன் தற்போது அதிகமாக உற்பத்தி செய்யும் அளவுக்கு, உற்பத்தியைப் பெருக்கியுள்ளோம். இதன் பலன் என்ன? அதிகமாகிற வேலைப்பளுவும், அதிகமாகி வருகிற மக்களுடைய வறுமையும், பத்தாண்டுகளுக்கு ஒரு முறை பெரிய அளவுக்குச் சரிவுமேயாகும். வரலாற்றுரீதியான வளர்ச்சியின் சிகரம் எனப் பொருளாதாரவாதிகள் கொண்டாடும் சுயேச்சையான போட்டி, பிழைப்புப் போராட்டம் என்பது விலங்கின உலகின் சகஜமான நிலைப்பாடாகும் என டார்வின் எடுத்துக்காட்டிய பொழுது, அவர் மனித குலத்தைப்பற்றி, விசேஷமாகத் தமது நாட்ட

வரைக் குறித்து எவ்வளவு கசப்பானதொரு நையாண்டி நூலை வரைந்துவிட்டார் என்பதை அவர் அறியவில்லை. உற்பத்தியும் வினியோகமும் திட்டமிட்டு நடத்தப்படுகிற, சமூக உற்பத்தி உணர்வு பூர்வமாக ஸ்தாபனரீதியான அமைப்புக்குள் கொண்டு வரப்படுகின்ற போது தான், சமூகத் துறையிலும் மனித குலம் இதர விலங்கின உலகிலிருந்து மேலே உயர்த்தப்பட முடியும்; அதே முறையில்தான் பொதுவான பொருள் உற்பத்தி இதைக் குறிப்பாக உயிரியல்துறையில் மனிதகுலத்திற்குச் செய்தது. சரித்திரரீதியான பரிணாமம் என்பது அப்படிப்பட்டதொரு ஸ்தாபனரீதியான அமைப்பைத் தானே தவிர்க்கமுடியாததாக்குகிறது; ஒவ்வொரு நாளும் அதைச் சாத்தியமாக்கவும் செய்கிறது. அந்தக் காலத்திலிருந்து வரலாற்றின் ஒரு புதிய சகாப்தம் துவங்கும்; அதில் மானுட வர்க்கமே, அத்துடன் எல்லாப் பிரிவுகளையும் சேர்ந்த அதனுடைய செயலாற்றல்களுமே, குறிப்பாக இயற்கை விஞ்ஞானமே, அடையக்கூடிய பெரும் முன்னேற்றம் இதற்கு முந்தியதனைத்தையும் வெகுதூரம் மிஞ்சித் திகழும்.

இருந்தாலும்கூட, “பிறக்கும் அனைத்தும் அழியத் தக்கவையே”.²⁴ கோடிக்கணக்கான வருடங்களுக்குப் பிறகு லட்சக்கணக்கான தலைமுறைகள் தோன்றி மறைந்த பிறகு, துருவங்களிலிருந்து உந்திக்கொண்டு வரும் உறைபனிப்படலத்தை உருக்கிவிடுவதற்குச் சூரியனுடைய குறைந்து வரும் வெப்பம் போதாததாகிவிடக்கூடிய காலம் தவிர்க்க முடியாமல் வந்தேதீரும்; மனிதகுலம் பூமத்தியரேகையைச் சுற்றிச் சூழ்ந்துவாழும் நிலை ஏற்பட்டு, கடைசியாக அங்கும் வாழ்வுக்குப் போதுமான வெப்பம் இல்லாத நிலையை எய்திவிடும்; பிறகு படிப்படியாக உயிர்ப்புள்ள ராசிகளின் கடைசி மிச்சசொச்சங்களும் மறைந்துவிடும்; சந்திரன் போல் இந்நிலை உலகம் ஒளி அணைந்து உறைந்துபோய் ஆதிக்கும் மிருட்டில், நாளுக்குநாள் குறுகிவருகிற விண்வெளிப் பாதையில் அதேபோல் ஒளி அணைந்த சூரியனை வட்டமிட்டுவந்து, அதனுள் விழுந்துவிடும். இதேபோல் இதர கிரகங்கள் முன்னமேயே விழுந்திருக்கும்; மற்ற கிரகங்களும் இதையே பின்பற்றி

வரும். இசைவாக அமைந்துள்ள உறுப்புக்களைக் கொண்ட ஓர் ஏற்பாட்டில் இருக்கிற ஒளிபொருந்திய வெப்பமான சூரிய மண்டலத்திற்குப் பதில், சில்லிட்டு மாண்டுபோன ஒரு கோளம் பிரபஞ்சத்தின் அண்டவெளியிலே தன்னந்தனியாகச் சுற்றிவரும். நமது சூரிய மண்டலத்திற்கு ஏற்படும் கதி, நமது பிரபஞ்சத் தீவின் எல்லா மண்டலங்களுக்கும் முன்போ பிறகோ நிகழ்ந்துதான் தீரும்; இதர எல்லாப் பிரபஞ்சத்தீவுகளுக்கும் ஏற்பட்டே தீரும்; கண்ணில் படுவதற்கு உயிருள்ள ஒரு மனிதன் இருக்கும்போதுகூட இந்நில உலகை வந்து சேராத ஒளியுள்ள அவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிற எண்ணற்ற பிரபஞ்சத் தீவுகளுக்கும் இது நிகழ்ந்தேதீரும்.

இவ்விதம் ஒரு சூரிய மண்டலம் தனது ஆயுள் வரலாற்றை முடித்துக்கொண்டு, முடிவு எல்லையுள்ள எல்லாவற்றிற்கும் உரிய மரணத்திற்குப் பணிந்துவிட்டபொழுது, மேற்கொண்டு என்ன? எல்லையற்ற அண்டவெளியில் சூரியனின் சடலம் சதாசர்வகாலமும் உருண்டுவருமா? ஒரு காலத்தில் வரையறையற்றுப் பல்வேறு வகையாக வேறுபட்டு நின்ற இயற்கைச் சக்திகள் எல்லாம், கவர்ச்சி என்ற ஒரே ஓர் இயக்க வடிவத்தை மட்டும் நிரந்தரமாகப் பெற்றுவிடுமா?

“அல்லது” —செக்கி என்ற விஞ்ஞானி கேட்பதுபோல் (810ம் பக்கம்) — “மாண்டுபோன இந்த மண்டலத்தை, ஒளிர்கின்ற ஒளிமுகிலாக ஆரம்பநிலைக்கு மீண்டும் மாற்றி அதைப் புதிய வாழ்க்கைக்கு மீண்டும் உயிர்த்தெழச் செய்கிற வினைகள் இயற்கையில் உள்ளனவா? நாம் அறியோம்.”

“ $2 \times 2 = 4$ என்று நாம் அறிந்துள்ளதைப்போல, அல்லது பொருளின் கவர்ச்சி அது உள்ள தூரத்தை ஒட்டிச் சதுர அளவில் பெருகும் அல்லது குறையும் என்பதை அறிந்துள்ளதைப்போல, அது நமக்குத் தெரியாதுதான். இருந்த போதிலும், தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம் இயற்கையைப் பற்றிய தனது கண்ணோட்டத்தை ஒரு முழுமையுள்ள இசைவான அமைப்பாக முடிந்தவரை நிர்மாணிக்கிறது; அப்படி இல்லையெனில், ஒரு சிந்திக்காத அனுபவவியல்வாதியும் கூட அது இல்லாமல் தற்காலத்தில் ஒன்றும் சாதித்துவிட முடியாது; இதில், நாம் மிகவும் அடிக்கடி முற்றிலும் அறியப்

படாத பரிமாணங்களைக் கொண்டு கணக்கிட வேண்டியுள்ளது; முரணற்ற சிந்தனை என்பதே எல்லாச் சமயங்களிலும் உதவி புரிந்து குறைபாடுள்ள அறிவை நிறைவு செய்யவேண்டும். நவீன காலத்து இயற்கை விஞ்ஞானம் இயக்கத்தின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மை என்ற கோட்பாட்டைத் தத்துவவியல் விடமிருந்து எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது; இந்தக் கோட்பாடு இல்லாமல் இனி அது இருக்க முடியாது. ஆனால், பொருளின் இயக்கம் என்பது வெறும் கொச்சையான இயந்திர இயக்கம் மட்டுமல்ல, வெறும் இடப்பெயர்ச்சி மட்டுமல்ல; அது, வெப்பம், ஒளி, மின் அழுத்தம், காந்த அழுத்தம், இரசாயனச் சேர்க்கை, இரசாயனச் சிதைவு, உயிர்ப்பு, இறுதியாக, உணர்வும் ஆகும். பொருள் தனது எல்லையற்ற வாழ்வுக் காலம் முழுவதிலும் ஒரே ஒரு தடவை மட்டுமே, அதுவும் அதனுடைய சாஸ்வதமான நிலைநிற்புடன் ஒப்பிடும் போது மிக நுணுக்கமான குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமே தனது இயக்கத்தை வேறுபடுத்திக் காட்ட அதனால் சாத்தியமாயிற்று என்றும், அதன்மூலம், இந்த இயக்கத்தின் செழுமை முழுவதும் வெளிப்பட்டது என்றும், இதற்கு முன்பும் பின்பும் அந்தந்தக் காலத்திற்கும் வெறும் இடப்பெயர்ச்சி அளவிற்குத் தன்னைக் குறுக்கிக்கொள்கிறது என்றும் கூறுவதெனில், பொருள் மாண்டு போகும் தன்மையுடையது, இயக்கம் தற்காலிகமானது என்பதற்குச் சமமாகும். இயக்கத்தின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மை என்பதை வெறும் அளவுநிலையிலே மட்டும் கருதக்கூடாது; பண்புநிலையிலும் அது கருதப்பட வேண்டும்; பொருளின் சுத்தமான இயந்திர முறையிலான இடப்பெயர்ச்சி என்னும்போது சாதகமான சூழ்நிலைகளில் அது வெப்பம், மின்சாரம், இரசாயனச் செய்கை, உயிர்ப்பு என்று மாற்றம் பெறும் தன்மை பெற்றிருக்கிறது என்றும், ஆனால் அந்தச் சூழ்நிலைகளைத் தன்னுள்ளிருந்தே உற்பத்தி செய்து கொள்ள முடியவில்லை என்றும் ஆகிறது என்றால் அப்படிப்பட்ட பொருள் இயக்கத்தைப் பறிகொடுத்துவிட்டது என்பதே யாகும்; அந்த இயக்கம் தனக்குப் பொருத்தமான பல வடிவங்களைப் பெறும் தன்மையை இழந்துவிட்டாலும் அது

இன்னும் 'dynamis'* பெற்றிருக்க முடியும் என்றும் ஆனால் 'energeia'** மட்டும் இல்லை என்றும், ஆக அது தன்னில் ஒரு பகுதியை அழித்துக்கொண்டது என்றும் ஆகிறது. ஆனால், இவ்விரண்டும் சிந்திக்கச் சாத்தியமில்லாதவையாகின்றன.

இது மட்டும் உறுதி: ஒரு காலத்தில் நமது பிரபஞ்சத் தீவைச் சேர்ந்த பொருள், குறைந்தபட்சம் இரண்டு கோடி விண்மீன்களைக் கொண்ட சூரிய மண்டலங்களை உற்பத்தி செய்யக்கூடிய (மேட்லர் என்ற விஞ்ஞானியின் கருத்துப்படி) அளவுக்குத் தனது இயக்கத்தை—அது எவ்வகையானது என்பது இன்னும் அறியப்படவில்லை—வெப்பமாக மாற்றியுள்ளது; அதே போல் அவை படிப்படியாக மறைவதும் திண்ணம். இந்த மாற்றம் எப்படி நிகழ்ந்தது? நமது சூரிய மண்டலத்தின் எதிர்கால 'caput mortuum'*** புதிய சூரிய மண்டலங்கள் உண்டாவதற்கான மூலப்பொருளாகமறுபடியும் மாறுமா என்பதைப் பற்றி செக்கி பாதிரியாருக்கு எவ்வளவு கொஞ்சமாகத் தெரியுமோ அதே போல் நமக்கும் கொஞ்சமே தெரியும். இந்த இடத்திலே நாம் சிருஷ்டிகர்த்தாவை ஆதாரம் தேடவேண்டும், அல்லது, அசையும் பொருளுக்குள் இயல்பாகவே அடங்கியுள்ள இயக்கத்தின் மாற்றங்களால் நமது பிரபஞ்சத்தைச் சேர்ந்த சூரிய மண்டலங்கள் உண்டாவதற்கான ஒளியூட்டம் மிக்க மூலப்பொருள் இயற்கையான முறையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது, ஆகவே, இயக்கத்தின் இந்த மாற்றங்களுக்கான சூழ்நிலைகளையும் பொருளே மறுபடியும் உற்பத்தி செய்தாக வேண்டும், அது கோடானு கோடி வருடங்களுக்குப் பிறகு ஏறக்குறையத் தற்செயலாக வாவது நிகழும், ஆனால், தற்செயலாக என்பதில் அவசியம் என்பதும் அடங்கியுள்ளது என்று நாம் தீர்மானிக்கும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறோம்.

அப்படிப்பட்ட மாற்றத்திற்கான சாத்தியப்பாடு

* விசை.—(ப-ர்.)

** ஆற்றல்.—(ப-ர்.)

*** செத்த தலை. இங்கே அணைந்துபோன சூரியனும் அதன்மேல் விழுந்த உயிரற்ற கோள்களும் குறிக்கப்படுகின்றன.—(ப-ர்.)

மேலும் மேலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. வானத்தில் இயங்கும் கோள்கள் இறுதியாக ஒன்றுக்குள் ஒன்று விழுந்தாக வேண்டும் என்ற கருத்திற்கே அனைவரும் வருகின்றனர்; அது மட்டுமின்றி, அப்படிப்பட்ட மோதல்கள் நிகழும்போது எவ்வளவு வெப்பம் உண்டாக்கப்படும் என்பதும் கூடக் கணக்கிடப்படுகிறது. புதிய விண்மீன்கள் திடீரெனப் பீறிட்டுக் கொழுந்துவிடுவதாகவும், ஏற்கனவே நாம் அறிந்த விண்மீன்களின் ஒளி திடீரெனச் சுடர்விட்டுப் பிரகாசிக்கிறது என்றும் வானியல் நமக்கு அறிவிக்கிறது; அப்படிப்பட்ட மோதல்களினால் இந்த நிகழ்ச்சிகளுக்கு எளிதான விளக்கம் கிடைக்கிறது. மேலும், நமது கிரகங்களின் கூட்டம் சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றது என்பதும் நமது சூரியன் நமது பிரபஞ்சத் தீவினுள்ளே இயங்குகிறது என்பதும் மட்டுமல்ல, நமது பிரபஞ்சத் தீவு முழுவதும் இதரப் பிரபஞ்சத் தீவுகளுடன் தற்காலிகமான, ஒப்புமைச் சமனநிலையில் அண்டவெளியில் இயங்குகிறது; சுதந்திரமாக மிதக்கும் கோள்களின் சார்புச் சமனநிலையும் கூட அவைகளின் இயக்கம் பரஸ்பரீதியாக நிரணயிக்கப்பட்டால் மட்டும் நிலைநிற்க முடியும்; அண்டவெளி முழுவதிலும் எல்லா இடங்களிலும் வெப்ப நிலை ஒரே மாதிரியாக இல்லை எனப் பலரும் அனுமானிக்கின்றனர். இறுதியாக, நமது பிரபஞ்சத் தீவின் எண்ணற்ற சூரியன்களின் வெப்பத்தில் மிக நுண்ணிய அளவு நீங்கலாக மிகுதி முழுவதும் அண்டவெளியில் மறைந்து விடுகிறது, சென்டிகிரேட் டிகிரியில் பத்துலட்சத்தில் ஒரு பங்கின் அளவுக்குக்கூட அண்டவெளியின் வெப்ப நிலையை அது உயர்த்துவதில்லை. இவ்வளவு பிரம்மாண்டமான அளவு வெப்பம் என்ன ஆகிறது? பிரபஞ்சத்தின் அண்டவெளிக்குச் சூடேற்றும் முயற்சியில் அது நிரந்தரமாகச் சிதறி மறைந்து வருகிறதா? நடைமுறையில் அது மாண்டு அழிந்ததா? அல்லது, ஒரு டிகிரியில் பத்து அல்லது அதற்கு மேலான பூஜ்ஜியங்கள் உள்ள ஒரு தசாம்சபின்னத்தின் அளவுக்கு அது அண்டவெளியின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துகிறது என்ற பொருளில் தத்துவரீதியாக மட்டும் தொடர்ந்து நிலைநிற்கிறதா? இப்படி அனுமானிப்பது எனில், இயக்கத்தின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மையை மறுப்பதற்கொப்

பாகும்; விண்கோள்கள் தொடர்ந்து ஒன்றுக்குள் ஒன்று விழுந்துவிடுவதினால் தற்போதுள்ள யாந்திரீக சலனம் முழுவதும் வெப்பமாக மாறி அதுவும் அண்டவெளிக்குள் கதிர் வீச்சு முறையில் சென்றுவிடுகிறபடியால் “சக்தியின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மை” என்றெல்லாம் சொல்லப்பட்ட போதிலும் இயக்கம் என்பது பொதுவாக அழியும் என்ற கருத்திற்கு இடமளிப்பதாக ஆகிறது. (இதற்கிடையே, இங்கே “இயக்கத்தின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மை” என்ற சொற்றொடருக்குப் பதில் “சக்தியின் அழிக்கவொண்ணாத தன்மை” என்ற சொற்றொடர் எவ்வளவு பொருத்தமற்றிருக்கிறது என்பதைக் காணலாம்.) ஆகையால், ஏதாவது ஒரு வழியில்—இவ்வழியைக் காட்டுவது பின்னால் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் கடமையாக இருக்கும்—அண்டவெளிக்குள் கதிர்வீச்சு முறையில் சென்ற வெப்பம் இயக்கத்தின் மற்றொரு வடிவமாக மாற முடியும் என்றதும் இந்த வடிவத்தில் அது சேமிக்கப்பட்டு மறுபடியும் செயலாற்றலுக்கு வர முடியும் என்றதுமான முடிவுக்குத்தான் நாம் வர வேண்டும். இதன்மூலமாக, ஒளி இழந்த சூரியன்கள் மறுபடியும் வெண்ணொளிவீசும் ஆவியாக மாறுவதில் உள்ள பிரதானமான முட்டுக்கட்டை நீங்குகிறது.

இதர விஷயங்களைப் பொறுத்தவரை, எல்லையற்ற காலத்தில் உலகங்கள் எப்பொழுதுமே ஒன்றைத் தொடர்ந்து ஒன்று உண்டாகும் என்பதானது, எல்லையற்ற அண்டவெளியில் எண்ணற்ற உலகங்கள் அக்கம்பக்கமாக நிலைபெற்றிருக்கின்றன என்ற கருத்தைத் தர்க்கரீதியாக முழுமை பெறச் செய்கிறது — இந்தக் கோட்பாட்டின் அவசியம், தத்துவத்தை எதிர்க்கும் போக்குள்ள டிரேபரின்* அமெரிக்க மூலையையும்கூடத் துளைத்துள்ளது.

* எல்லையற்ற அண்டவெளியில் பெருமளவு உலகங்கள் உள்ளன என்ற கருத்திலிருந்து எல்லையற்ற காலத்தில் உலகங்கள் தொடர்ந்தாற்போல உண்டாகும் என்ற கருத்திற்கு இட்டுச் செல்லப்படுகிறோம்” — (ஜா. வி. டிரேபர் — “ஐரோப்பாவின் சிந்தனைத்துறை வளர்ச்சி வரலாறு”, பாகம் 2 [325ம் பக்கம்]. [எங்கெல்லும் குறிப்பு.]

பொருள் ஒரு நிரந்தர வட்டத்தில் அசைந்து செல்கிறது: அது ஒரு முழுமையான வட்டம் ஆவதற்குப் பிடிக்கும் காலத்தை அளக்க நமது பூவுலக ஆண்டு ஒரு போதுமான அளவுகோல் அல்ல; இந்த வட்டத்தில் உயிரும் சுய உணர்வும் செயல்படுகிற இடவெளி எப்படிச் குறுகலாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளதோ அதைப் போலவே மிகச் சிகரமான வளர்ச்சிக்கு ஆகும் காலம், உயிர்ப்புள்ள ராசிகளுக்கான காலமும் குறுகலாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது; இதை விட இயற்கையைப் பற்றியும் தங்களைப் பற்றியும் சுய உணர்வு உள்ள ஜீவிகளின் வாழ்வுக்கான காலமும் குறுகலாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது; இந்த வட்டத்தில் பொருளினுடைய குறிப்பிட்ட வரம்புள்ள ஒவ்வொரு நிலைநிற்பு உருவம்—அது சூரியன் அல்லது ஒளிமுகிலான வாயுவாயினும், ஒரு தனிப்பட்ட விலங்கோ அல்லது மிருக இனமாயினும், இரசாயனச் சேர்க்கை அல்லது சிதைவு ஆயினும் சரி—சமமான அளவில் தற்காலிகமானது; இதில் எதுவும் நிரந்தரமான தன்மை கொண்டதல்ல; ஆனால், சாஸ்வதமாக மாறிக்கொண்டும் சாஸ்வதமாக இயங்கியும் வருகிற பொருளும், எந்த நியதிகளுக்குட்பட்டு அது மாறியும் இயங்கியும் வருகிறதோ அவையும் சாஸ்வதமானவை. இருந்தபோதிலும், காலத்திலும் இடவெளியிலும் இந்தச் சுழல் வட்டம் எவ்வளவு இரக்கமின்றி எத்தனை தடவை முழுமை பெற்றாலும், எத்தனை கோடி சூரியன்கள் பூமிகள் தோன்றி மறைந்தாலும், ஒரு சூரிய மண்டலத்தில் ஒரே ஒரு கோளில் உயிர்ராசிகள் வாழ்வதற்கான சூழ்நிலைகள் உருவாக எவ்வளவு காலமானாலும், சிந்திக்கும் மூளையுள்ள விலங்குகள் தோன்றுவதற்கு முன்பு எத்தனையோ எண்ணற்ற உயிர்ராசிகள் தோன்றி மறைந்தாலும், அவை தங்கள் வாழ்வுக்குப் பொருத்தமான சூழ்நிலைகளை ஒரு குறுகலான காலகட்டத்திற்குப் பெற்று, பின்னர் சற்றும் ஈவு இரக்கமின்றி அழிக்கப்பட்டாலும் — ஒன்றுமட்டும் நிச்சயம்: பொருள் தனது எல்லா உரு மாற்றங்களிலும் நிரந்தரமாக ஒன்றாகவே உள்ளது; அது தனது எந்த குணலட்சணத்தையும் இழப்ப

தில்லை; ஆகவே, மேலும், அது எந்த உறுதியான நியதியின்படி தனது சிகரம் போன்ற சிருஷ்டியான சிந்திக்கும் மனதை அழித்துவிடுகிறதோ அதே நியதியின்படி வேறெங்காவது ஏதாவதொரு காலத்தில் மறுபடியும் அதை உற்பத்தி செய்து தீரவேண்டும்.

“நீங்குக்கு [மறுப்பு]”க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை

ஆயக்க இயலைப்பற்றி²⁵

பின்கண்ட நூல் ஏதோ ஓர் “உள்தூண்டுதலி”னால் எவ்வகையிலும் பிறந்ததல்ல. அதற்கு மாறாக, திரு. டீரிங்கின் புத்தம்புதிய சோஷலிஸத் தத்துவத்தின்மீது விமரிசன ஒளி வீசும்படி என்னைத் தூண்ட எவ்வளவு பெரிய முயற்சி எனது நண்பர் லீப்க்னெஹ்ட் செய்ய வேண்டிய தாயிற்று என்று அவரே சான்று கூறுவார். இப்படிச் செய்ய வேண்டும் என்று ஒரு தடவை தீர்மானித்த பிறகு, ஒரு புதிய தத்துவவியல் அமைப்பின் மிகச் சமீபத்திய நடைமுறைப் பயன் என்று பாத்தியதை கொண்டாடுகிற இந்தத் தத்துவத்தை, அதற்கும் அந்த அமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பிலும், இதன்மூலம் அந்த அமைப்பையும் கூட, பரிசீலனை செய்வதைத்தவிர எனக்கு வேறு வழியில்லை. ஆகவே, சாத்தியமான எல்லா விஷயங்களைப் பற்றியும் அதற்குமேல் இதர சில விஷயங்களைப் பற்றியும் அவர் பிரஸ்தாபிக்கிற இந்த விரிந்த பிரதேசத்திற்குள் திரு. டீரிங் அவர்களைப் பின் தொடர்ந்து செல்ல வேண்டிய நிர்ப்பந்தம் எனக்கு ஏற்பட்டது. 1877ம் ஆண்டு துவக்கத்திலிருந்து ஆரம்பித்து லைப்சிக் “Vorwärts” பத்திரிகையில் வெளிவந்த தொடர்க் கட்டுரைகளின் பிறப்பு இதுவே; அவை தொடர்புள்ள ஒரே முழுமையாக இங்கு அளிக்கப்படுகின்றன.

எத்தனை தற்புகழ்ச்சி செய்துகொண்டாலும் உண்மையிலேயே முக்கியத்துவத்தில் இவ்வளவு சிறுமை பெற்றிருக்கிற ஒரு கருத்தமைப்பு பற்றிய விமர்சனம், எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டிருக்கும் விஷயத்தின் தன்மையின் காரணமாக,

இவ்வளவு அதிகமான விபரத்துடன் முன்வைக்கப்படுவதிலே இரண்டு சூழ்நிலைக் காரணங்களைச் சமாதானத்திற்காகக் குறிப்பிடலாம். ஒரு புறம், இன்று, பொதுவாக விஞ்ஞானத்துறையிலும், செயல்துறையிலும் அக்கறை காட்டப்படுகிற, விவாதத்திலுள்ள பிரச்சினைகளைக் குறித்து எனது கண்ணோட்டத்தைப் பல்வேறு துறைகளிலும் உருப்படியான உருவத்தில் முன்வைக்க இந்த விமர்சனம் எனக்கு ஒரு வாய்ப்பளிக்கிறது. திரு. டீரிங் அவர்களின் அமைப்பிற்கு மாற்றாக மற்றோர் அமைப்பை முன்வைக்க வேண்டும் என்று எனக்குச் சற்றும் மனதில் படாமல் இருக்கும் பொழுது, என்னால் பல்வேறு வகையான விஷயாதாரங்கள் பரிசீலிக்கப்பட்டிருந்தாலும், என்னால் முன்வைக்கப்பட்டுள்ள கருத்துகளுக்குள் உள்ளடங்கியுள்ள பரஸ்பரத் தொடர்பை வாசகர் கவனிக்கத் தவற முடியாது என்று நம்புகிறேன்.

மற்றொரு பக்கத்தில், “அமைப்பைச் சிருஷ்டிக்கும்” திரு. டீரிங் தற்கால ஜெர்மனியில் ஏதோ ஒரு தனிப்பட்ட அசாதாரணமான தோற்றமல்ல. அந்த நாட்டில் சென்ற சற்று காலமாகவே தத்துவவியல், விசேஷமாக இயற்கைத் தத்துவவியல் அமைப்புகள் காளான்களைப்போல ஓர் இரவுக்குள் டஜன் கணக்கில் முளைத்தெழுந்து கொண்டிருக்கின்றன; அரசியல், பொருளாதாரம் முதலானவைகளைப் பற்றிய எண்ணற்ற புதிய அமைப்புகளை நான் இதில் குறிப்பிடத் தேவையில்லை. நவீன அரசில் எப்படி ஒவ்வொரு பிரஜையும் தான் வாக்களிக்கிற எல்லாப் பிரச்சினைகளைப் பற்றியும் தீர்ப்பளிக்கத் தகுதிவாய்ந்தவனாக அனுமானிக்கப்படுகிறானோ, தனது வாழ்க்கைக்காக வாங்கவேண்டிய வாய்ப்புக்கிடைக்கிற எல்லாச் சரக்குகளைப் பற்றியும் ரசனைத்தேர்ச்சி உள்ளவனாக எப்படி ஒவ்வொரு வாங்குவோனும் இன்றைய பொருளாதாரத்தில் அனுமானிக்கப்படுகிறானோ — அதே மாதிரியாக இன்று விஞ்ஞானத்திலும் அனுமானங்கள் கொள்ளலாம் என்றாகியிருக்கிறது. எதைப் பற்றியும் யாரும் எழுதலாம்; தாங்கள் தீர்க்கமாகப் படித்தறியாக விஷயங்களைப்பற்றிப் புத்திபூர்வமாக எழுதுவதிலும், அது ஒன்றே கரு

ரான விஞ்ஞானபூர்வமான முறை என்று முன்வைப்பதிலுமே இன்றைய “விஞ்ஞான சுதந்திரம்” அடங்கியுள்ளது. இந்த முரடான போலி விஞ்ஞானத்தைப் பெருமளவுக்குச் சிறப்பாக இனங்காட்டுகிற மாதிரியைச் சேர்ந்த ஒருவரே திரு. டீரிங்; இப்படிப்பட்ட போலி விஞ்ஞானம் இன்றைய ஜெர்மனியில் எங்கு நோக்கினும் முண்டியடித்து முன்னுக்கு வந்து, தனது உன்னதமான மடமையின் சத்தத்திலே எல்லா வற்றையும் மூழ்கடித்துவருகிறது. காவியம், தத்துவவியல், பொருளாதாரம், வரலாற்று இயல் இவைகளில் உன்னதமான மடமை; சொற்பொழிவு மண்டபத்திலும் பொது மேடையிலும் உன்னதமான மடமை; எங்கு நோக்கினும் உன்னதமான மடமையே; இதர நாடுகளின் சாதாரண, எளிமையான மடமையிலிருந்து வேறுபட்டுநின்று, கருத்தாழத்திற்கும் மேன்மைக்கும் பாத்தியதை கொண்டாடுகிற உன்னதமான மடமை; ஜெர்மனியின் மலிவான ஆனால் மோசமான இதர சரக்குகளைப்போல, ஜெர்மனியின் சிந்தனைத்துறைத் தொழிலின் பெருமளவு உற்பத்திச் சரக்குகளை இனங்காட்டுகிற உன்னதமான மடமை; ஆனால் இது பிலடெல்பியா பொருட்காட்சியில்²⁶ அவைகளுடன் அக்கம்பக்கமாக வைக்கப்படாதது துரதிருஷ்டமே. சமீபத்தில் ஜெர்மன் சோஷலிஸம்கூட, குறிப்பாகத் திரு. டீரிங்கின் நல்ல முன்னுதாரணத்திற்குப் பிறகு, கணிசமான அளவு உன்னதமான மடமைக்கு ஆளாகியிருக்கிறது. நடைமுறைச் சமூக ஜனநாயக இயக்கம் இந்த உன்னதமான மடமையினால் வெகு சிறிய அளவிற்குக்கூட வழிதவற இடங்கொடுக்கவில்லை யென்றால், இயற்கை விஞ்ஞானத்தைத் தவிர ஏறக்குறைய மற்றெல்லாத் துறைகளிலும் தற்போது அசௌக்கிய முற்றுள்ள அந்த நாட்டில் நமது தொழிலாளர் வர்க்கம் எந்த அளவுக்கு ஆரோக்கியமாக உள்ளது என்பதற்கு அது மற்றொரு சான்றாகும்.

மனித அறிவு என்றைக்கும் சர்வவியாபக ஞானத்தின் தன்மையைப் பெற முடியாது²⁷ என்று நகேலி மூனிக் நகரில் நடந்த இயற்கை விஞ்ஞானிகள் கூட்டத்தில் ஆற்றிய உரையில் குறிப்பிட்டபோது, உண்மையில் அவர் திரு. டீரிங்கின்

சாதனைகளை அறிந்திருக்கீ முடியாது என்பது தெளிவாகிறது. அதிகப்பட்சம் ஒரு நுனிப்புல்மேய்கிறவன் என்கிற அளவில் மட்டுமே நடமாடக்கூடிய பலதுறைகளுக்குள்ளும் அவரைப் பின்பற்றும்படியான நிர்ப்பந்தத்தை அவருடைய சாதனைகள் எனக்கு உண்டாக்கின. ஒரு 'பொதுமனிதன்' ஏதாவது சொல்லுவதெனில் அது அகங்காரமான துணிச்சல் என்று அடிக்கடி கருதப்பட்ட இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் பல்வேறு பிரிவுகளுக்கும் இது குறிப்பாகப் பொருந்தும். தனது விசேஷத் துறைக்கப்பால் ஒவ்வொரு இயற்கை விஞ்ஞானியும் ஒரு கற்றுக்குட்டியே,²⁸ vulgo* ஒரு 'பொதுமனிதனே' என்று அதே மூனிக் நகரில் விர்ஹோவ் உரைத்து, பின்னால் வேறிடத்தில் விரிவாக விவாதிக்கப்பட்டுள்ள கருத்து எனக்கு ஒரு விதத்தில் ஊக்கமூட்டுவதாக உள்ளது. அப்படிச் சிறப்பான தேர்ச்சியுடைய ஒருவன் அருகாமையிலுள்ள துறைகளிலும் அவ்வப்போது அத்துமீறிப் பிரவேசிப்பதற்கான சுதந்திரத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம், எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்; அந்தத் துறைகளில் உள்ள விசேஷத் தேர்ச்சியுடையவர்கள் அவனுக்குச் சிறு பிழைகள் குறித்தும் நேர்த்திக் குறைவான சொல்லாட்சி குறித்தும் சலுகை காட்டுவதுபோல நானும் எனது பொதுவான தத்துவரீதியான கண்ணோட்டங்களுக்கு ஆதாரங்களாக இயற்கையின் மாற்றப்போக்குகளையும் நியதிகளையும் எடுத்துக் காட்டும் சுதந்திரத்தை எடுத்துக்கொண்டபடியால் நானும் அந்தச் சலுகையை எதிர்பார்க்கலாம் என நம்புகிறேன்.** நவீன இயற்கை விஞ்ஞானம் அடைந்துள்ள விளைவுகள், ஓர் இயற்கை விஞ்ஞானியை அவர் விரும்பினாலும், விரும்பாவிட்டாலும் இன்று எப்படிப் பொதுவான தத்துவரீதியான

* அப்பட்டமாகச் சொல்லப் போனால்.—(ப-ர்.)

** எங்கெல்லாம் தமது "பழைய முகவுரை"யில் ஒரு பகுதியை ஆரம்பத்திலிருந்து இந்த வாக்கியம் வரை ஒரு செங்குத்தான கோடுபோட்டு அடித்துவிட்டிருக்கிறார்; காரணம், இந்தப் பகுதியை "ரீங்குக்கு மறுப்பு" என்கிற தமது நூலின் முதற்பதிப்பின் முகவுரையில் அவர் பயன்படுத்திக் கொண்டிருக்கிறார்.—(ப-ர்.)

முடிவுகளுக்கு வரத் தவிர்க்க முடியாதபடி நிர்ப்பந்திக்கின்றனவோ அதே மாதிரியாகத் தத்துவரீதியான விவகாரங்களைப் பற்றிச் சிந்திப்பவனையும் எதிர்க்க முடியாதபடி உந்துகின்றன. இங்கு ஒரு விதத்தில் ஒரு குறை ஈடுசெய்யப்படுகிறது. இயற்கை விஞ்ஞானத் துறையில் தத்துவவாதிகள் கற்றுக்குட்டிகள் என்றால் அப்பொழுது இயற்கை விஞ்ஞானிகளும் இன்று தத்துவத்துறையில், தத்துவவியல் என்று இதுவரை கூறப்பட்டுவருகிற துறையில், அதே அளவுக்கு யதார்த்தத்தில் அப்படித்தான் உள்ளனர்.

அனுபவவாதரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம் இன்று அறிவுத் துறைக்குப் பிரம்மாண்டமான அளவுக்கு உருப்படியான விஷயாதாரங்களைச் சேகரம் செய்துள்ளது; ஆகவே, திட்டமிட்ட முறையில் அவைகளின் பரஸ்பர உள் தொடர்புகளையும் அடிப்படையாக வைத்து ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட ஆராய்ச்சித் துறையிலும் அவைகளை வகைப்படுத்துவது என்பது அவசர அவசியமாகிவிட்டது. அறிவின் தனிப்பட்ட துறைகளையும் ஒன்றுக்கொன்று சரியான தொடர்பில் வைக்கவேண்டும் என்பதும் அதே அளவுக்கு அவசர அவசியமாகியுள்ளது. அப்படிச் செய்யும் பொழுது இயற்கை விஞ்ஞானம் தத்துவத் துறைக்குள் பிரவேசிக்கிறது; இங்கு அனுபவவாதத்தின் முறைகள் பயன்படா, தத்துவரீதியான சிந்தனையே உதவிகரமாக இருக்க முடியும்.* ஆனால், தத்துவரீதியான சிந்தனை என்பது இயற்கையான திறன் என்ற அளவில் மட்டுமே ஓர் உள்ளார்ந்த குணமாகும். இந்த இயற்கையான திறன் வளர்க்கப்பட்டு, அபிவிருத்தி செய்யப்பட வேண்டும்; அப்படி அபிவிருத்தி செய்வதெனில் இதற்கு முந்திய தத்துவவியலைப் படித்து ஆராய்வதைத்தவிர வேறு விதமான வழிகள் இல்லை.

ஒவ்வொரு சகாப்தத்திலும் — ஆகவே, நம்முடையதிலும்—தத்துவரீதியான சிந்தனை என்பது வரலாற்றுபூர்வமாக உருவாகிற பொருளாகும்; அது வெவ்வேறு காலங்

* கைப்பிரதியில் இந்த வாக்கியமும் அதற்கு முந்திய வாக்கியமும் பென்சிலால் அடியில் கோடு போட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன.— (ப-ர்.)

களில் வெவ்வேறு வடிவங்களையும், அத்துடன், வெவ்வேறு உட்கிடக்கைகளையும் கொள்கிறது. ஆகவே சிந்தனையைப் பற்றிய விஞ்ஞானம் என்பதும் மற்றவைகளைப் போலவே ஒரு சரித்திரரீதியான விஞ்ஞானமாகும்; மனித சிந்தனை வரலாற்றுரீதியாக வளர்ந்ததின் விஞ்ஞானமாகும். அனுபவ ரீதியான துறைகளுக்குச் சிந்தனையை நடைமுறையில் அநுஷ்டிக்கும்போது அது முக்கியத்துவமடைகிறது. ஏனெனில், முதலாவதாக, சிந்தனையின் நியதிகளைப் பற்றிய தத்துவம், “தர்க்கவியல்” என்ற சொல்லைக் குறித்து பிலிஸ் டைன்களின் சிந்தனை கற்பனை செய்துக்கொள்வதைப்போல, சதாசர்வ காலத்திற்கும் ஸ்தாபிக்கப்பட்டுப்போன ஒரு “நிரந்தர உண்மை”யல்ல. உட்கிடக்கையைவிட வடிவங்களுக்கே முக்கியத்துவம் கொடுக்கிற சம்பிரதாய தர்க்கவியல் (formal logic) அரிஸ்டாட்டில் கால முதல் இந்த நாள் வரைக்கும் தீவிரமான சர்ச்சைக்கு அரங்காக இருந்துவந்துள்ளது. இயக்க இயலை இதுவரை ஓரளவுக்கு நல்ல முறையில் பரிசீலனை செய்தவர்கள் அரிஸ்டாட்டில், ஹைகல் ஆகிய இரு சிந்தனையாளர்கள் மட்டுமே. ஆனால், இன்றைய தினத்து இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சிந்தனா முறையாக அமைவது இயக்க இயல் ஒன்றே; ஏனெனில், இயற்கையில் நிகழ்கிற பரிணாம மாற்றப்போக்குகளையும், பொதுவான பரஸ்பரத் தொடர்புகளையும், ஒரு பரிசீலனைத் துறையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுவதில் உள்ள இடைநிலைகளையும் விளக்குகிற முறையாக மட்டுமன்றி அதற்கான ஒரு மாதிரி-அமைப்பை அளிப்பதுவும் அது ஒன்றே.

இரண்டாவதாக, மனித சிந்தனை படிப்படியாக வளர்ந்ததின் சரித்திரபூர்வமான பாதையைப் பற்றியும் பல்வேறு காலங்களில் புற உலகத்தில் உள்ள பொதுவான பரஸ்பரத் தொடர்புகளைக் குறித்து வெளியிடப்பட்ட கண்ணோட்டங்களைப் பற்றியும், தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம் மற்றொரு கூடுதலான காரணத்திற்காகவும் அறிந்திருக்க வேண்டியது அவசியம், அதாவது, இந்த விஞ்ஞானம் தானே பிரகடனம் செய்த தத்துவங்களுக்கு அதுவே ஓர் உரை

கல்லையும் அளிக்கிறது. இருந்தபோதிலும்கூட, இங்குதான் தத்துவவியலின் வரலாற்றை அறிந்திருப்பதில் உள்ள குறைபாடு அடிக்கடி வெளிப்படையாகக் காட்சியளிக்கிறது. பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரே தத்துவவியலில் முன்வைக்கப்பட்டு, தத்துவவியல் துறையில் வெகு காலத்திற்கு முன்னரே கணக்கு முடிக்கப்பட்ட உத்தேசக் கருத்துகளை, தத்துவரீதியாகச் சிந்திக்கிற இயற்கை விஞ்ஞானிகள் புத்தம் புதிய விவேகமாகப் பல சந்தர்ப்பங்களிலும் முன்வைக்கின்றனர்; இந்த உத்தேசக் கருத்துகள் சிறிது காலத்திற்கு ‘பேஷன்’ ஆகவும் இருக்கின்றன. வெப்பத்தைப் பற்றிய இயந்திரமுறையிலான தத்துவம் ஆற்றலின் அழியா நிலைக் கோட்பாட்டைப் பல புதிய ஆதாரங்களைக் கொண்டு வலுப்படுத்தி, அதை முன்னணியில் கொண்டு வந்து நிறுத்தியதானது அதனுடைய மகத்தான சாதனையே; ஆனால், இந்தக் கோட்பாட்டை ஏற்கனவே டேக்கார்ட் வரையறுத்துவைத்து விட்டார் என்பதைக் கனம் பொருந்திய பௌதிகவியல் வாதிகள் ஞாபகத்தில் வைத்திருந்தார்கள் எனில் அந்தக் கோட்பாடு அவ்வளவு புத்தம்புதியதொன்றாக மேடையில் தோன்றியிருக்க முடியுமா? பௌதிகவியலும் இரசாயனவியலும் அநேகமாக மூலக்கூறுகளைப்பற்றியும் அணுக்களைப் பற்றியும் மறுபடியும் ஆராய்வதால் பண்டைய கிரேக்க நாட்டின் அணுத் தத்துவவியல் அவசியத்தை முன்னிட்டு மறுபடியும் முன்னுக்குத் தள்ளப்பட்டுள்ளது. ஆனால் அதை இயற்கை விஞ்ஞானிகளில் மிகச் சிறந்தவர்களே எவ்வளவு மேலெழுந்த வாரியாகப் பார்க்கின்றனர்! எடுத்துக் காட்டாக, லெவ்க்கிப்பஸ் அல்ல, டெமாக்கிரிடஸ் தான் அதை உண்டாக்கினதாக கெக்கூலே (“Ziele und Leistungen der Chemie”) சொல்கிறார்; இயல்பில் வித்தியாசப்படுகிற வெவ்வேறு மூலக அணுக்கள் உள்ளன என்று அனுமானித்ததில் முதல்வர் டால்டன் என்றும், வெவ்வேறு மூலகங்களை இயல்புபடுத்துகிற வெவ்வேறு அணு எடைகளை அவைகளுக்கு அளித்தவர்களில் முதல்வர் அவரே என்றும் அவர் சாதிக்கிறார்.²⁹ ஆனால் பரிமாணத்திலும் உருவத்திலும்

மட்டுமல்ல, எடையிலும்* அணுக்களுக்கு வேறுபாடுகளை ஏற்கனவே கற்பித்தவர் எபிக்யூரஸ் என்பதை, அதாவது, அணு எடையைப் பற்றியும் அணுப்பருமனைப் பற்றியும் அவர் தமது சொந்த வழியில் அறிந்திருந்தார் என்பதை டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ் எழுதிய நூலில் (X, §§ 43-44, 61) யாரும் படிக்க முடியும்.

1848ம் ஆண்டு, ஜெர்மனியில் வேறு எதையும் முடிவுக்குக் கொண்டு வராவிட்டாலும் தத்துவவியல் துறையில் மட்டும் அங்கு ஒரு முழுமையாக புரட்சியையே செய்து முடித்தது. அந்த நாடு நடைமுறைத் துறைக்குள் பாய்ந்து, ஒரு புறத்தில் நவீன பெரிய அளவுத் தொழில், பித்தலாட்டம் இவைகளின் ஆரம்பத்தை நிலைநாட்டியது; மறுபுறத்தில் கேலிச் சித்திரம் போன்ற நாடோடி மதப்பிரசாரர்களான வோக்ட், புஹ்னர் ஆகியவர்களால் அங்குரார்ப்பணம் செய்யப்பட்டு, இயற்கை விஞ்ஞானம் பின்னர் ஜெர்மனியில் அடைந்த பெரும் முன்னேற்றத்தைத் துவக்கிவிட்டது; பெர்லின் நகரத்துப் பழைய ஹெகலியவாதம் என்ற மணற்பாலை யிலே தன்னை இழந்துவிட்ட மூலச்சிறப்புள்ள ஜெர்மன் தத்துவவியலின்பால் அந்தத் தேசம் உறுதியோடு முதுகைத் திருப்பி நின்றுகொண்டது. பெர்லின் நகரத்துப் பழைய ஹெகலியவாதத்திற்கு இது முற்றிலும் வேண்டியதே. ஆனால், விஞ்ஞானத்தின் சிகரங்களை எட்டிப் பிடிக்க விரும்பும் ஒரு நாடு தத்துவரீதியான சிந்தனையின்றி அதைச் சமாளிப்பது சாத்தியமில்லை. இயற்கையின் மாற்றப் போக்குகளின் இயக்க இயல் தன்மை மனதைத் தவிர்க்க முடியாமல் ஈர்த்துக் கொண்டிருந்த நேரத்தில் தத்துவம் என்கிற மலையில் வழிகண்டுபிடித்து ஏறிச்செல்ல இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு இயக்க இயல் மட்டுமே துணையாக இருக்க முடியும் என்றான நேரத்தில்—ஹெகலியவாதம் மட்டுமல்ல, இயக்க இயலும் கூட எடுத்து எறியப்பட்டது; ஆகவே, பழைய இயக்க மறுப்பியலுக்கு வேறுவழியின்றித் திரும்பிச் செல்ல வேண்டிய தாயிற்று. அது முதற்கொண்டு பொது ஜனத்திடையே ஆட்கொண்டது என்ன வெனில், ஒரு பக்கத்தில், பிலிஸ்டைன்

* இந்நூலின் 310-311ம் பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

களுக்குப் பொருத்தமாக உருவாக்கப்பட்ட ஷோபன்ஹுவரின் சத்தில்லாத சிந்தனைகளும் பின்னர் இத்துடன் சேர்ந்த கார்ட்மன் கருத்துகளும்; மறுபக்கத்தில் வோக்ட், புஹ்னர் போன்றோரின் நாடோடிப் பிரச்சாரத்தன்மையுள்ள விஞ்ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதமுமே. பல்கலைக்கழகங்களில் கதம்பவாதத்தின் மிக வேறுபட்ட பல ரகங்கள் ஒன்றோடொன்று போட்டியிட்டன; பழைய தத்துவவியல்களின் மிச்சமிகுதிகளிலிருந்து மட்டுமே புனையப்பட்டு எல்லாமே இயக்க மறுப்பியல் தன்மை கொண்டவையாக இருந்ததே அவைகளின் பொதுப்படையான அம்சம். பண்டையத் தத்துவவியலின் மிச்சசொச்சத்திலிருந்து காக்கப்பட்டது ஒரு வகையான புதிய கான்ட்டியவாதம் ஒன்று மட்டுமே; அதிலும் கூட நிரந்தரமாக அறியவே முடியாத தன்னிலைப் பொருள் இருப்பதாகக் கூறுகிற அதன் கடைசிக் கோட்பாடேயாகும்; பாதுகாக்கப்படச் சற்றும் தகுதியில்லாத கான்ட் தத்துவத்தின் பகுதி அது. இவைகளின் இறுதி விளைவு தற்போது தத்துவரீதியான சிந்தனையில் உள்ள குளறுபடியும் குழப்பமுமே யாகும்.

இயற்கை விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய எந்த ஒரு தத்துவ நூலை ஒருவன் விரித்தாலும், இயற்கை விஞ்ஞானிகளின் மீது இந்தக் குளறுபடியும் குழப்பமும் எந்த அளவுக்கு ஆட்சி செலுத்துகின்றன என்பதையும், தற்போது பரவலாக உள்ள தத்துவவியல் என்று சொல்லப்படுவது அவர்களுக்கு எவ்வித வழியையும் காட்டுவதில்லை என்பதையும் அவர்களே உணருகிறார்கள் என்று அபிப்பிராயத்தைப் பெருமல் இருக்க முடியாது. இங்கு இயக்க மறுப்பியலிலிருந்து, இயக்க இயல் சிந்தனை முறைக்கு ஏதோ ஒரு வழியில் திரும்பாமல் தெளிவு பெறுவதற்கான சாத்தியப்பாடு இல்லை, உண்மையிலேயே வேறு வழியில்லை.

இப்படித் திரும்புவது என்பது பல வழிகளிலும் நடைபெற முடியும். இயக்க மறுப்பியலின் பழைய அளவறுத்த புரோக்ரஸ்டெஸ் படுக்கைக்குள் இனிமேல் மடங்க முடியாது என்று மறுக்கும் இயற்கை விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்புகளின் உந்து விசையினாலே தன்னியல்பாக இயக்கஇயலுக்குத்

திரும்ப முடியும். ஆனால் அது நெடிதான, கடின உழைப்பு மிக்க பாதையாகும்; அதில் பிரம்மாண்டமான அளவில் அவசியமற்ற உரைசலைப் போக்க வேண்டியிருக்கும். இந்த மாற்றப்போக்கு பெரிய அளவுக்கு, குறிப்பாக உயிரியல் துறையில், ஏற்கனவே நிகழ்ந்துவருகிறது. இயற்கை விஞ்ஞானத் துறையில் உள்ள தத்துவவாதிகள் இயக்க இயல் தத்துவவியலை, அதனுடைய சரித்திரபூர்வமாக உருவாகி நிற்கிற வடிவங்களில், இன்னும் நெருங்கி அறிந்தார்கள் எனில் அந்தப் பாதை பெரிய அளவுக்குச் சுருங்கும். அந்த வடிவங்களில், நவீன இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு விசேஷப் பயனை அளிக்கக் கூடிய இரண்டு உள்ளன.

இவற்றில் முதலாவது கிரேக்க தத்துவவியல். இங்கு இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனை என்பது தனது பிறந்த எளிமையுடன் விளங்குகிறது; 17வது, 18வது நூற்றாண்டுகளைச் சேர்ந்த இயக்க மறுப்பியல் — இங்கிலாந்தில் பேசனும் லோக்கும் செய்தது போல, ஜெர்மனியில் வோல்ப் செய்தது போல—தனது பாதைக்குக் குறுக்கே தானே போட்டுக் கொண்ட வசீகரமான தடைகளால்³⁰ அது சங்கடப்பட வில்லை; இந்தத் தடைகளைப் போட்டுக்கொண்டதால் இயக்க மறுப்பியல் தன்னுடைய சொந்த முன்னேற்றத்தைத் தானே தடுத்துக்கொண்டது; ஒரு பகுதியைப் புரிந்துகொள்வதிலிருந்து முழுமையைப் புரிந்துகொள்ள முன்னேறுவதை, விஷயங்களின் பொதுவான பரஸ்பரத் தொடர்புகளைப் பற்றிய உட்பார்வை பெற முன்னேறுவதை, தடைப்படுத்திக் கொண்டது. கிரேக்கர்கள் — இயற்கையைப் பகுத்தும் அறுவை செய்தும் பார்ப்பதில் அதிக தூரம் முன்னேறாத காரணத்தால்—இயற்கையை முழுமையாக, பொதுப்படையாக இன்னும் பார்த்தனர். இயற்கையின் நிகழ்ச்சிகளின் சர்வவியாபகமான தொடர்பு அதனுடைய விபரங்களில் இன்னும் மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை; கிரேக்கர்களுக்கு அது நேரடியான சிந்தனை விசாரத்தின் விளைவாகப் பெறப்பட்டதாகும். கிரேக்க தத்துவவியலின் பற்றாக்குறை இங்குதான் உள்ளது; இதன் காரணமாகத்தான், உலகத்தைப் பற்றிய இதர கண்ணோட்ட முறைகளுக்கு அது விட்டுக் கொடுக்க

வேண்டிவந்தது. அதன்பிறகு அதை எதிர்த்துத் தோன்றிய எல்லா இயக்க மறுப்பியல்வாதிகளைவிட அதற்குள்ள மேன்மையும் இங்குதான் உள்ளது. கிரேக்கர்களைப் பொறுத்த வரை இயக்க மறுப்பியல் குறிப்பான விபரங்கள் அம்சத்தில் சரியாக இருந்ததெனில், இயக்க மறுப்பியலைப் பொறுத்த வரை கிரேக்கர்கள் பொது அம்சத்தில் சரியாக இருந்தனர். மனித வளர்ச்சியின் வரலாற்றில் வேறு எந்த மக்களும் உரிமை கொண்டாடமுடியாத இடத்தை அந்தச் சிறிய நாட்டு மக்கள் தங்களது சர்வவியாபகமான அறிவுத் திறனாலும் செயல்பாட்டினாலும் பெற்றிருப்பதினாலேயே மற்றெல்லாத் துறைகளைப்போலவே தத்துவவியல் துறையிலும் நாம் அடிக்கடி அவர்களுடைய சாதனைகளுக்குத் திரும்ப வேண்டி நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறோம்; இதுவே முதற்காரணம். இரண்டாவது, உலகத்தைப்பற்றிப் பின்னால் வந்த ஏறக்குறைய எல்லாக் கண்ணோட்டங்களும் கிரேக்க தத்துவவியலின் பல்விதமான வடிவங்களில், கரு உருவத்தில், முளைப் பருவத்தில், உள்ளடங்கி நிற்கின்றன. ஆகையால், தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம், தான் இன்று பற்றியுள்ள பொதுக் கோட்பாடுகளின் பிறப்பு வளர்ச்சி இவைகளின் வரலாற்றை அறிய விரும்பினால், கிரேக்கர்களிடம் அதே விதமாகத் திரும்பிச் செல்ல நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறது. இந்த உட்பார்வை நாளுக்கு நாள் உந்தித்தள்ளிக் கொண்டு முன்னுக்கு வந்துகொண்டிருக்கிறது. கிரேக்கர்கள் அனுபவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானத்தைப் பெற்றிருக்கவில்லை என்ற காரணத்தால் பேசனுடைய அகந்தையுடன் அவர்களை இழிவாகப் பார்த்து, அதேபொழுதில் கிரேக்கர்களுடைய தத்துவவியலின், உதாரணமாக அணுவியலின், துண்டு துணுக்குகளை வைத்துக்கொண்டு, —நிரந்தர உண்மைகளைப்போல—தாங்களே செயல்படுத்திக் கொண்டும் வருகிற இயற்கை விஞ்ஞானிகள் தற்போது அரிதாகி வருகின்றனர். கிரேக்க தத்துவவியலோடு உண்மையான பழக்கம் ஏற்படுத்திக்கொள்ள இந்த உட்பார்வை இன்னும் முன்னேற வேண்டும் என்பதே விரும்பத்தக்கது.

ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானிகளுக்கு மிக நெருங்கி வருகிற இரண்டாவது இயக்க இயல் வடிவம், காண்ட்

முதல் ஹைகல் வரை உள்ள மூலச்சிறப்புள்ள ஜெர்மன் தத்துவவியலேயாகும். மேலே குறிப்பிட்ட புதிய கான்ட்டிய வாதம் போக, கான்ட்டுக்கு மறுபடியும் திரும்புவது என்பது ஒரு 'பேஷன்' ஆகிவருகிறது என்ற முறையில் முயற்சி தொடங்கிவிட்டது. முன்பு லாப்ளாஸ் கண்டுபிடித்ததாகச் சொல்லப்பட்டுப் பெருமைப்படுத்தப்பட்ட சூரிய மண்டலத்தின் பிறப்பைப் பற்றிய தத்துவமும் பூமியின் சுழற்சி ஏற்றவற்றத்தால் வேகங்குறைக்கப்படுகிறது என்ற தத்துவமும் ஆகிய இரண்டு ஒளிநிறைந்த உத்தேசத் தத்துவங்களை ஆக்கியோர் கான்ட் என்பவரே எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதும், அவையின்றி இன்று தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம் எவ்வித முன்னேற்றமும் அடைய முடியாது என்பதினாலும் இன்று கான்ட் இயற்கை விஞ்ஞானிகளிடையே மறுபடியும் பெருமையான ஸ்தானம் வகிக்கிறார்; இது அவருக்கு முற்றிலும் பொருத்தமே. ஆனால், கான்ட்டின் நூல்களில் இயக்க இயலைப் பயில முயல்வது என்பது உபயோகமற்ற கடினமான வேலையாகும்; ஏனெனில், இயக்க இயலை முற்றிலும் பிசகான தொடக்க முனையில் நின்று வளர்த்தபோதிலும் அதனுடைய விரிவான சாராம்சத்தை உட்கொண்டுள்ள ஹைகலின் நூல்கள் தற்போது கிடைக்கின்றன.

ஒரு புறத்தில், "இயற்கைத் தத்துவவியலுக்கு" எதிர்ச் செயல்—அது பிசகான பிரிவு முனையாலும் பெர்லின் நகரத்து ஹைகலியவாதம் நிராதரவாகச் சீரழிந்ததாலும் பெருமளவு நியாயமாயிருந்தது — முழுவதும் ஓய்ந்து, வெறும் அவதூறுகமட்டும் சீரழிந்தபிறகு, மறுபக்கத்தில், இயற்கை விஞ்ஞானம், அதனுடைய தத்துவரீதியான தேவைகளைப் பொறுத்தவரை, இன்றையக் கதம்பவாத இயக்க மறுப்பியலினால் இவ்வளவு வெளிப்படையாகவே கைவிடப்பட்டபிறகு, திரு. டீரிங் இவ்வளவு குஷியாக ஆடுகிற ஸெயின்ட் விடுஸ் நடனத்தைத் தூண்டிக் கிளப்பாமல், இயற்கை விஞ்ஞானிகளின் முன்னிலையில் ஹைகலின் நாமத்தை மறுபடியும் உச்சரிப்பது சாத்தியமாகலாம்.

ஆன்மா, மனம், கருத்து இதுவே முதல், யதார்த்த உலகம் என்பது கருத்தின் ஒரு நகல் மட்டுமே என்ற ஹைக

வினுடைய தொடக்க முனையை நியாயப்படுத்திக் காப்பது என்ற பிரச்சினையே இங்கு எழவில்லை என்பதை முதலிலேயே இவ்விடத்தில் ஸ்தாபித்துவிட வேண்டும். பாயர்பாக் ஏற்கனவே அதைக் கைவிட்டுவிட்டார். விஞ்ஞானத்தின் ஒவ்வொரு துறையிலும்— வரலாற்று விஞ்ஞானத்தைப் போல இயற்கை விஞ்ஞானத்திலும் — ஒருவன் கைவசமுள்ள யதார்த்த உண்மைகளிலிருந்துதான் ஆராயப் புறப்பட வேண்டும் என்பதில் நாம் எல்லோரும் உடன்படுகிறோம்; ஆகையால், இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் பொருளின் பல்வேறு வடிவங்கள், பொருளினுடைய இயக்கத்தின் பல்வேறு வடிவங்கள்* இவைகளிலிருந்தே புறப்பட வேண்டும்; ஆகவே, தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானத்திலும்கூடப் பரஸ்பரத் தொடர்புகளை யதார்த்த உண்மைகளுக்குள் புகுத்திப் புனைந்து பார்ப்பதென்பதல்ல, அதற்குமாறாக அவைகளிலிருந்தே கண்டுபிடித்து எடுக்கப்பட வேண்டும்; அப்படிக்கண்டுபிடிக்கப்படுகிறபொழுது அவை பரிசோதனை மூலம் முடிந்தவரை சரிபார்க்கப்பட வேண்டும்.

பெர்லின் நகரத்து ஹைகலியவாதிகளில் முதியவர்களும் இளைஞர்களும் பிரசாரம் செய்கிற அந்த ஹைகலிய அமைப்பின் வரட்டுத் தத்துவவாதச் சாராம்சத்தை ஸ்திரிப்படுத்துவது என்பதும் அதே மாதிரியாக தற்போதைய பிரச்சினையல்ல. எனவே, கருத்துமுதல்வாதத்தின் தொடக்க முனை வீழ்ச்சியடையும்போது, அதன்மேல் கட்டப்பட்ட அமைப்பும், குறிப்பாக ஹைகலிய இயற்கைத் தத்துவவியலும், சேர்ந்து வீழ்ச்சியடைகிறது. இருந்தபோதிலும், ஹைகலுக்கு எதிராக இயற்கை விஞ்ஞானிகள் நடத்திய தர்க்க விமர்சனம், அவர்கள் அவரைச் சரியாகப் புரிந்த அளவுக்கு, கீழ்க்கண்ட இரண்டு விஷயங்களை மட்டும் எதிர்ப்பதாக

* அசல் வாசகத்தில் இங்கு ஒரு முற்றுப்புள்ளி உள்ளது. அதன் பிறகு கீழ்க்கண்ட வாக்கியம் எழுதப்பட்டுக் கைப் பிரதியில் அடிக்கப்பட்டுள்ளது: "இந்த அம்சத்தில் சோஷலிஸ்ட் பொருள்முதல்வாதிகளாகிய நாம் இயற்கை விஞ்ஞானிகளைவிட இன்னும் மேலே போகிறோம்; அதாவது...."—(ப-ர்.)

இருந்தது என்பதையும் நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டும், அதாவது, கருத்துமுதல்வாதத்தின் தொடக்க முனை என்பதும், யதார்த்த உண்மைகளுக்குச் சவால்விட்டு, யதேச்சையாகக் கட்டப்பட்ட அந்த அமைப்புமேயாகும்.

இத்தனைக்கும் ஈடுசெய்த பிறகும் மிகுவது ஹெகலின் இயக்க இயல். “ஜெர்மனியில் இன்று வாய்விச்சடித்துத் திரியும், எப்பொழுதும் பிறர்களைப் பின்பற்றும், அகந்தையும் வெடுவெடுப்பும் உள்ள அந்த இரண்டாந்தரமான நபர்களுக்கு”³¹ நேர்மாறாக, மறக்கப்பட்ட இயக்க இயல் முறையையும் அதற்கு ஹெகலிய இயக்க இயலுடன் உள்ள தொடர்பையும், அத்துடன் வேறுபட்டுள்ள தன்மையையும் முன்னுக்கு கொண்டு வந்ததிலும், அதே சமயத்தில் அந்த முறையை “மூலதனம்” என்ற நூலில் அரசியல் பொருளாதாரம் என்ற ஓர் அனுபவவாத விஞ்ஞானத்திற்கு அநுஷ்டித்ததிலும் முதல்வராகத் திகழ்ந்தார் என்கிற பெருமை மார்க்ஸையே சார்ந்தது. பண்பாடுள்ள ஜெர்மனியிலும் கூட மார்க்ஸை விமர்சனம் செய்வதாகப் பாசாங்கு செய்துகொண்டு அவரைக் காப்பி (பல தடவை தவறாகவே) அடிப்பதனாலேயே புதிய பொருளாதாரக் கருத்துப் பிரிவினர் விஞ்ஞானபூர்வமாயில்லாத சுயேச்சை வாணிப அமைப்புவாதிகளைவிட மேலே உயர்ந்து நிற்கும் அளவிற்கு மார்க்ஸ் அதை வெற்றிகரமாகச் செய்தார்.

ஹெகலுடைய அமைப்பில் உள்ள இதர எல்லா நுண்ணிய பிரிவுகளைப் போலவே அவருடைய இயக்க இயலிலும் எல்லா யதார்த்தமான பரஸ்பரத் தொடர்புகளும் தலைகீழாக நிற்கின்றன. ஆனால், மார்க்ஸ் கூறுவதைப் போல: “ஹெகலின் கையில் இயக்க இயல் மாயாவாதத்தில் சிக்கித் தவிக்கிறது; என்றாலும், அது ஒரு விரிவான, உணர்வுபூர்வமான முறையில் அதன் செயல்பாட்டின் பொது உருவத்தை முதன் முதலில் விளங்கவைப்பதிலிருந்து அவரை எவ்விதத்திலும் தடுக்கவில்லை. அவரைப் பொறுத்தவரை அது தன் தலையின்மீது நிற்கிறது. மாயாவாதக் கூட்டுக்குள் உள்ள அதன் பகுத்தறிவுபூர்வமான பருப்பைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமெனில் அது நேராக நிறுத்தப்பட வேண்டும்”.³²

இயற்கை விஞ்ஞானத்திலும் கூட, உண்மையான தொடர்பு தலையின்மீது நிற்கிற, அசல் உருவத்திற்குப் பதில் அதன் நிழலை உண்மையாக நினைக்கிற தத்துவங்களை நாம் அடிக்கடி சந்திக்கிறோம்; இதன்விளைவாக, அவற்றை நேராக நிறுத்தவேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகிறது. அப்படிப்பட்ட தத்துவங்கள் பல தடவையும் கணிசமான காலத்திற்கு மேலோங்கி நிற்கின்றன. ஏறக்குறைய இரண்டு நூற்றாண்டுகளாக வெப்பம் என்பது சாதாரணப் பொருளின் ஓர் இயக்க வடிவம் என்பதற்குப் பதிலாக ஒரு விசேஷமான மர்மப்பொருளாகக் கருதப்பட்டதானது அப்படிப்பட்ட விஷயத்திற்கு மிகப் பொருத்தமான எடுத்துக்காட்டாகும்; வெப்பத்தைப் பற்றிய இயந்திரமுறையிலான தத்துவம் அதை நேராக நிமிர்த்தி வைத்தது. இருந்த போதிலும், கலோரிக் தத்துவத்தால் ஆட்கொள்ளப் பட்டிருந்த பௌதிகவியல் தொடர்ந்தாற் போல மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த வெப்ப நியதிகளைக் கண்டு பிடித்து, குறிப்பாக பூரியே, சாடி கார்ட்னோ³³ இவர்களின் மூலமாகச் சரியான கருத்திற்கு வழி வகுத்தது; அது இப்பொழுது தனது முன்னோடியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நியதிகளை நேராகத் தூக்கி நிறுத்தும் பங்கை, தனது சொந்த மொழியில் அவற்றைப் பெயர்க்கும்படியான பங்கை* ஆற்ற வேண்டியதாயிற்று. அதேவிதமாக இரசாயனவியலில் நூறு வருடப் பரிசோதனைகளைக் கொண்டு புளோஜிஸ்டன் தத்துவம் வேண்டிய விஷயாதாரங்கள் முதலில் அளித்தது; பிரீஸ்ட்லி கண்டுபிடித்த பிராண வாயுவே அந்த வினோதமான புளோஜிஸ்டனுக்கு உண்மையான எதிரிடை என்று வலுவான சீயே அவற்றின் உதவியைக் கொண்டு காண முடிந்து, அந்த புளோஜிஸ்டன் தத்துவம் முழுவதையும் அப்படியே தூக்கி எறிந்தார். ஆனால், புளோஜிஸ்டன் தத்துவத்தின் பரிசோதனை விளைவுகள் இதனால் சற்றும் பாதிக்கப்படவில்லை. அதற்கு

* கார்ட்னோவின் வினைப்படுத்துகிற C உண்மையில் எழுத்துப்பூர்வமாகவே தலை கீழாக மாறியது: $\frac{1}{C} =$ எல்லையற்ற வெப்ப நிலை. இப்படி மாறாமல் இதைக் கொண்டு ஒன்றும் செய்ய இயலாது. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

மாறாக, அவை தொடர்ந்து நீடித்தன; அவைகளின் வரையறுப்பு மட்டுமே தலை நேராக்கப்பட்டது; புளோஜிஸ்டன் வகைப்பட்டது என்பதற்குப் பதில் தற்போதுள்ள செல்லத்தக்க இரசாயன மொழியில் பெயர்க்கப்பட்டது; இவ்விதம் அவை தங்களது செல்லத்தக்க தன்மையை ஸ்திரப்படுத்திக் கொண்டன.

கலோரிக் தத்துவத்திற்கும் வெப்பத்தின் யாந்திரீகத் தத்துவத்திற்கும் என்ன உறவு உள்ளதோ, புளோஜிஸ்டன் தத்துவத்திற்கும், லவ்வாஸீயே தத்துவத்திற்கும் என்ன சம்பந்தம் உள்ளதோ அதே மாதிரியான சம்பந்தம் தான் ஹைலிய இயக்க இயலுக்கும் பகுத்தறிவுபூர்வமான இயக்க இயலுக்கும் உள்ளது.

ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்³⁴

வெகுஜன உணர்வில் வந்து புகுந்துள்ள இயக்க இயல், துருவங்கள் சந்திக்கின்றன என்ற பழம் வாக்கின் மூலம் வெளியிடப்படுகிறது. இதன்படி அதிகப்பட்டமான மனப் பிரமை, பேதைமை, மூட நம்பிக்கை இவைகளை இயற்கையைப் பற்றிய ஜெர்மன் தத்துவவியலைப் போல அதன் அகநிலைச் சிந்தனை என்ற கூட்டுக்குள் புறநிலை உலகத்தை நிர்பந்தமாக உட்புகுத்த நினைக்கிற, இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் அந்தப் போக்கில் தேடாமல் அதற்குப்பதிலாக இதற்கு நேர் எதிரான போக்கில், வெறும் அனுபவத்தை மட்டும் மேன்மைப்படுத்தித் தூக்கியும் சிந்தனையை ராஜ அகந்தையுடன் இசுழ்ந்து நடத்தியும் உண்மையிலேயே சிந்தனையினுடைய வெறுமையின் கடைக்கோட்டிற்குச் சென்று விட்ட போக்கில் தேடினால் நாம் தவறுவது அரிது. இந்தப் போக்கு இங்கிலாந்தில் மேலோங்கியுள்ளது. அதனுடைய தந்தையான மிகவும் புகழ்ப்பட்ட பிரான்ஸிஸ் பேகன் நீடித்த ஆயுள், இளமையை மீட்டல், உயரம், முகச்சாயல் இவைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மாற்றுதல், ஓர் உடலை மற்றொருக மாற்றம் செய்தல், புதிய உயிர்ராசிகளை தோற்றுவித்தல், காற்றை ஆளுகைக்குட்படுத்துதல், புயல்களை உற்பத்தி செய்தல் ஆகியவற்றைப் பெறுவதற்கு எல்லாவற்றையும் விடத் தமது புதிய அனுபவவியல்ரீதியான பகுப்பாய்வு முறையைப் பயில வேண்டும் என ஒரு கோரிக்கையை ஏற்கனவே முன் வைத்துவிட்டார். இத்துறை ஆய்வுகள் கைவிடப்பட்டனவே என அவர் புகார் செய்கிறார்; பொன்னை உண்டாக்குதல்

போன்ற பல்வேறு அதிசயங்களைச் செய்து காட்டத் தமது இயற்கை வரலாற்றில் குறிப்பான மருந்துக் கலவை முறைகளை அளிக்கிறார்.³⁵ இதே மாதிரியாக ஐசக் நியூட்டனும் தமது வயோதிகப் பருவத்தில் ஸெயின்ட் ஜானின் திவ்விய போதனையைப் பொருள் விளக்கம் செய்வதில் பெரிதும் முனைந்து ஈடுபட்டார்.³⁶ ஆதலால் சமீப ஆண்டுகளில் ஆங்கில அனுபவவியலின் சில பிரதிநிதிகள்—அதில் மோசமானவர்கள் மட்டுமல்ல—மூலமாக அமெரிக்காவிலிருந்து இறக்குமதியான ஆவி தட்டு, ஆவிதரிசன முறைக்கு நிராதரவாக இரையாகிப் போகத் தெரியக் கண்டு ஆச்சரியப்படுவதற்கு இல்லை.

இதைச் சேர்ந்த முதல் இயற்கை விஞ்ஞானி யாரெனில் மிகப் பிரக்கியாதி பெற்ற விலங்கியல், தாவரவியல் வல்லுநரான ஆல்பிரேட் ரஸ்ஸல் வாலஸ் என்பவரே; இயற்கைத் தேர்வின்மூலம் இனவகைகள் மாற்றம் அடைவதின் தத்துவத்தை டார்வினுடன் சமகாலத்தில் முன்வைத்தவர் அவர். “On Miracles and Modern Spiritualism” (லண்டன், பரன்ஸ், 1875) என்ற தமது சிறிய நூலில்³⁷ 1844ல் மெஸ்மெரிஸத்தைப்³⁸ பற்றித் திரு. ஸ்பென்ஸர் ஹால் அவர்களின் விரிவுரைகளைக் கேட்டதிலிருந்து இயற்கை அறிவின் இப்பிரிவைப் பற்றிய தமது அனுபவங்கள் தொடங்குகின்றனவென்றும், இதன் விளைவாகத் தமது மாணவர்களிடையே அதே மாதிரியான பரிசோதனைகளைத் தாம் நடத்தியதாகவும் அவர் தெரிவிக்கிறார்.

“இவ்விஷயத்தில் நான் ஆழ்ந்த அக்கறை செலுத்தினேன், இதை உற்சாகத்துடன் பின்பற்றினேன்.” [119 பக்கம்.]

அவர் காந்தத் துயிலுடன் முட்டுகளில் விறைப்பு ஏற்படுத்தல், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் உணர்வை இழக்கச் செய்தல் என்ற நிகழ்ச்சிகளையும் உண்டாக்கியது மட்டுமின்றி, மண்டையோட்டைப் பற்றிய கால் (Gall) என்பவரின் வரிவடிவப் படத்தையும்³⁹ ஊர்ஜிதம் செய்தார், ஏனெனில், காலின் எந்த உறுப்பைத் தொட்ட போதிலும் காந்தத்

துயிலிலுள்ள நபரில் அதை ஓட்டிய செயற்பாட்டை எழுப்பிவிட்டு, அதற்குப் பொருத்தமான சுறுசுறுப்பான சமிக்ஞைகளை அவர் ஏற்படுத்தினார். மேலும், செயற்படுத்துகிறவர் தொடுவதினாலேயே சிகிச்சையாளி அவருடைய எல்லா உணர்வுகளிலும் பங்கு கொள்கிறார் என்பதையும் அவர் ஸ்தாபித்தார்: ஒரு குவளைத் தண்ணீரை பிராந்தி என்று சொல்லி அவனை வெறி கொள்ளச் செய்தார். அந்த இளைஞர்களில் ஒருவனை, விழிப்புடன் இருக்கும்போதே, தனது பெயர் தனக்கே தெரியாத அளவுக்கு முட்டாளாக்கும் அற்புதச் செயலை, இதரப் பள்ளி ஆசிரியர்கள் மெஸ்மெரிஸம் இல்லாமலேயே செய்து காண்பிக்கக் கூடிய செயலை, அவரால் சாதிக்க முடிந்தது. மற்றும் மற்றும்.

இந்தத் திரு. ஸ்பென்ஸர் ஹால் என்பவரை 1843-44 மாரிக்காலத்தில் மாஞ்செஸ்டரில் நானும் கூடக் காணக் கூடிய சந்தர்ப்பம் ஏற்பட்டது. அவர் ஓர் இரண்டாந்தரமான மோசக்காரர்; சில பாதிர்களின் ஆதரவில் நாட்டில் சுற்றித்திரிந்தார்; கடவுள் இருப்பது உண்மை என்றும், ஆத்மா அழிவற்றது என்றும், அக்காலத்தில் எல்லாப் பெரிய நகரங்களிலும் ஓவன் ஆதரவாளர்கள் பிரசாரம் செய்து கொண்டிருந்த பொருள்முதல்வாதம் தப்பு என்றும் நிரூபிப்பதற்காக அவர் ஓர் இளம் பெண்ணுடன் காந்தத் துயில்—கபாலவிலக்கண (magnético-phrenological) நிகழ்ச்சிகளைச் செய்து காட்டிக்கொண்டிருந்தார். அந்தப் பெண் காந்தத் துயிலில் ஆழ்த்தப்பட்டவுடன், காலின் உறுப்புகளுக்கு ஏற்ப கபாலத்தின் ஏதாவது ஒரு பகுதியை ஆட்டக்காரன் தொட்டவுடன், சம்பந்தப்பட்ட உறுப்பின் நடவடிக்கையை எடுத்துக்காட்டும் முறையில், நாடகபாணியில் ஆர்பாட்டத்துடன் கணக்கின்றிச் சமிக்ஞைகளையும் மெய்ப்பாடுகளையும் வெளிப்படுத்தினார்; உதாரணமாக, குழந்தைப் பாச உறுப்பை தொட்டவுடன் அவள் ஒரு கற்பனைக் குழந்தையைக் கொஞ்சவும் முத்தமிடவும் செய்தாள், முதலியன. மேலும் அந்த நல்ல மனிதர் திரு. ஹால் காலின் கபால பூகோளத்தை பரடாரியா⁴⁰ என்ற ஒரு புதிய தீவைக் கண்டுபிடித்ததின் மூலம் இன்னும் செழுமைப்படுத்தினார்; கபாலத்தின் உச்சியில்

பக்தியின் ஓர் உறுப்பை அவர் கண்டுபிடித்தார்: அதைத் தொட்டவுடன் காந்தத் துயிலில் இருந்த அந்தப் பெண்மணி மண்டியிட்டு வணங்கும் பாணியில் கைகூப்பிக் கொண்டு வியப்பில் மூழ்கிய அந்த பிலிஸ்டைன் கூட்டத்திற்குப் பக்தி பரவசமான ஒரு தேவதையைப்போல் காட்சி யளித்தாள். அந்த நிகழ்ச்சிகளின் உச்ச கட்டமும் முடிவும் அதுவே. கடவுள் உண்டு என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

வாலஸைப்போலவே எனக்கும் எனது சகபாடிகளில் ஒருவருக்கும் அதேமாதிரியான உணர்ச்சி ஏற்பட்டது. அந்த நிகழ்ச்சிகள் எங்களுக்கு அக்கறையை உண்டாக்கின; அவைகளை எவ்வளவு தூரம் நாங்கள் மறுபடியும் திருப்பி நிகழ்த்த முடியும் எனக் கண்டுபிடிக்க முயன்றோம். 12 வயதுடைய ஒரு சுறுசுறுப்பான பையன் பரீட்சைக்காரனாக இருக்க முன் வந்தான். அவனுடைய கண்களை மிருதுவாக உற்றுநோக்கி அல்லது அவனை வருடிவிட்டவுடன் அவன் மனோவசிய நிலையை எளிதாக அடைந்துவிட்டான். ஆனால் நாங்கள் திரு. வாலஸைப் போல் அவ்வளவு பேதைகளாக இல்லாததாலும் அவ்வளவு உற்சாகத்துடன் வேலையில் ஈடுபடாததாலும் முற்றிலும் வேறுவிதமான விளைவுகளுக்கு வந்தோம். தசை நார்களில் விறைப்பு, உணர்விழத்தல் இவை ஒருபுறமிருக்க —இவை எளிதாகச் செய்யப்பட்டன— புலனுணர்ச்சியின் ஒரு விசித்திர அதீத கூர்மை நிலையுடன் கட்டுண்ட மனோசக்தியின் ஒரு மந்த நிலையையும் நாங்கள் கண்டோம். அந்தப் பரீட்சைக்காரன் ஒரு புறநிலைத் தூண்டுதலால் மந்த நிலையிலிருந்து எழுப்பப்பட்ட பொழுது, விழிப்பு நிலையில் காட்டியதைவிட அதிகமான சுறுசுறுப்பைக் காட்டினான். ஆட்டக்காரனுடன் அவனுக்கு ஏதாவது ஒரு மர்மமான உறவு இருப்பதின் அறிகுறிகூடத் தெரியவில்லை: வசிய நிலையில் உள்ள அவனை எவனுமே அதே அளவு எளிதாக செயற்படுத்தக்கூடும். காலின் கபால உறுப்புகளைச் செயற்படுத்துவது என்பது எங்களுக்கு மிக அற்ப காரியமாக இருந்தது; அதைவிட நாங்கள் மேலே சென்றோம். ஒன்றை மற்றொன்றுடன் பரிமாற்றம் செய்தோம் என்பது மட்டுமல்ல, அவைகளின் இருப்பிடத்தை உடலில் எங்கு வேண்டுமானாலும் மாற்றினோம் என்பது

மட்டுமல்ல, பாடுதல், சீழ்க்கையடித்தல், குழல் ஊதுவது, நடனமாடல், குத்துச் சண்டை, ஆடை தைத்தல், காலணி தைத்தல், புகைத்தல் முதலானவைகளுக்கான இதர பல உறுப்புகளையும் கற்பிதம் செய்தோம், அவைகளின் இருப்பிடத்தை நாங்கள் விரும்பிய இடத்தில் சிருஷ்டித்தோம். திரு. வாலஸ் தமது பரீட்சைக்காரனைத் தண்ணீர் கொடுத்துப் போதைக்குள் ஆழ்த்தினார்; ஆனால் நாங்கள் கால் பெரு விரலில் போதைக்கான உறுப்பை கண்டுபிடித்து, ஒரு குடி போதை லீலாவினோதத்தை உண்டாக்குவதெனில் அந்த உறுப்பைத் தொட்டால் போதும் என்ற நிலையையும் உண்டாக்கினோம். ஆனால் ஒரு விஷயத்தை நன்றாகப் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். பரீட்சைக்காரனிடம் என்ன எதிர்பார்க்கப்படுகிறது என்பதை அவன் புரிவதற்கு முன் எந்த உறுப்பும் தனது வினையின் சமிக்ஞையையும்கூடக் காட்டவில்லை; ஒரு சிறிய குறிப்பைக் காட்டினால் போதும் என்ற அளவுக்கு அந்தப் பையன் வெகு விரைவாக நடைமுறையில் தேர்ச்சி பெற்றுவிட்டான். இவ்விதமாகச் சிருஷ்டிக்கப்பட்ட உறுப்புகள், அதேவிதமாக மாற்றப்படாதவரை, துயில் எய்தும் பிந்திய நிகழ்ச்சிகளுக்கும் செல்லத்தக்கனவாகவே இருந்தன. உண்மையில் பரீட்சைக்காரனுக்கு இரண்டு ரூபகசக்திகள் இருந்தன, விழிப்பு நிலைக்கு ஒன்றும், மனோவசிய நிலைக்கு முற்றிலும் தனியானதொன்றுமாக. ஒரு மூன்றாவது மனிதனின் மனோசக்திக்கு முற்றிலும் கீழ்ப்பட்டுப்போய் மனோசக்தி மந்த நிலை எய்துவதைப் பொறுத்தவரை ஆட்டக்காரனுக்குப் பரீட்சைக்காரனின் மனோசக்தி கீழ்ப்பட்ட பிறகே இந்த நிலைமை முழுவதும் தொடங்குகிறது, அதில்லாமல் இதைச் சிருஷ்டிக்க முடியாது என்பதை மனதிற் கொண்டோமெனில் இதனுடைய அதிசயத் தோற்றம் முற்றிலும் மறைந்து விடுகிறது. பரீட்சைக்காரன் அவனுடைய முகத்தினெதிரே நகைப்பான் எனில் உலகத்திலேயே காந்த ஈர்ப்பில் சக்தி மிக்கவனாக உள்ள மாந்திரீகனும் கூட ஒன்றும் செய்ய முடியாமல் விழிப்பான்.

காந்தத் துயில்-கபாலவிலக்கண வேஷதாரித்தனத்தின் அடித்தளமானது விழிப்பு நிலையில் இருப்பதைக் காட்டிலும்

பெரும்பாலும் அளவில் மட்டும் மாறுபட்டுள்ள தொடர் நிகழ்ச்சிகளில் தான் உள்ளது என்றும் அவைகளை மாயாவாத வியாக்கியானங்களுக்கு உட்படுத்துவது அவசியமில்லை என்றும் நாம் நமது பொறுப்பற்ற ஐயப்பாட்டுடன் கண்டு பிடித்தபொழுது, திரு. வாலஸினுடைய “ஆர்வம்” அவரைத் தொடர்ச்சியான ஆத்ம வஞ்சனைக்குக் கொண்டு போய் விட்டது; இதன் காரணமாக, காலின் கபால பூகோளப் படத்தை அதனுடைய எல்லா நுணுக்கங்களிலும் ஊர்ஜிதம் செய்துமட்டுமின்றி, ஆட்டக்காரனுக்கும் பரீட்சைக்காரனுக்குமிடையே ஒரு மர்மமான உறவையும் குறித்தார்.* திரு.வாலஸின் விளக்கத்தில் எங்கு நோக்கினும்—அதனுடைய நேர்மை குழந்தைத்தனத்தின் அளவுக்குச் செல்கிறது—வேஷதாரித்தனத்தின் யதார்த்தமான பின்நிலையை ஆராய்ந்து கண்டறிய வேண்டும் என்பதைவிட அவருக்கு எப்பாடு பட்டேனும் இந்த எல்லா நிகழ்ச்சிகளைத் திரும்பவும் உண்டாக்கிப் பார்க்க வேண்டும் என்பதிலேயே அதிக கவனம் இருந்தது என்பது தெளிவாகிறது. அசல் விஞ்ஞானியாக இருந்த ஒருவர் எளிமையான, இலகுவான ஆத்ம வஞ்சனையின்மூலம் வெகு விரைவாக இத்துறையில் நிபுணராக மாற இப்படிப்பட்ட மனோநிலை மட்டுமே தேவைப்படுகிறது. திரு. வாலஸ் காந்தத் துயில்-கபாலவிலக்கண அதிசயங்களில் நம்பிக்கையுள்ளவராக ஏற்கனவே ஒரு கால் ஆவியுலகத்தில் வைத்துவிட்டவராக வந்து முடிந்தார்.

1865இல் அவர் மற்றொரு காலையும் உள்ளே இழுத்துக் கொண்டார். வெப்பமண்டல நாடுகளில் பன்னிரண்டு ஆண்டுகள் சுற்றுப் பயணம் செய்துவிட்டு அவர் திரும்பிய பின்னர், ஆவிகளினால் மேஜைகளைத் திருப்புவது போன்ற சோதனை

* ஏற்கனவே தெரிவித்தபடி பரீட்சைக்காரர்கள் பயிற்சி மூலம் தாங்களே தேர்ச்சி பெற்றுவிடுகின்றனர். ஆகையால் மனோசக்தி கீழ்ப்படிவது என்பது பழக்கமாகிவிட்டவுடன் அதில் பங்கு பற்றுவோரிடையே உறவு இன்னும் நெருக்கமுற்று, தனித்த நிகழ்ச்சிகள் தீவிரம் பெற்று, விழிப்பு நிலையிலும் கூடச் சற்றே இலேசாகப் பிரதிபலிக்கச் சந்தர்ப்பம் உண்டு. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

களின்மூலம் பல்வேறுவிதமான “இடையீட்டாளர்” (‘mediums’)களின் சமூகப் பகுதிக்கு அவர் அறிமுகமானார். எவ்வளவு விரைவாக அதில் அவர் முன்னேறினார் என்பதற்கும் அத்துறையில் எவ்வளவு முழுமையான புலமை பெற்றார் என்பதற்கும் மேலே கூறிய சிறிய நூல் சாட்சியம் கூறுகின்றது. டேவன்போர்ட் சகோதரர்கள், ஹோம் குடும்பத்தார் ஆகியவர்களும் வேஷதாரிகள் எனப் பல தடவை அம்பலப்படுத்தப்பட்ட போதிலும் தங்களைப் பணத்திற்காக ஏறக்குறையக் காட்சிப் பொருளாக ஆக்கிக் கொள்ள முனைந்த இதர “இடையீட்டாளர்களும்” ஏற்படுத்திய அற்புத நிகழ்ச்சிகள் என்று சொல்லப்படுபவைகளை மட்டுமல்லாமல் ஆவியுலகத்தைப் பற்றிய பண்டைய காலத்தின் உண்மையான கதைகள் என்று சொல்லப்படுபவைகளின் ஒரு முழுத் தொடரையும் கூடச் செல்லத்தக்கவையாக நாம் ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும் என அவர் எதிர்பார்க்கிறார். பண்டைய கிரேக்கர்களின் திவ்விய வாக்கைச் சொல்லும் பெண்கள், மத்திய காலத்துச் சூன்யக்காரிகள் இவர்களெல்லாம் “இடையீட்டாளர்கள்”ளாக இருந்தனர்; ஐயாம்பிளிக்கஸ் என்பவர் கூடத் தமது “De divinatione” என்ற நூலில்,

“நவீன ஆவியுலகவாதத்தின் மிகத் திடுக்கிடச் செய்யும் நிகழ்ச்சிகள்”

என்று ஏற்கனவேயே மிகச் சரியாக வருணித்துவிட்டார்; [மேற்சொன்ன நூல், 229ம் பக்கம்.]

இந்த அதிசயங்களை விஞ்ஞானரீதியாக ஸ்தாபித்து மெய்ப்படுத்துவதை எவ்வளவு இலகுவாக திரு. வாலஸ் கருதுகிறார் என்பதற்கு ஒரே ஓர் உதாரணம் மட்டும் போதும். மேலே குறிப்பிட்ட ஆவிகள் தங்களைப் புகைப்படம் பிடிக்க அனுமதிக்கின்றன என்று நாம் நம்ப வேண்டும் என்பது உண்மையிலேயே அகந்தை மிக்க ஓர் எதிர்பார்ப்பே யாகும்; நாம் அவைகளை மெய்யென்று ஏற்றுக்கொள்வதற்கு முன்பு அந்த ஆவிப் புகைப்படங்கள் உண்மையானவை எனச் சற்றும் ஐயந்திரிபின்றி ருசுப்பிக்கப்பட வேண்டும் எனக் கோர நமக்குக் கட்டாயம் உரிமை உண்டு. 1872ம் ஆண்டின்

மார்ச்சு மாதத்தில் ஒரு பிரதான இடையீட்டாளரான நிகோலின் மகள் திருமதி கப்பி என்பவர் தமது கணவருடனும், சிறு பையனுடனும் நாட்டிங் ஹில்ஸில் திரு. ஹட்ஸன் என்பவருடைய வீட்டில் தம்மைப் புகைப்படமெடுத்துக் கொண்டாள் என்றும், இரண்டு வெவ்வேறு புகைப்படங்களிலும் நீண்ட அழகான வெண்ணிறச் சல்லாத் துணிகள் அணிந்த ஒருவிதக் கீழ் நாட்டு முகலட்சணங்களுள்ள ஓர் உயரமான பெண்ணின் உருவம் அவள் பின் நின்று ஆசீர்வதிப்பது போலத் தோற்றமளிப்பது தெரிந்தது என்றும் 187ம் பக்கத்தில் திரு. வாலஸ் விவரிக்கிறார்.

“அப்படியெனில், இங்கு இரண்டில் ஒன்று முற்றிலும் நிச்சயமாக* இருக்கிறது**. ஒன்று, அங்கு உயிருள்ள, அறிவு கூர்மை மிக்க, ஆனால் கண்ணுக்குத் தெரியாத உருவம் இருக்க வேண்டும், அல்லது கப்பி தம்பதிகள், புகைப்படமெடுப்பவர், நான்காவது நபர் ஆகியோர் ஒரு கேடுகெட்ட வஞ்சனையைத் திட்டமிட்டுச் செய்து அதைத் தொடர்ந்து ஸ்திரீப்படுத்தியுள்ளனர் என்பதே. கப்பி தம்பதிகளை நான் நன்கறிந்தவரை, இயற்கை விஞ்ஞானத்துறையில் உண்மையை ஆர்வமுடன் தேடுகிற எந்த ஒருவரையும் போலவே இவர்களும் இப்படிப்பட்ட வஞ்சனையைச் செய்கிறவர்கள் அல்ல என்று எனது முழு நம்பிக்கையைத் தெரிவித்துக் கொள்ள முடியும்.” [188ம் பக்கம்.]

ஆகவே ஒன்று வஞ்சனை அல்லது ஆவிப் புகைப்படவியல். மிகச் சரி. வஞ்சனை என்றால் அந்த ஆவி ஏற்கனவேயே புகைப்படப் பிளேட்டுகளில் இருந்திருக்க வேண்டும், அல்லது நான்கு நபர்கள் இதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்க வேண்டும், அல்லது சித்தபலவீனமுள்ள அல்லது ஏமாற்றப்பட்ட வயோதி

* ஆவி உலகம் இலக்கணத்திற்கும் மேம்பட்டது. இலக்கணவியல்வாதியான லிண்ட்லி முர்ரே அவர்களின் ஆவியை ஒரு கிண்டல் பேர்வழி ஒரு தடவை ஆதாரம் கூறும்படி கேட்டான். அவர் அங்கு இருக்கிறாரா என்ற கேள்விக்கு, அவர் கூறிய பதில்: “நான் இருக்கிறார்கள் (“I are”). அந்த இடையீட்டாளன் அமெரிக்காவிலிருந்து வந்தவர்.” [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.— (ப-ர்.)

கரான திரு. கப்பி தமது 84வது வயதில் 1875 ஜனவரியில் காலமாகிவிட்டதால் மூன்று பேர் (பின்னணியில் உள்ள ஸ்பானியத் திரைக்குப்பின் அவரை அனுப்பி வைப்பது ஒன்று தான் அவசியப்பட்டது) சம்பந்தப்பட்டிருக்க வேண்டும். அந்த ஆவிக்கான ஒரு “மாடல்” ஆளைப் புகைப்படமெடுப்பவர் இலகுவாகப் பெற முடியும் என்பதை இங்கு விவாதிக்க வேண்டியதில்லை. ஆனால், ஹட்ஸன் என்ற அந்தப் புகைப்படமெடுப்பவர் சிறிது காலத்திற்குள், ஆவிப்புகைப்படங்களைக் காட்டி மோசடி செய்வதே அவருடைய வழக்கம் என்று பகிரங்கமாகக் குற்றஞ்சாட்டப்பட்டு வழக்கும் தொடுக்கப்பட்டார்; எனவே, திரு. வாலஸ் அதை மட்டுப்படுத்தும் வகையில் குறிப்பிடுகிறார்:

“ஒரு விஷயம் தெளிவு; மோசடி என்பது அங்கு இருந்திருக்குமேயானால் அதை உடனே கண்டுபிடித்தவர்கள் ஆவியுலகவாதிகளேயாகும்.” [189ம் பக்கம்.]

ஆகவே, அந்தப் புகைப்படமெடுப்பவர் மீது நாம் அதிக நம்பிக்கை ஒன்றும் கொள்ள வேண்டியதில்லை. இனி பாக் கியாக நிற்பவர் திருமதி கப்பி. நமது நண்பர் வாலஸின் “முழு நம்பிக்கை” ஒன்றே அவரைப் பற்றி உள்ளது, இதை விட வேறில்லை. வேறெதுவும் இல்லையா? இல்லவே இல்லை. திருமதி கப்பியை முழுமையாக நம்ப அவர் அறுதியிட்டுக் கூறுகிற இந்த ஆதாரம் உண்டு: 1871ம் ஆண்டு ஜூன் மாத ஆரம்பத்தில் ஒரு நாள் சாயங்காலம் ஹைபரிவில் பூங்காவிலுள்ள அவரது வீட்டிலிருந்து லாம்ப்வாய்க் கால் வீதியிலுள்ள நெ. 69 வீட்டிற்கு ஸ்மரணை இழந்த நிலையில் ஆகாயமார்க்கமாக அவர் தூக்கிச் செல்லப்பட்டார்; இரண்டு இடங்களுக்கும் இடையே நேர் குறுக்காக மூன்று மைல்கள் தூரம் இருக்கும். நெ. 69 வீட்டில் ஒரு மேஜையின் மீது ஆவியுலகச் சபையின் காட்சிக் கூட்டத்தின் நடுவே அவர் கிடத்தப்பட்டார். அறையின் கதவுகள் மூடப்பட்டு இருந்தன: லண்டனில் உள்ள பெண்களிலேயே பருமன் மிக்கவர்களில் திருமதி கப்பி ஒருத்தி என்றால் வேறு சொல்லத் தேவையில்லை. இருந்த போதிலும், அவருடைய

திடும் பிரவேசம் கதவுகளிலோ அல்லது கூரையிலோ ஒரு சிறு துவாரத்தையும் கூட உண்டு பண்ணவில்லை (லண்டன் "Echo"⁴² பத்திரிகை, 1871, ஜூன் 8ல் வெளியானது).⁴³ ஆவிப் புகைப்படவியலின் நேர்மையை இன்னும் கூட ஒருவர் நம்பவில்லையெனில் நாம் இனி ஒன்றும் அவருக்குச் செய்வதற்கில்லை.

ஆங்கில இயற்கை விஞ்ஞானிகளில் இத்துறையில் இரண்டாவது புகழ்படைத்த திறமைசாலி யாரெனில் திரு. வில்லியம் குரூக்ஸ் என்பவரே, தாலியம் (thallium) என்ற இரசாயன மூலகம், ரேடியோமீட்டர்⁴⁴ (ஜெர்மனியில் இதை "Lichtmühle" என்று அழைக்கின்றனர்) ஆகியவற்றைக் கண்டு பிடித்தவர் அவர். ஏறக்குறைய 1871ம் ஆண்டில் ஆவியுலகத் தோற்றங்களை அவர் ஆராய முனைந்தார்; இதில் அவர் பல பெளதிக, யாந்திரீக உபகரணங்களையும் விசைத் தராசுகள், மின் கலன்கள் முதலியவற்றையும் உபயோகித்தார். ஆனால் தமது வேலைக்கு அவசியமான பிரதான உபகரணமாகிய ஐயப்படுகிற விமர்சனப் பார்வையுள்ள மனதை அவர் ஈடுபடுத்தினாரா, அதைக் கடைசிவரை உழைக்கும் நிலையில் வைத்திருந்தாரா என்பதைப் பார்ப்போம். எப்படி இருந்தாலும் நீண்ட காலம் ஆவதற்கு முன்பே திரு. குரூக்ஸ் வாலஸ்போலவே பூரணமாக மனதைப் பறிகொடுத்து விட்டார்.

"சில ஆண்டுகளாக மிஸ் பிளாரன்ஸ் குக் என்கிற இளம் பெண் குறிப்பிடத்தக்க இடையீட்டுத் தன்மையை வெளிப்படுத்தினார்; இது சமீப காலத்தில் ஆவியுலகத் துறையில் தோன்றிய ஒரு பெண்ணின் முழு உருவத்தையும் உற்பத்தி செய்வதில் சென்று முடிந்துள்ளது. கரிய உடையில் மிஸ் பிளாரன்ஸ் அழகு செய்யும் தனி அறையிலோ பக்கத்து அறையிலோ பத்திரமாகக் கட்டப்பட்டு மயக்க நிலையில் இருக்கும் போது அந்த உருவம், செருப்பணியாத பாதங்களில், நீண்ட வெள்ளையாடைகள் அணிந்து தோன்றியது" என்று அவர் விவரிக்கிறார். [181ம் பக்கம்.]

தன்னைக் காத்தி என்றழைத்துக்கொள்கிற அந்த ஆவி மிஸ் குக்கைப் போலவே குறிப்பிடத்தக்க வகையில் இருந்த

தினால் திரு. வோல்க்மான் என்பவர்—திருமதி சுப்பியின் தற்போதைய கணவர்—ஒரு நாள் மாலை திடீரென அதன் இடையில் கையைப் போட்டு, அவள் மிஸ் குக்கின் மறுபதிப்புதானா என்பதைப் பார்க்க, கெட்டியாகப் பிடித்துக் கொண்டார். அந்த ஆவி திடகாத்திரமான இளம் பெண் என்பது தெரிந்தது. அது ரோஷத்துடன் தன்னைப் பாதுகாத்துக்கொண்டது; பார்வையாளர்கள் தலையிட்ட போது விளக்குகள் அணைந்துபோயின. கொஞ்சம் இழுபறிக்குப்பிறகு விளக்குகள் போடப்பட்டு, அமைதி நிலை நாட்டப்பட்ட போது அந்த ஆவி மறைந்துவிட்டிருந்தது; ஒரு மூலையில் மிஸ் குக் மயக்க நிலையில் கட்டப்பட்டுக் கிடந்தார். இருந்தாலும் கூட மிஸ் குக்கைத் தவிர வேறு யாரையும் தாம் பிடிக்கவில்லை என்று திரு. வோல்க்மான் இன்றுவரை சாதிக் கிறார்.⁴⁵ இதை விஞ்ஞானரீதியாக ஸ்தாபிப்பதற்காக ஒரு புதிய பரிசோதனையின்போது மின்சாரத்தைத் தடைப்படுத்தாமல் ஆவியாக நடிக்க முடியாதபடி இடையீட்டாளரான மிஸ் குக்கின்மூலம் ஒரு மின்கலத்திலிருந்து மின்சாரம் பாயும் படியாகத் திரு. வார்லி என்ற பிரபல மின்சார எஞ்சினியர் ஏற்பாடு செய்தார். அப்படியிருந்தும், அந்த ஆவி தோன்றத் தான் செய்தது. ஆனால் அது மிஸ் குக்கிலிருந்து வேறுபட்ட உருவமே என்பது நிச்சயம். இதைமேலும் ஊர்ஜிதம் செய்வது என்பது திரு. குரூக்ஸின் கடமையாகியது. அந்த ஆவியுலக மாதின் நம்பிக்கையைப் பெறுவதே அவர் எடுத்த முதல் நடவடிக்கையாகும்.

1874 ஜூன் 5ம் தேதி "Spiritualist" என்ற சஞ்சிகையில் அவரே சொல்கிறார்: "அந்த நம்பிக்கை படிப்படியாக உயர்ந்து என்னைத்தவிர யார் ஏற்பாடுகளைச் செய்தாலும்* அவள் அந்த ஆவியுலக சபை நிகழ்ச்சிக்கு உட்பட மறுத்தாள். நான் எப்போதும் அவள் அருகிலோ அல்லது அழகு செய்யப்படும் அந்த அறைக்குப் பக்கத்திலோ இருக்க வேண்டும் என்று தான் விரும்புவதாக அவள் தெரிவித்தாள். இந்த நம்பிக்கை ஸ்தாபிக்கப்பட்டபிறகு, அவளுக்கு நான் அளித்த எந்த வாக்குறுதியையும் மீறமாட்டேன்* என்பது அவளுக்கு

* கோடிட்டது எங்கெல்லம்.—(ப-ர்.)

உறுதியான பிறகு தோற்றங்கள் வளர்ந்து பலப்பட்டன; வேறு எந்த வழியிலும் பெற முடியாத ஆதாரங்கள் சுயேச்சையாக வெளிப்படலாயின. இந்தச் சபைக் கூட்டங்களுக்கு வருவோரைப் பற்றியும் அவர்கள் உட்கார வேண்டிய இடங்களைப் பற்றியும் என்னை அடிக்கடி கலந்துகொண்டாள்.* ஏனெனில் இதைவிட இன்னும் அதிக விஞ்ஞானரீதியான சோதனை முறைகளோடு கூடப் பலவந்தம்* வேறு உபயோகப் படுத்தப்பட வேண்டும் என்ற தவறான யோசனைகளின் விளைவாக அவள் சமீபத்தில் அதிகப்படப்படி அடைந்திருந்தாள்.”⁴⁶

எந்த அளவுக்கு அன்பு கலந்ததாக இருந்ததோ அந்த அளவுக்கு விஞ்ஞானரீதியாகவும் இருந்த இந்த நம்பிக்கைக்கு ஆவி உலக மாது அதிகப்பட்ட சன்மானமளித்தாள்; அவள் திரு. குருக்ஸ் அவர்களின் வீட்டில்கூடத் தோன்றத் தொடங்கினாள்—இதைக் கண்டு நாம் ஆச்சரியப்பட முடியாது; அவருடைய குழந்தைகளுடன் விளையாடினாள்; “இந்தியாவில் தனது சாகசங்கள் சம்பந்தமான கதைகளை” அவர்களுக்குச் சொன்னாள்; “தனது சென்ற கால வாழ்வின் சில கசப்பான அனுபவங்களையும்” திரு. குருக்ஸ் அவர்களுக்குச் சொன்னாள்; நிஜமாகவே பொருளால் ஆக்கப்பட்டவள் என்பதை அவர் உறுதிப்படுத்திக்கொள்ள அவர் அவளது கையைப் பிடித்துக்கொள்ளவும் அனுமதித்தாள்; அவளது நாடித் துடிப்பைக் கணக்கெடுக்கவும் நிமிடத்திற்கு எவ்வளவு மூச்சுகள் என்பதை எண்ணவும், இறுதியாகத் திரு. குருக்ஸ் அருகில் நின்று புகைப்படம் பிடித்துக்கொள்ளவும் அவள் அனுமதித்தாள்.⁴⁷

“இந்த உருவம் பார்க்கப்பட்டு ஸ்பரிசிக்கப்பட்டுப் பேசப்பட்டுப் புகைப்படமெடுக்கப்பட்ட பிறகு சிறு அறையிலிருந்து முற்றிலும் மறைந்துவிட்டது.* அந்தச் சிறு அறைக்குப் பக்கத்தில் மற்றோர் அறையைத்தவிர வெளியேற வேறு வழியே இல்லை. அந்த அறையிலோ ஏராளமான பார்வையாளர்கள் மட்டும் இருந்தனர்” என்று திரு. வாலஸ் கூறுகிறார். [183ம் பக்கம்.]

திரு. குருக்ஸ் அவர்களுக்கு அந்த ஆவியின்மீது இருந்த நம்பிக்கையின் அளவுக்கு அவர்மீது நம்பிக்கை தெரிவிக்க—அந்த நிகழ்ச்சி திரு. குருக்ஸ் அவர்களின் வீட்டில் நடை

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

பெற்றது—பார்வையாளர்கள் மரியாதை தெரிந்தவர்களாக இருந்ததினால் இது ஒரு பெரிய சாதனையல்ல.

துரதிருஷ்டவசமாக இந்த “முற்றிலும் உண்மையான நிகழ்ச்சிகளை” ஆவியுலகவாதிகளும் கூட உடனே நம்புகிற நிலையில்லாமற்போயிற்று. ஆவியுலகத் துறையில் மிக நம்பிக்கையுள்ள திரு. வோல்க்மான் கூட, எப்படி ஸ்தூலமானதைப் பிடிக்கத் தன்னை அனுமதித்துக்கொண்டார் என்பதை மேலே கண்டோம். “பிரிட்டிஷ் ஆவியுலகவாதிகளின் தேசிய கழகத்தின்” உறுப்பினரான ஒரு மதகுரு மிஸ் குக்கின் ஆவியுலக நிகழ்ச்சியின்போது ஆஜராகியிருந்தார்; அந்த அறைக்குள் எந்தக் கதவின் வழியாக ஆவி உள் நுழைந்து மறைந்ததோ அந்த அறைக்கு வெளி உலகத்துடன் தொடர்பு கொள்ள இரண்டாவது கதவு இருந்ததாக அவர் இலேசாக ஸ்தாபித்தார். அங்கு ஆஜராகி இருந்த திரு. குருக்ஸ் அவர்களின் நடத்தை “முக மெய்ப்பாடுகளில் ‘ஏதோ ஒன்று’ இருக்கும் என்ற என் கருத்திற்குக் கடைசி மரண அடியைக் கொடுத்துவிட்டது”. (“Mystic London”, தவத்திரு. சா. மொரிஸ் டேவிஸ், லண்டன், டின்ஸ்லி பிரதர்ஸ்.)⁴⁸ இதற்கு மேல் ‘காத்தி’கள் எப்படி ‘ஸ்தூல வடிவம்’ பெறுகின்றனர் என்பது அமெரிக்காவில் வெளியாயிற்று. பிலடெல்பியா நகரில் ஹோம்ஸ் என்ற பெயருள்ள தம்பதிகள் ஆவியுலகக் காட்சிக் கூட்டங்கள் நடத்தினர். அங்கேயும் அதேவிதமாக ஒரு ‘காத்தி’ தோன்றி நம்பிக்கையுள்ள ஆதரவாளர்களிடமிருந்து தாராளமான பரிசுகளைப் பெற்றாள். இருந்தாலும் கூட ஒரு சந்தேகவாதிக்கு அந்தக் ‘காத்தி’ யார் எனத் தெரிந்துகொள்ளும் வரை ஓய்ந்திருக்கப் பிடிக்கவில்லை; அவள் கூலி கிடைக்கவில்லை என ஏற்கனவே ஒரு தடவை ‘ஸ்ரீரைக்’ செய்தவன்; அவள் சற்றும் சந்தேகத்திற்கிடமின்றி எலும்பும் சதையும் உள்ள ஓர் இளம் பெண் என்பதை அவன் ஒரு போர்டிங் ஹவுஸில் கண்டுபிடித்தான், அது மட்டுமல்லாமல், ஆவியிடம் கொடுக்கப்பட்ட எல்லாப் பரிசுகளும் அவளிடம் இருக்கக் கண்டான்.⁴⁹

நிற்க. ஐரோப்பாவிலும் விஞ்ஞானரீதியான ஆவியுலக தரிசிகள் இருந்தனர். செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க் நகரத்தில்

ஒரு விஞ்ஞானச் சங்கம்—அது பல்கலைக்கழகமா அல்லது அசல் அகாடமி தானா என்பது எனக்குச் சரியாக நினைவில்லை— அரசாங்க ஆலோசகர் அக்ஸ்கோவ் என்பவரையும் இரசாயன வியல்வாதி புட்லரோவ் என்பவரையும் ஆவியுலக நிகழ்ச்சிகளின் அடித்தளமென்ன என்பதை ஆராயும்படி பணித்தது. ஆனால், இதனால் பெரிய பலனும் கிட்டவில்லை.⁵⁰ மற்றொரு பக்கத்தில், ஆவியுலகவாதிகளின் படாடோபமான விளம்பரங்களை நம்புவதெனில், லைப்ளிக் நகரத்துப் பேராசிரியர் ஜோல்னர் என்பவரைத் தனது ஆளாக ஜெர்மனி முன் நிறுத்தியிருக்கிறது.

திரு. ஜோல்னர் இடவெளியின் “நான்காவது பரிமாணத்தை”ப் பற்றிப் பல ஆண்டுகளாகக் கடுமையாக ஆராய்ந்து வருபவர் என்பது அனைவரும் அறிந்ததே. இதில் மூன்று பரிமாணங்கள் உள்ள இடவெளியில் நடக்கச் சாத்தியமில்லாத பல விஷயங்கள், நான்கு பரிமாணங்கள் உள்ள இடவெளியில் எளிய விஷயங்களாக இருக்கும் என அவர் கண்டுபிடித்தார். இவ்விதம் பின்சொன்ன இடவெளியில் பந்து போன்ற உலோக உருண்டையை, ஒரு சிறு துவாரம் கூட இல்லாமல், கையுறையைப்போல உட்புறத்தை வெளிப்புறமாகத் திருப்பலாம்; அதேவிதமாக ஒரு முடிவற்ற கயிற்றில் அல்லது இரு புறமும் கட்டப்பட்ட கயிற்றில் முடிச்சு போடலாம்; இரு முனைகளும் ஒட்டப்பட்ட இரண்டு தனித்தனியான வளையங்களைத் திறக்காமலேயே ஒன்றுக்குள் ஒன்றைவிட்டு இணைக்கலாம் என்பன போன்ற பல சாதனைகளை அடையலாம். இப்பொழுது, ஆவியுலகத்தின் சமீபத்திய வெற்றிகரமான அறிவிப்புகளின்படி பேராசிரியர் ஜோல்னர் ஒரே ஒரு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடையீட்டாளர்களின் உதவியைக் கொண்டு நாலாவது பரிமாணத்தின் நிலைப்பாடு பற்றிய அதிக விவரங்களை நிர்ணயிக்க முனைந்துள்ளார். இதில் கிடைத்துள்ள வெற்றி அதிகரிக்கத்தக்கதாக உள்ளது எனச் சொல்லப்படுகிறது. கூட்ட முடிவில் நாற்காலியின்மீது முழங்கையை ஊன்றிக்கொண்டு மேஜையின்மீது வைத்திருந்த அவரது கை எவ்விதத்திலும் அசைக்கப்படாமலேயே நாற்காலியின் கையுடன் பிணைந்துவிட்டது எனவும், மேஜையின்மீது இரு முனை

களையும் வைத்து சீல் வைக்கப்பட்ட ஒரு கயிற்றில் நான்கு முடிச்சுகள் போடப்பட்டிருந்தன எனவும், இது போல் பலவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சுருக்கமாக, நாலாவது பரிமாணத்தின் எல்லா அதிசயங்களையும் அந்த ஆவிகள் மிக எளிதாகச் செய்து முடித்தனவாம். ஒன்றை நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டும்: *relata refero**, ஆவியுலக அறிக்கை சரியானதென்பதற்கு நான் உத்தரவாதமளிக்க இயலாது, அதில் ஏதாவது பிழை இருந்தால் அதைத் திருத்தத் திரு. ஜோல்னருக்கு நான் சந்தர்ப்பமளிப்பதைக் குறித்து அவர் எனக்கு நன்றி தெரிவிக்க வேண்டியவரே. ஆனால் அது திரு. ஜோல்னரின் அனுபவங்களை எவ்விதப் புரட்டுமின்றித் திரும்பவும் உற்பத்தி செய்கிறது எனில் அப்பொழுது அது ஆவியுலக விஞ்ஞானத்திலும் கணிதவியலிலும் ஒரு புதிய சகாப்தத்தைக் குறிக்கிறது என்பது தெளிவு. நான்காவது பரிமாணம் ஆவிகள் இருப்பதை ஊர்ஜிதம் செய்வது போல ஆவிகள் நான்காவது பரிமாணம் இருப்பதை ருசுப்பிக்கின்றன. இது ஒரு தடவை ஸ்தாபிக்கப்பட்ட பிறகு முற்றிலும் புதிய அளவிடற்கரியதொரு துறை விஞ்ஞானத்திற்குத் திறந்துவிடப்படுகிறது. இதற்கு முந்திய கணிதவியல், இயற்கை விஞ்ஞானம் என்பதெல்லாம் நான்காவது, அதற்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்களின் கணிதவியலுக்கும் அந்தப் பரிமாணங்களில் வாழ்கிற ஆவிகளின் இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உடலியல் இவைகளுக்கும் பூர்வாங்கப் பள்ளியாக மட்டுமே இருக்க முடியும். நான்காவது பரிமாணத்திற்குள்—அதை அப்படி அழைக்கத் தற்போது நாம் அனுமதிக்கப்படுவதால்—நுழைகிற மேஜைகளும் இதர மரச்சாமான்களும் எவ்வளவு எடையை இழக்கின்றன என்பதைத் திரு. குரூக்ஸ் விஞ்ஞானரீதியாக நிர்ணயிக்கவில்லையா? திரு. வாலஸ் அங்குள்ள நெருப்பு மனித உடலுக்கு எவ்விதத் தீங்கும் விளைவிப்பதில்லை என்று ருசுப்பிக்கப்பட்டதாகப் பிரகடனம் செய்யவில்லையா? இப்பொழுது, ஆவி உடல்களின் உடலியலையும்

* மற்றொருவன் வார்த்தைகளைத் திரும்பச் சொல்லுகிறேன்.—(ப-ர்.)

நாம் பெற்றுள்ளோம்! அவை சுவாசிக்கின்றன, அவை நாடித் துடிப்பையும் பெற்றுள்ளன; ஆகவே அவை நுரையீரல், இதயம், ரத்தவோட்ட அமைப்பு இவைகளையும் பெற்றுள்ளன; இதன் விளைவாக இதர உடலுறுப்புகளைப் பொறுத்த வரை குறைந்தபட்சம் நம்முடையதைப் போலவே அதிசயிக் கத்தக்க வகையில் பெற்றுள்ளன. நுரையீரலில் கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள் எரிமாற்றமாவது சுவாசத்திற்கு அவசியம்; இந்த கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள் வெளியிரந்துதான் கிடைக்கமுடியும்; எனவே வயிறும் குடலும், அவற்றின் துணை உறுப்புகளும்—இவ்வளவையும் நாம் ஸ்தாபித்து விட்டோ மெனில் மற்றவை எவ்விதக் கஷ்டமுமின்றித் தொடரு கின்றன. ஆக, இந்த உறுப்புகள் இருக்கின்றனவெனில் அவை நோய்க்கு இரையாக முடியும் என்பதும் சாத்தியமே; ஆத லால் திரு. விர்ஹோவ் ஆவியுலகில் உயிர் அணுக்கள் சம்பந்தப் படுகிற பிணியியலையும் தொகுத்தாக வேண்டும். இந்த ஆவிகளில் பெரும்பான்மையானவை அழகான இளம் பெண் களாக இருப்பதால், இவர்கள் இவ்வுலகிற்கு அப்பாற்பட்ட அழகு ஒன்றைத்தவிர பூவுலகத்தின் இளம் பெண்களுடன் வேறு எவ்விதத்திலும் மாறுபட்டு இல்லாததால் “காதல் உணர்ச்சி உள்ள ஆண்களுடன்”⁵¹ தொடர்பு ஏற்பட அதிகக் காலம் பிடிக்காது; “பெண் இருதயம் இல்லாமல் போக வில்லை” எனத் திரு. குருக்ஸ் நாடித் துடிப்பிலிருந்து ஸ்தா பித்து இருப்பதாலும் இயற்கைத் தேர்வின் முன்னேயும் நான்காவது பரிமாணம் என்ற வாய்ப்புநிலை திறந்து விடப் பட்டுள்ளது; அதில் புன்மையான சமூக-ஜனநாயகத்துடன் குழப்பிக்கொள்ளக்கூடிய அபாயத்தைக் குறித்து அது அஞ்ச வேண்டியதில்லை.⁵²

போதும். இயற்கை விஞ்ஞானத்திலிருந்து மாயாவாதத் திற்குப் போகும் சரியான பாதை எது என்பது ஸ்பரி சிக்கிற அளவுக்கு இங்குத் தெளிவாகிறது. இது இயற்கைத் தத்துவவியலின் தத்துவத்தைப் பற்றிய மட்டுமீறியப் பேச் சல்ல. முழு தத்துவத்தையும் அசட்டை செய்து முழுச் சிந் தனையும் சந்தேகிக்கிற மிகமிக மட்டரகமான அனுபவ

வாதமே. ஆவிகள் உண்மையில் இருப்பதை ருசுப்படுத்துவது கருத்துமுதல்ரீதியான அவசியமல்ல, திருவாளர்கள் வாலஸ், குருக்ஸ், மற்றவர்களின் அனுபவவாத கவனிப்புகள்தான். தல்லியம் என்ற உலோகம் கண்டுபிடித்ததைச் சாதித்த குருக்ஸின் நிறமாலைப் பாகுபாடு பற்றிய கவனிப்புகளை நாம் நம்புவோமெனில், மலேயத் தீவுக்கூட்டங்களில் வாலஸின் செழுமை மிக்க விலங்கியல் கண்டுபிடிப்புகளை நாம் நம்புவோமெனில் இவ்விரண்டு விஞ்ஞானிகளின் ஆவியுலக அனு பவங்களிலும் கண்டுப்பிடிப்புகளிலும் அதே நம்பிக்கையை நாம் வைத்துக்கொள்ளும்படிக் கேட்கப்படுகிறோம். இவ் விரண்டிற்கும் சிறிய வேறுபாடு இருக்கத்தான் செய்கிறது, அதாவது நாம் ஒன்றைச் சரிபார்க்க முடியும் ஆனால் மற்றொன் றைச் சரிபார்க்க முடியாது என்ற அபிப்பிராயத்தை நாம் வெளிப்படுத்தினால் அப்போது அது உண்மையல்ல என்றும் அவர்கள் ஆவியுலகத் தோற்றங்களைச் சரிபார்க்கும் வாய்ப்பை நமக்கு அளிக்கத் தயாராகவுள்ளனர் என்றும் ஆவியுலகிகள் ஆட்சேபனை செய்கிறார்கள்.

உண்மையில், இயக்க இயலைத் தண்டனையின்றிப் புறக் கணிக்க முடியாது. தத்துவார்த்த சிந்தனையை எவ்வளவு அதிகமாக அலட்சியம் செய்தாலும் இயற்கையைப் பற்றிய இரண்டு ஆதாரக்கூறுகளை ஒன்றை மற்றொன்றுடன் உறவு படுத்தவோ அல்லது அவைகளுக்கிடையே உள்ள உள்தொடர் பைப் புரிந்துகொள்ளவோ தத்துவார்த்த சிந்தனையின்றி முடியாது. சிந்தனை சரியானதா இல்லையா என்பதே ஒரே பிரச்சினை; அப்பொழுது தத்துவத்தைத் துச்சமாகக் கருதி உதாசீனப்படுத்துவது என்பது இயற்கைவாதரீதியிலே சிந்திப்பதற்கு, அதாவது தவறான முறையில் சிந்திப்பதற்கு, மிக உறுதியான வழி என்பது தெளிவு. ஆனால், மிகப் பழைமை யான நன்கறியப்பட்ட ஓர் இயக்க இயல் நியதிப்படி, தவறான சிந்தனையை அதனுடைய தர்க்க ரீதியான முடிவுக்குக் கொண்டு சென்றோமெனில் அது தவிர்க்க முடியாதபடி தன்னுடைய துவக்க முனைக்கு நேர் எதிரான நிலையை வந்த டையும். ஆதலால் மிக நிதானமுள்ள அனுபவவாதிகளையும் கூட மூட நம்பிக்கைகளிலேயே வரட்சி மிகுந்ததான நவீன

ஆவியுலகவாதத்திற்குள் கொண்டுபோய் விடுவதின்மூலம் இயக்க இயலைப் பற்றிய அனுபவவாதரீதியான துச்ச மனப் பான்மை தண்டிக்கப்படுகிறது.

கணிதவியல் சேதியும் அதுவேதான். சாதாரண இயக்க மறுப்பியல் கணிதவியல்வாதிகள் தங்களது விஞ்ஞான முடிவுகளின் முற்றும் மறுக்க முடியாத தன்மையைக் குறித்து மிகையாகத் தற்பெருமையடித்துக்கொள்கிறார்கள். ஆனால் அவர்களுடைய முடிவுகள் கற்பனைப் பரிமாணங்களையும் உள்ளடக்கியுள்ளதால் அவை இதன்மூலம் ஓரளவு யதார்த்தத்தைப் பெறுகின்றன. ஒருவன் நமது மனதிற்கு வெளியே $V-1$ என்பதற்கோ அல்லது நான்காவது பரிமாணம் என்பதற்கோ யதார்த்த உண்மையின் தன்மையை அளித்துப் பழக்கப்படுத்திக்கொள்ளும் பொழுது அவன் மேலும் ஓர் அடி முன்சென்று இடையீட்டாளர்களின் ஆவியுலகத்தையும் ஏற்றுக்கொள்ளுகிறான் என்றால் அது அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த விஷயமல்ல. டாலிஞ்சேரைப் பற்றி கெட்டலர் சொன்னபடித்தான் அது:

“அந்த மனிதர் தமது வாழ்நாளில் காத்து நின்ற அறிவித்தனத்தின் பெருமளவை நோக்குங்கால் அதற்குள் பிசகற்ற தன்மை என்பதையும் அவர் உண்மையிலேயே ஏற்றுக்கொண்டிருப்பார்!”⁵³

உண்மையில் ஆவியுலகவாதத்தை மறுப்பதென்பது வெறும் அனுபவவாதத்தினால் மட்டும் சாத்தியமில்லை. முதலாவதாக, “பரிசீலனைக்காரன்” தான் பார்க்க வைக்கப்படுவதை மட்டும் பார்க்கிற அல்லது தான் எதை விரும்புகிறானோ அதை மட்டும் பார்த்தாக வேண்டுமென்கிற அளவுக்கு வலையில் சிக்கிக்கொள்கிறபோதுதான்—இதைப்பற்றி தமக்கே உரித்தான வெகுளித்தனத்துடன் திரு. குருக்ஸ் அவர்களே விவரிக்கிறார்—இந்த “மேலுலக” நிகழ்ச்சிகள் எப்போதும் தோற்றமளிக்கின்றன. இரண்டாவதாக, உண்மை என்று சொல்லப்படுகிற நூற்றுக் கணக்கானவை புரட்டுகள் என்றும் இடையீட்டாளர்கள் என்று சொல்லப்படுகிற டஜன் கணக்கானவர்கள் சாதாரண ஏமாற்று வித்தைக்

காரர்களே என்றும் அம்பலமாக்கப்பட்டும் கூட ஆவியுலகவாதிகள் அதைச் சட்டை செய்வதில்லை. அதிசயம் என்று சொல்லப்படுகிற ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட தோற்றத்திற்கும் விளக்கம் கொடுக்கப்படவில்லையெனில் அவர்கள் தொடர்ந்து பணியாற்ற இடமிருந்து கொண்டே இருக்கும்; ஆவிகளைப் பற்றிய பொய்யான புகைப்படங்களைக் குறித்து வாலஸ் இதைத் தெளிவாகக் கூறினார். பொய்யாக்கப்பட்டவை உள்ளன என்பதே உண்மையானவைகளின் உண்மையான தன்மையை நிரூபிக்கிறது.

ஆகையால் இடைவிடாமல் தொந்தரவு செய்யும் இந்த ஆவிதரிசிகளை அனுபவவாதரீதியான பரிசோதனைகளைக் கொண்டு அல்ல, அதற்குப் பதிலாகத் தத்துவரீதியான நிலைப்பாடுகளால்தான் மறுக்கவேண்டிய நிர்ப்பந்தம் அனுபவவாதத்துக்கு ஏற்பட்டு ஹக்ஸ்லியுடன் சேர்ந்து பின்வருமாறு சொல்ல வேண்டியிருக்கிறது:

“ ‘ஆவியுலகவாத’த்தின் உண்மை எடுத்துக்காட்டப்படுவதில் நான் காணும் ஒரே நன்மை என்னவெனில் அது தற்கொலைக்கு எதிராகக் கூடுதலானதொரு தர்க்க ஆதாரமாக அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதே. செத்து, ஒரு காட்சிக் கூட்டத்தில் ஒரு கினி நாணயத்துக்குக் கூலிக்கு அமர்த்தப்பட்ட ஓர் ‘இடையீட்டாளர்’ சொற்படி உளறிக்கொட்டும் படிச் செய்யப்படுவதைவிட உயிரோடு வாழ்ந்து தெருவைப் பெருக்கும் வேலை செய்து கொண்டிருப்பதே மேல்’.”⁵⁴

இயக்க இயல்⁵⁵

(இயக்க மறுப்பியலுக்கு மாறுபட்டதாக இயக்க இயலின் பொதுத் தன்மையைப் பரஸ்பரத் தொடர்புகளின் விஞ்ஞானமாக வளர்ப்பது.)

ஆதலால் இயக்க இயலின் நியதிகள் இயற்கையினுடையவும் மனிதச் சமுதாயத்தினுடையவும் வரலாற்றிலிருந்தே பொதுமைப்படுத்தி வடித்தெடுக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில், அவை சிந்தனையினுடையவும் சரித்திர வளர்ச்சியின் மேற்கூறிய இரண்டு அம்சங்களினுடையவும் மிகப் பொதுப் படையான நியதிகளே தவிர வேறு ஒன்றும் அல்ல. உண்மையில் அவைகளைப் பிரதானமாக மூன்றாகச் சுருக்கலாம்:

அளவு நிலை பண்பு நிலையாகவும் பின்சொன்னது முன் சொன்னதாகவும் மாறுபாடு அடைவது என்னும் நியதி; எதிர்மறைகளின் பரஸ்பர ஊடுருவல் என்னும் நியதி; நிலைமறுப்பு நிலை மறுக்கப்படல் என்னும் நியதி.

இந்த மூன்றையும் வெறும் சிந்தனையின் நியதிகளாக ஹைகல் தமது கருத்துமுதல்வாதப் பாணியில் அபிவிருத்தி செய்தார்; முதலாவது “தர்க்கவாதம்” என்ற அவரது நூலின் முதல் பகுதியில், இருத்தல் கோட்பாடு என்பதில்; இரண்டாவது “தர்க்கவாதம்” என்ற அவரது நூலின் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தன்மைக் கோட்பாடு என்ற இரண்டாவது பகுதி முழுவதையும் நிறைத்து நிற்கிறது; இறுதியாக, அவரது முழு அமைப்பினுடைய நிருமாணத்துக்கும் அடித்தளமான நியதியாக மூன்றாவது உருப் பெற்றுள்ளது. இவை சிந்தனையின் நியதிகளாக இயற்கையின்மீதும் வரலாற்றின்மீதும் திணிக்கப்பட்டிருக்கின்றனவே ஒழிய அவைகளினின்றும் வடித்தெடுக்கப்படவில்லை; இதில்தான் அது னுடைய பிழை அடங்கியுள்ளது. அவை நிர்பந்தத் தன்மையுடனும் பல இடங்களில் மோசமாகவும் கையாளப்பட்டுள்ளதின் தோற்றுவாய் இதுவே; பிரபஞ்சம் தான் விரும்பினாலும் விரும்பாவிட்டாலும் சிந்தனையின் ஓர் அமைப்புக்குக் கட்டுப்பட்டு வந்தாக வேண்டும்; ஆனால் இந்தச் சிந்தனை அமைப்பே மனிதச் சிந்தனையின் பரிணாம வளர்ச்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்தினுடைய விளைவாக ஏற்பட்டதாகும். இதைத் தலைகீழாக நாம் திருப்பினால் எல்லாம் எளிதாகிவிடுகின்றன; கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியலில் மர்மம் நிறைந்ததாகத் தோன்றுகிற இயக்க இயல் நியதிகள் உடனே பட்டப் பகல் போல் தெளிவுடனும் எளிதாகவும் விளங்குகின்றன.

மேலும் ஹைகலின் நூல்களுடன் சிறிதளவேனும் பரிச்சயம் உள்ளவர்கள் இயக்க இயல் நியதிகளை விளக்குகிற தனிப்பட்ட உதாரணங்களை, இயற்கையிலிருந்தும் வரலாற்றிலிருந்தும் எடுக்கப்பட்ட உதாரணங்களை, மனதில் தைக்கும் படியாக ஹைகல் நூற்றுக் கணக்கான பகுதிகளில் கொடுக்கிறார் என்பதை அறிந்திருப்பார்கள்.

இயக்க இயலைப் பற்றி ஒரு கைப் புத்தகம் எழுதும் வேலையை இங்கு நாம் மேற்கொள்ளவில்லை; இயக்க இயலின் நியதிகள் இயற்கையினுடைய வளர்ச்சியின் உண்மையான நியதிகளே என்பதையும் எனவே அவை தத்துவார்த்த இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கும் செல்லத்தக்கன என்பதையும் எடுத்துக்காட்டுமளவிற்கே நாம் அக்கறைகொண்டுள்ளோம். ஆகவே இந்த நியதிகளினிடையே ஒன்றுக்கொன்று உள்ள பரஸ்பர உள் தொடர்புகளுக்குள் நாம் செல்வதற்கில்லை.

1. அளவு நிலை பண்பு நிலையாகவும் பின்சொன்னது முன்சொன்னதாகவும் மாறுபாடு அடைவது என்னும் நியதி. நமது நோக்கத்திற்காக, இயற்கையில், ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட விஷயத்திலும் மிகக் கூர்ந்து நிர்ணயிக்கப்பட்ட மாதிரி அளவுரீதியாகப் பொருளோ அதன் இயக்கமோ (ஆற்றல் எனப்படுவது) கூடுதல் அல்லது கழிதல் மூலமே பண்பு நிலை மாறுபாடுகள் நிகழ முடியும் எனச் சொல்லுவதின்மூலம் இதை வெளியிடுகிறோம்.

1. அளவு நிலை பண்பு நிலையாகவும் பின்சொன்னது முன்சொன்னதாகவும் மாறுபாடு அடைவது என்னும் நியதி. நமது நோக்கத்திற்காக, இயற்கையில், ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட விஷயத்திலும் மிகக் கூர்ந்து நிர்ணயிக்கப்பட்ட மாதிரி அளவுரீதியாகப் பொருளோ அதன் இயக்கமோ (ஆற்றல் எனப்படுவது) கூடுதல் அல்லது கழிதல் மூலமே பண்பு நிலை மாறுபாடுகள் நிகழ முடியும் எனச் சொல்லுவதின்மூலம் இதை வெளியிடுகிறோம்.

இயற்கையிலுள்ள எல்லாப் பண்பு நிலை வேறுபாடுகளும், இரசாயனச் சேர்க்கையிலுள்ள வேறுபாடுகளை, அல்லது இயக்கத்தின் (ஆற்றலின்) அளவில் அல்லது வடிவங்களில் உள்ள வேறுபாடுகளை, அல்லது எப்போதுமே பெரும்பாலாக உள்ளதைப்போல இரண்டையுமே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. ஆகவே பொருளை அல்லது இயக்கத்தைக் கூட்டி அல்லது கழிக்காமல், அதாவது சம்பந்தப்பட்ட பொருளின் அளவை மாற்றாமல், ஒரு பொருளின் இயல்பை மாற்றுவது என்பது சாத்தியமில்லை. ஆதலால் இந்த உருவத்தில் ஹெகலின் மர்மம் மிகுந்த கோட்பாடு பகுத்தறிவு பூர்வமாக மட்டுமல்ல, தெளிவாகவும் கூடத் தோன்றுகிறது.

வஸ்துக்கள் சாரம் மாறாமல் ஆனால் பௌதிக இயல்புகள் மட்டும் மாறியிருக்கிற (allotropic) நிலையும் திரட்சி (aggregational) நிலையும் மூலக்கூறுகளின் வெவ்வேறுவிதமான திரள்களைச் சார்ந்து இருப்பதால் இவ்வஸ்துக்களுக்கு ஊட்டப்பட்டுள்ள அதிக அல்லது குறைந்த அளவு (Mengen) இயக்கத்தைப் பொறுத்தே உள்ளன என்பதைச் சுட்டிக் காட்ட வேண்டியதில்லை.

ஆனால் இயக்கத்தினுடைய அல்லது ஆற்றல் எனப்படுவதினுடைய வடிவ மாற்றம் பற்றி என்ன? நாம் வெப்பத்தை யாந்திரீக இயக்கமாகவோ அல்லது பின்சொன்னதை முன்சொன்னதாகவோ மாற்றினால் அளவு ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் பொழுது பண்பு மாறிவிடவில்லையா? மிகச் சரி; ஆனால் ஹெனே பாபங்களைப் பற்றிப் பேசியது போல, எவனும் தன்னளவில் நெறி உள்ளவனாக இருக்கலாம், ஏனெனில், பாபங்கள் புரிய எப்போதுமே இரண்டு பேர் அவசியம் என்பது போல⁵⁶ இயக்கத்தின் வடிவம் மாறுவது என்பதும். இயக்கத்தின் வடிவம் மாறுவது என்பது எப்போதுமே குறைந்த பட்சம் இரு வஸ்துக்களுக்கிடையே நிகழும் ஒரு மாற்றப்போக்காகும்; இதில் ஒன்று ஒரு பண்புள்ள (உதாரணமாக, வெப்பம்) இயக்கத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை இழக்கும் போது, மற்றொன்று வேறுவிதமான பண்புள்ள (யாந்திரீக இயக்கம், மின்சாரம், இரசாயனச் சிதைவு) அதே அளவு இயக்கத்தைப் பெறுகிறது. ஆதலால், இங்கு அளவும்

பண்பும் பரஸ்பரம் பொருந்தியிருக்கின்றன. தனித்த ஒரே ஒரு வஸ்துவுக்குள்ளேயே இயக்கத்தின் ஒரு வடிவத்தை மற்றொன்றாக மாற்றுவது என்பது இதுவரை சாத்தியமாகத் தெரியவில்லை.

முதலாவதாக, நாம் இங்கு அக்கறை கொண்டிருப்பது உயிரற்ற வஸ்துக்களில்தான்; இதே நியதி உயிருள்ள ஜீவன்களுக்கும் பொருந்தும்: ஆனால் இவைகளில் அது மிகச் சிக்கலான நிலைமைகளில் இயங்குகிறது; அளவு ரீதியாக அளப்பது என்பது இன்னும் அடிக்கடி நமக்குச் சாத்தியமில்லாமல் உள்ளது.

ஓர் உயிரற்ற வஸ்து படிப்படியாகச் சிறிய துண்டுகளாக நறுக்கப்படுவதாக நாம் கற்பனை செய்வோமெனில் முதலில் எந்தப் பண்புரீதியான மாறுபாடும் நிகழ்வதில்லை. இருந்தாலும் இதற்கு ஒரு வரம்பு உண்டு; நாம், உதாரணமாக ஆவியாக்குவதின்மூலம் சுயேச்சையாக உள்ள தனித் தனியான மூலக்கூறுகளைப் பெறுவதில் வெற்றி கண்டோமெனில் அப்போது இவைகளை நாம் வழக்கம்போல மேலும் உடைக்கலாம் என்பது உண்மையே; ஆனால் அவைகளின் பண்புநிலையைப் பூரணமாக மாற்றினால்தான் அது சாத்தியம். மூலக்கூறு தன்னுடைய தனித்தனி அணுக்களாக உடைக்கப்படுகிறது; அப்போது அவைகள் மூலக்கூறிலிருந்து மிக வித்தியாசப்பட்ட தன்மைகளைப் பெற்றவையாக உள்ளன. வேறுபட்டுள்ள இரசாயன மூலகங்களின் சேர்க்கைகளாக உள்ள மூலக்கூறுகளைப் பொறுத்தவரை ஒரு கூட்டு மூலக்கூறுக்குப்பதில் அந்த மூலகங்களின் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. மூலகங்களின் மூலக்கூறுகளைப் பொறுத்தவரை, சுதந்திரமாக உள்ள அணுக்கள் தோன்றுகின்றன; இவை மிக வித்தியாசப்படுகிற பண்புரீதியான விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன: மூலக்கூறுக்குள் கட்டுண்டுள்ள வாயு மண்டலத்துப் பிராண வாயுவின் அணுக்கள் செய்யவே இயலாத பலன்களைப் புது உருக்கொண்ட பிராண வாயுவின் சுதந்திரமான அணுக்கள் வெகு இலகுவாகச் சாதிக்கின்றன.

ஆனால் வஸ்துவின் கட்டியுடன் (mass) சேர்ந்துள்ள மூலக்கூறு பண்புரீதியாக அத்துடன் வித்தியாசப்பட்டே நிற்கிறது. தோற்றத்தில் கட்டி அசைவின்றி உள்ளபோது அது சுயேச்சையாக இயங்க முடியும், உதாரணம்: வெப்ப அதிர்வுகள்; தனது நிலையிலும் அக்கம்பக்கமுள்ள மூலக்கூறுகளுடன் உள்ள தொடர்பிலும் மாற்றம் கொண்டுவருவதின் மூலம் அந்த வஸ்துவையே சாரம் மராமல் பௌதிக இயல்புகள் மட்டும் மாறிய (allotrope) அல்லது திரட்சி நிலையான ஒரு வஸ்துவாக மாற்றிவிட முடியும்.

இவ்விதமாக, சுத்தமானதோர் அளவுரீதியான பகுப்புச் செயலுக்கும் ஓர் எல்லை உண்டென்பதையும் அதன்பின் அது பண்புரீதியான வித்தியாசமாக மாறிவிடுகிறது என்பதையும் நாம் காண்கிறோம்: கட்டி என்பது மூலக்கூறுகளை மட்டுமே கொண்டுள்ளது; ஆனால் அது, அணுவிலிருந்து மூலக்கூறு வித்தியாசப்பட்டுள்ளதைப் போல, மூலக்கூறிலிருந்து சாராம்சத்தில் வித்தியாசப்பட்டதாக உள்ளது. இந்த வித்தியாசமே, அணுக்களின் பௌதிகவியலான இரசாயனவியலிலிருந்தும், மூலக்கூறுகளின் இயந்திரவியலான பௌதிகவியலிலிருந்தும் நில உலக, வானுலகக் கட்டிகளின் விஞ்ஞானமாக இயந்திரவியல் என்பது பிரிக்கப்பட்டதின் அஸ்திவாரமாக உள்ளது.

இயந்திரவியலில் பண்புகள் என்பன இருப்பதில்லை; அதிகப் பட்சம், சமனநிலை, இயக்கம், ஒடுக்க நிலை ஆற்றல் (potential energy) என்கிறவை எல்லாம் அளக்கத்தக்க இயக்கப் பெயர்ச்சியைச் சார்ந்துள்ள நிலைப்பாடுகள்தான்; அவைகளும் கூட அளவுரீதியாக வெளியிடத்தக்க சாத்தியப்பாடு உள்ளவையே. எனவே இங்குப் பண்புரீதியாக மாற்றம் நடைபெறாமலவிற்கு அதை ஒட்டிய அளவு ரீதியான மாற்றத்தினால் அது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

பௌதிகவியலில் வஸ்துக்கள் இரசாயனரீதியில் மாற்ற முடியாதவையாக அல்லது அசிரத்தையுள்ளவையாகக் கருதப்படுகின்றன: அவைகளின் மூலக்கூறு நிலைப்பாடுகளில் நிகழக் கூடிய மாற்றங்களையும் இயக்கத்தின் வடிவ மாற்றங்களையும் இங்கு பரிசீலிக்கிறோம். இதில் எல்லாச் சந்தர்ப்

பங்களிலும் இரண்டில் ஏதாவது ஒரு புறத்தில் மூலக்கூறு செயல்பாட்டிற்கு வருகிறது. இங்கு நடைபெறுகிற ஒவ்வொரு மாற்றமும் வஸ்துவிற்குள் அடங்கியுள்ள அல்லது அதற்கு மாற்றப்படுகிற ஏதாவது ஓர் இயக்க வடிவத்தின் அளவு மாறுபடுவதினால் விளைகிற அளவு நிலையிலிருந்து பண்பு நிலைக்கு மாறுகிற மாற்றமேயாகும்.

“தண்ணீரின் வெப்பநிலை முதலாவதாக அதனுடைய திரவத்தன்மையைப் பொறுத்தவரை முக்கியமில்லை, ஆனால் திரவமாக உள்ள தண்ணீரின் வெப்பநிலை கூடியோ அல்லது குறைந்தோ வருமாயின் அதனுடைய ஒட்டுப் பண்பு(cohesion) நிலை மாறுகிற கட்டம் ஏற்பட்டுத் தண்ணீர் நீராவியாக அல்லது பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது.” (ஹெகல்—“Enzyklopedie”, Gesamtausgabe, ஆரவது பாகம், 217ம் பக்கம்.)⁶⁷

அதேவிதமாக, ஒளிரும் தன்மையுள்ள, ஒரு மின்விளக்கினுள் இருக்கிற பிளாட்டினம் கம்பி ஒளிவிட வேண்டுமெனில் ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்தபட்ச அளவு மின்னோட்டம் தேவையாகிறது; ஒவ்வொரு உலோகத்திற்கும் ஒளிரவும் இளகிச்சேரவும் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைப்பாடு உண்டு; ஒவ்வொரு திரவத்திற்கும் குறிப்பிட்ட அழுத்த நிலையில் குறிப்பிட்ட உறைநிலையும் கொதி நிலையும் உண்டு; இவைகளிலெல்லாம் நமது சாதனங்கள் அனுமதிக்கிற அளவுக்கே தேவையான வெப்ப நிலையை உற்பத்தி செய்வது என்பது சாத்தியம்; இறுதியாக ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் அதனுடைய எல்லை நிலை உண்டு; அந்நிலையில் அதைக் குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தின்கீழ் குளிரச் செய்தால் திரவமாக்க முடியும். சுருக்கமாகக் கூறுமிடத்து, பௌதிக நிலைப்பரிமாணங்கள் (constants) என்பனவெல்லாம் பெரும்பாலாகக் கணு நிலைப்பாடுகளின் பெயர்களேயாம்; அந்நிலைப்பாடுகளில் இயக்கத்தினுடைய அளவில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு அல்லது குறைப்பு, சம்பந்தப்பட்ட வஸ்துவின் பண்பு நிலையில் மாற்றம் உண்டாக்குகிறது; ஆகவே அளவு நிலை பண்பு நிலையாக மாற்றப்படுகிறது.

ஹெகல் கண்டுபிடித்த இயற்கையின் நியதி தனது மிக முக்கியமான வெற்றிகளைக் கொண்டாடுவது எந்தத்

துறையில் என்றால் அது இரசாயனவியலேயாகும். அளவு ரீதியாக உள்ளடக்கம் மாற்றப்படுவதின் விளைவாக வஸ்துக்களின் பண்பில் மாற்றம் காண்கிற விஞ்ஞானமே இரசாயனவியல் எனச் சொல்லலாம். இது ஹெகல் ஏற்கனவேயே அறிந்த விஷயமே. “(“Logik”, Gesamtausgabe, 3வது பாகம், 433ம் பக்கம்.)⁶⁸ பிராண வாயுவின் விஷயத்தைக் கவனிக்க: வழக்கம்போல இரண்டு அணுக்களுக்குப் பதிலாக, மூன்று அணுக்கள் ஒரு மூலக்கூறுக்குள் இணைக்கப்பட்டால் அப்பொழுது நாம் பெறுவது ஓஜேன். இது வாசனையிலும் எதிர்ச் செயல்களிலும் சாதாரண பிராண வாயுவிலிருந்து மிகக் குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு வித்தியாசப்பட்ட ஒரு வஸ்துவாகும். பிராண வாயு வெவ்வேறு விகிதங்களில் நைட்ரஜன் அல்லது கந்தகத்துடன் இணையும் போதும் இந்த விகிதங்களில் ஒவ்வொன்றும் இதர எதையும்விடப் பண்பில் மாறுபட்ட வஸ்துக்களை உண்டாக்குகிறதே! நகைப் பூட்டும் வாயு (laughing gas—நைட்ரஜன் மாசைக் N₂O) நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு (நைட்ரஜன் பென்டாக்ஸைடு—N₂O₅) இவிலிருந்து எவ்வளவு வேறுபட்டுள்ளது! முதலில் சொன்னது ஒரு வாயு; இரண்டாவது சாதாரண வெப்ப நிலையில் படிகத்தன்மையுள்ள கன பதார்த்தம். இருந்தாலும், அவைகளின் உள்ளடக்கத்தின் முழு வித்தியாசம் என்னவெனில் முதலில் சொன்னதில் இருப்பதைவிட இரண்டாவதில் ஐந்து மடங்கு அதிகமாகப் பிராண வாயு இருக்கிறது என்பதே; அது மட்டுமல்ல, இந்த இரண்டிற்கும் இடையே மேலும் நைட்ரஜனுடைய மூன்று ஆக்ஸைடுகள் (NO, N₂O₃, NO₂) உள்ளன; இதில் ஒவ்வொன்றும் முதலில் உள்ள இரண்டிலிருந்தும், ஒன்றுக்கொன்று பண்புரீதியாக வேறுபட்டதாகும்.

ஒரே மாதிரியான உறவு உள்ள கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களின் தொடர்வகையில், விசேஷமாகச் சாதாரண ஹைட்ரோ கார்பன்கள் விஷயத்தில், இது மேலும் தெட்டெனப் புலனாகும். சாதாரண ‘பாரபின்’ பொருள்களில் (paraffins) கீழ்ப்படியில் நிற்பது மெதேன் (methane) CH₄; இதில் கார்பன் அணுவின் நான்கு இணைப்புகளிலும் நான்கு நீர்வாயு அணுக்கள் ஊறி நிற்கின்றன. இரண்டாவது எதேன் (ethane) C₂H₆;

இதில் உள்ள இரண்டு கார்பன் அணுக்கள் சேர்ந்து நிற்கின்றன; மிகுதியுள்ள சுயேச்சையான ஆறு இணைப்புகளில் ஆறு நீர்வாயு அணுக்கள் ஊறி நிற்கின்றன. இப்படியே C₃H₈, C₄H₁₀, முதலியன என அல்லிப்ரா சூத்திரமான C_nH_{2n+2} பிரகாரம் தொடர்ந்து செல்கிறது; இதனால், ஒவ்வொரு தடவை CH₂ சேர்க்கப்படும்போதும் இதற்கு முந்தியதைவிடப் பண்பு நிலையில் மாறுபட்ட ஒரு வஸ்து உண்டாகிறது. இந்தத் தொடரின் கீழ்ப்படியில் உள்ள மூன்றும் வாயுக்களாகும்; அதன் உச்சத்தில் இதுவரை அறியப்பட்டுள்ள ஹெக்ஸடேகேன் (hexadecane) C₁₆H₃₄ என்பது ஒரு திடப்பொருளாகும். அதனுடைய கொதிநிலை 270° சென்டிகிரேடு. பாரபின்களிலிருந்து (தத்துவார்த்தமாக) பெறப்பட்ட C_nH_{2n+2}O சூத்திரமுள்ள முதல் நிலை ஆல்கஹால்களின் தொடருக்கும் ஒரே அடிப்படையுள்ள (monobasic) கொழுப்புத்தன்மையான அமிலங்களின் (சூத்திரம் C_nH_{2n}O₂) தொடருக்கும் மேலே கூறியது செல்லுபடியாகிறது. இதர ஆல்கஹால்களைச் சேர்க்காமல் குடிக்கத் தக்க முறையில் எதில் (ethyl) ஆல்கஹால் C₂H₆O நாம் அருந்திவிட்டுப் பின்னர் மற்றொரு தடவை அதே எதில் ஆல்கஹாலுடன் அருவருக்கத்தக்க பியூஸல் (fusel) எண்ணெயின் பிரதான உள்ளடக்கக் கூறுகளில் அமில் ஆல்கஹாலையும் (amyl alcohol) C₅H₁₂O சற்று சேர்த்து அருந்தினால் அப்பொழுது C₃H₈ஐ அளவுரீதியாகச் சேர்க்கப்பட்டால் என்ன பண்புநிலை மாறுபாடு உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதை அனுபவபூர்வமாகவே கற்றுக்கொள்ளலாம்! அடுத்த நாள் காலை ஒருவனுடைய தலை தீங்காகப் பாதிக்கப்பட்ட நிலையில் கட்டாயம் அதை அறிந்துகொள்ளும்; இதனால் அந்தப் போதையும் அடுத்த நாள் தலைவலியும் கூட ஒரு புறம் எதில் ஆல்கஹாலினுடையவும் மற்றொரு புறம் சேர்க்கப்பட்ட C₃H₈-னுடையவும் அளவு நிலையிலிருந்து அடையப்பட்ட பண்பு நிலை மாறுபாடே என்றும் கூடக் கூறமுடியும்.

ஹெகலின் நியதியை இதே தொடர்களில் மற்றோர் உருவத்திலும் நாம் சந்திக்கிறோம். கீழ்ப்படிகளிலுள்ளவை, அணுக்களின் பரஸ்பர ஏற்பாட்டின் ஒரே சீரை மட்டுமே அனுமதிக்கின்றன. ஆனால் ஒரு மூலக்கூறுக்குள் ஐக்கியப்

பட்டுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு தொடருக்கும் நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ள உருவளவைப் பெற்றவுடன் அந்த மூலக்கூறுக்குள் அணுக்களின் சீரிணைப்பு ஒரு விதத்திற்கு மேற்பட்ட விதங்களிலேயே நிகழலாம்; இதனால் மூலக்கூறில் C, H, O அணுக்களைச் சமமான எண்ணிக்கையில் கொண்ட, ஆனால் பண்புரீதியாக ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபட்டதாக உள்ள இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஐசோமரிக் (isomeric) வஸ்துக்கள் உருப்பெறுகின்றன. இந்தத் தொடரில் உள்ள ஒவ்வொரு உறுப்பு வஸ்துவுக்கும் எத்தனை ஐசோமர்கள் (isomers) உண்டாகச் சாத்தியமாகலாம் என்பதையும் கூட நாம் கணக்கிட முடியும். இவ்விதமாக பாரபின் தொடரில் C_4H_{10} க்கு இரண்டும், C_6H_{12} க்கு மூன்றும் உள்ளன; அந்தத் தொடரில் உச்சப்பகுதியில் வருகிறவைகளுக்குச் சாத்தியமான ஐசோமர்களின் எண்ணிக்கை வெகு விரைவாக ஏறுகிறது. ஆகையால் மூலக்கூறுக்குள் உள்ள அணுக்களின் அளவுரீதியான எண்ணிக்கையே இப்படிப்பட்ட பண்புரீதியாக மாறுபட்டுள்ள ஐசோமர்களுக்கான சாத்தியப்பாட்டையும், நிரூபிக்கப்பட்டவரை அவற்றின் யதார்த்தமான நிலையிருத்தலையும் கூட நிர்ணயிக்கிறது.

மேலும் உண்டு. இந்த ஒவ்வொரு தொடரிலும் நமக்குப் பரிச்சயப்பட்ட வஸ்துக்களின் ஒரே மாதிரியான தன்மையை வைத்து நாம் இன்னும் அறியாமல் உள்ள வஸ்துக்களின் பெளதிக இயல்புகளைப் பற்றி முடிவுகள் எடுப்பதும், குறைந்த பட்சம் நாம் அறிந்துள்ளவைகளைத் தொடர்ந்து வருகிறவற்றின் இயல்புகள், உதாரணமாகக் கொதி நிலை முதலானவற்றையும் மிக நிச்சயமாகவே முன்கூட்டி நிர்ணயிப்பதும் சாத்தியமே.

இறுதியாக, ஹெகலின் நியதி கூட்டுப் பொருள்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் இரசாயன மூலகங்களுக்கும் செல்லத்தக்கதே.

“மூலகங்களின் இரசாயனப் பண்புகள் என்பன அவைகளினுடைய அணு எடைகளின் ஆவர்த்தச் செயற்பாடே” என்பதும், ரோஸ்கோ-ஷோர்லெமர், “Ausführliches Lehrbuch der Chemie”, II, 823ம் பக்கம்.⁵⁹

ஆதலால் அவைகளின் அணு எடையின் அளவு நிலையே அவைகளின் பண்பு நிலையை நிர்ணயிக்கிறது என்பதும் தற்போது நாம் அறிந்த விஷயம். இது மிகச் சிறப்புடன் சோதிக்கப்பட்டுவிட்டது. ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தப்பட்டுள்ள மூலகங்களை அணு எடையை அநுசரித்து ஒரு தொடராகச் சீர் செய்தால் அதில் பல இடைவெளிகள் நிகழ்கின்றன என்றும், அவை இனி கண்டுபிடிக்கவுள்ள புதிய மூலகங்களையே குறிக்கின்றன வென்றும் மெந்தெலேயெவ் மெய்ப்பித்தார். அலுமினியத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கிற தொடரில், அதற்குப் பிறகு வருவதால் எகா அலுமினியம் என அவரால் பெயரிடப்பட்ட அறியப்படாத மூலகங்களில் ஒன்றான அதனுடைய இரசாயனப் பொதுப் பண்புகளை முன்கூட்டியே அவர் விவரித்து அதனுடைய சுமாரான ஒப்படர்த்தி எண், அணு எடை, அணுப் பருமன் ஆகியவைகளையும் நிர்ணயித்தார். சில ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர், லெகோக் தே புவாபோத்ரான் என்பவர் உண்மையிலேயே அந்த மூலகத்தைக் கண்டுபிடித்தார், மெந்தெலேயெவ் முன்கூட்டியே சொன்ன நிர்ணயிப்புகள் மிகச் சிறிய வித்தியாசத்தில் அதற்குப் பொருந்தின. எகா அலுமினியம் என்பது காலியம் (gallium) என ஆயிற்று (மேற்கூறிய நூல், 828ம் பக்கம்)⁶⁰. அளவு நிலை பண்பு நிலையாக மாறுபாடு அடைவது என்ற ஹெகலின் நியதியை உணர்வுபூர்வமாக அன்றியே அனுஷ்டித்ததினால் மெந்தெலேயெவ் விஞ்ஞானரீதியான அருஞ்செயலைச் சாதித்தார்; அது, அதுவரை அறியப்படாமல் இருந்த நெப்ட்யூன் கிரகத்தின் நீள்வட்டப் பாதையைக் கணித்த லெவெரியே என்பவரின் சாதனைக்கு ஒப்பாக வைக்கத் துணியலாம்.

மனிதச் சமுதாய வரலாற்றைப் போலவே உயிரியலிலும் அதே நியதி ஒவ்வொரு அடிக்கும் பொருந்துவதாகவே உள்ளது; ஆனால் நுட்ப விஞ்ஞானங்களிலிருந்தே இங்கு உதாரணங்கள் காட்ட விரும்புகிறோம்; ஏனெனில் இங்கு பரிமாணங்களை மிக நுட்பமாக அளவிடவும் சுவடுகண்டு செல்லவும் சாத்தியமாகிறது.

அளவு நிலை பண்பு நிலையாக மாறுபாடு அடைவது என்பதை மாயாவாதமென்றும் புரிய இயலாத கடந்த நிலைக்

கொள்கை (transcendentalism) என்றும் இதுவரை மறுத்து இகழ்ந்து வந்த அதே கனவான்கள் தற்போது அதை மிகத் தெளிவான, சாதாரண, சுய விளக்கமான ஏதோ ஒன்றுதான் என்றும், தாங்கள் நீண்ட காலமாகவே அனுஷ்டித்துவருகிறதொன்று எனவும், ஆகவே தங்களுக்குப் புதிதாக ஏதும் கற்றுத்தரப்படவில்லை எனவும் ஒருவேளை பிரகடனம் செய்யலாம். ஆனால், இயற்கை, சமுதாயம், சிந்தனை இவைகளின் வளர்ச்சியைப் பற்றிய பொதுவானதொரு நியதியைச் சொல்லத்தக்க சர்வவியாபக வடிதத்தில் முதன் முறையாக வரையறுத்தது என்பது எப்பொழுதுமே சரித்திர முக்கியத்துவத்துடன் விளங்கும் ஒரு செயலாகும். இந்தக் கனவான்கள் வருடக் கணக்கில் அளவு நிலையும், பண்பு நிலையும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுவதைத் தாங்கள் அறியாமலேயே செய்து கொண்டிருந்தனர் எனில், கடுகத்தனையும் உணராமல் ஆயுட்காலம் முழுவதும் உரை நடையிலேயே பேசிக் கொண்டிருந்த மொலியேரின் கதாபாத்திரமான திரு. ஜூர்தேன் என்பவருடன் அவர்களும் சேர்ந்து தங்களையும் சமாதானம் செய்து கொள்ள வேண்டியதே.⁶¹

இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்⁶²

பொருளினுடைய நிலைப்பாட்டின் பாணியாக, அதனுடைய உள்ளடங்கி நிற்கிற தன்மையாகக் கருதப்படுகிற இயக்கம், அதனுடைய மிகப் பொதுவான அர்த்தத்தில், சாதாரண இடப் பெயர்ச்சி முதல் சிந்தனைவரை பிரபஞ்சத்தில் நிகழ்கிற எல்லா மாற்றங்களையும் வளர்ச்சிப் போக்குகளையும் விரிவாகப் பொருள்படுத்துகிறது. இயக்கத்தின் தன்மையைப் பரிசீலிப்பதெனில் ஒரு போக்காக உயர்மட்டத்திலுள்ள சிக்கலான வடிவங்களை விளக்குவதின்மூலம் ஏதாவது சாதிப்பதற்கு முன்பு அது அடிமட்டத்திலுள்ள எளிய இயக்க வடிவங்களிலிருந்து தொடங்கி இவைகளைப் புரிந்துகொள்ளக் கற்றுக்கொள்ள வேண்டியதாயிருந்தது. ஆதலால், இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் சரித்திரப் பரிணாம வளர்ச்சியில், முதலாவதாக, வானுலகக் கோள்கள், பூவுலகக் கட்டிகள் இவைகளின் இயந்திரவியலான சாதாரண இடப் பெயர்ச்சிக் கோட்பாடு எவ்வாறு வளர்க்கப்பட்டது என்பதைக் காண்கிறோம்; இதைத் தொடர்ந்து மூலக்கூறுகளின் இயக்கக் கோட்பாடு, அதாவது பௌதிகவியலும், அதை நெருக்கமாகத் தொடர்ந்தும், ஏறக்குறைய அக்கம் பக்கமாகவும், சில இடங்களில் முன்னோடியும், அணுக்களின் இயக்க விஞ்ஞானமான இரசாயனவியலும் வளர்ந்தன. உயிரற்ற இயற்கையை ஆளுகிற இயக்க வடிவங்களைப் பற்றிய அறிவின் இந்த மாறுபட்ட கிளைகள் உயர்மட்ட வளர்ச்சியைப் பெற்ற பிறகே உயிர் வளர்ச்சிப் போக்கைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும் இயக்க மாற்றப் போக்குகளை விளக்க வெற்றிகரமாக முயற்சிக்க முடியும். இயந்திரவியல், பௌதிக

வியல், இரசாயனவியல் ஆகியவற்றின் அபிவிருத்தியுடன் அதுவும் நேர்விகிதத்தில் வளர்ந்தது. இதன் காரணமாக ஒரு விலங்கின் உடலில் தசை நார்கள் சுருங்குவதால் எலும்புகளான நெம்புகோல்கள் இயங்க வைக்கப்படுவதின் விளைவுகளை உயிரற்ற இயற்கையிலும் கூட செல்லுபடியாகிற நியதிகளுடன் இயந்திரவியல் ஏற்கனவே நீண்ட நேரம் திருப்திகரமாகப் பொருத்திப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, உயிரின் இதர நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களைப் பௌதிக இரசாயனவியல் ரீதியாக மெய்ப்படுத்துவது என்பது இன்னும் துவக்க நிலையிலேயே இருக்கிறது. ஆகையால்தான் இங்கு இயக்கத்தின் தன்மையைப் பரிசீலிக்கும் பொழுது இயக்கத்தின் உயிர்த்தன்மையுள்ள வடிவங்களை விலக்கிவைத்துவிட நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறோம். விஞ்ஞானத்தின் நிலையை அனுசரித்து உயிரற்ற இயற்கையின் இயக்க வடிவங்களின் அளவோடு நம்மை நாம் குறுக்கிக் கொள்ளும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறோம்.

வானுலகக் கோள்கள், பூவுலகக் கட்டிகள், மூலக்கூறுகள், அணுக்கள் அல்லது ஈதர் (ether) துகள்களின் இடப் பெயர்ச்சி இருப்பினும் ஏதாவது ஓர் இடப் பெயர்ச்சியுடன் இயக்கம் அனைத்தும் கட்டுண்டு கிடக்கிறது. இயக்க வடிவம் எவ்வளவு உயர்மட்டத்திலுள்ளதோ இந்த இடப் பெயர்ச்சியும் அவ்வளவு சிறிதாக உள்ளது. இது சம்பந்தப்பட்ட இயக்கத்தின் தன்மையை எவ்விதத்திலும் முடித்துவிடுவதில்லை, ஆனால் அது இயக்கத்திலிருந்து பிரிக்கப்பட முடியாததாகும். ஆகவே மற்றொதையும்விட இதை முதலில் பரிசீலிக்க வேண்டும்.

நாம் அணுக வழியிருக்கிற இயற்கை முழுவதும் ஓர் அமைப்பாக, வஸ்துக்களின் பரஸ்பரத் தொடர்புகள் உள்ள ஒரு மொத்தமாக, உள்ளது; வஸ்துக்கள் என்னும்போது விண்மீன்கள் முதல் அணுக்கள் வரை, உண்மையில் ஈதர் துகள்கள் வரை, கடைசியில் சொன்னது இருக்கிறது என ஒருவன் ஒப்புக் கொள்ளும் அளவிற்கு, பொருளாயதரீதியான நிலைநிற்புகள் பெற்றுள்ள எல்லாவற்றையுமே இங்கு அர்த்தப்படுத்துகிறோம். இந்த வஸ்துக்கள் பரஸ்பரத் தொடர்புகள் கொண்டவை என்றாலேயே அவை ஒன்றின்மீது

மற்றொன்று எதிர்ச்செயல் கொண்டுள்ளன என்பதும் அதில் அடங்கியுள்ளது; இந்தப் பரஸ்பர எதிர்ச்செயல்பாடே இயக்கமாகும். இயக்கமின்றிப் பொருள் என்று சிந்திக்கவே இயலாது என்பது இங்கு ஏற்கனவேயே தெளிவாகிவிட்டது. இத்துடன்கூடப் பொருள் எப்படிச் சிருஷ்டிக்கப்பட இயலாதோ அதைப்போலவே அழிக்கவும் முடியாத குறிப்பிட்டதொன்று எனில் இயக்கமும் அதைப்போலவே சிருஷ்டிக்கப்படவும் அழிக்கப்படவும் இயலாதது என்பதும் அதிலிருந்து தொடருகிறது. பிரபஞ்சம் என்பது ஓர் அமைப்பு, அது வஸ்துக்களின் பரஸ்பர இணைப்பு என்பது அங்கீகரிக்கப்பட்டவுடன் மேற்கூறிய முடிவு நிராகரிக்கப்பட முடியாததாகியது. இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் இந்த அங்கீகாரம் பயனுள்ள வழக்கிற்கு வருவதற்கு வெகுகாலத்திற்கு முன்னமேயே தத்துவவியல் அந்த அங்கீகாரத்திற்கு வந்துவிட்டது; இதனால் இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு இரு நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னமேயே தத்துவவியல் இயக்கத்தின் சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாததும் அழிக்கப்பட முடியாததுமான தன்மையைப் பற்றிய முடிவுக்கு எப்படி வந்தது என்பதை ஒருவன் புரிந்துகொள்ள முடியும். அது எந்த வடிவத்தில் இதைச் செய்ததோ அந்த வடிவமும் கூடத் தற்கால இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வரையறுப்பைவிட இன்னும் மேம்பட்டதாக உள்ளது. பிரபஞ்சத்தில் உள்ள இயக்கத்தின் அளவு (die Menge) எப்போதும் ஒன்றே என்கிற டேக்கார்ட்டின் தத்துவமும் கூட வரம்பற்ற பரிமாணத்தை வரம்புள்ள சொல்வடிவில் வெளியிட்ட அனுமானத் தவற்றை மட்டும் கொண்டுள்ளது. ஆனால் மறுபுறத்திலோ வெளியில் ஒரே நியதியின் இரண்டு சொல்வடிவங்கள் தற்போது இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் வழக்கில் உள்ளன: ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் என்பவரின் சக்தி (force)யின் அழியா நிலை விதி என்பதும் இதைவிடக் கரூரானதும் புதியதுமான ஆற்றலின் (energy) அழியா நிலை விதி என்பவைகளே. இவைகளில் ஒன்று மற்றொன்று சொல்வதற்கு நேர்முரணாகச் சொல்கிறது என்பதையும் மேலும் தொடர்பின் ஒரே ஒரு பக்கத்தை மட்டுமே இவ்விரண்டும் வெளியிடுகின்றன என்பதையும் நாம் பார்க்கப் போகிறோம்.

இரண்டு வஸ்துக்கள் ஒன்றின்மீது மற்றொன்று செயல்படும் பொழுது, அவைகளில் ஒன்று அல்லது இரண்டுமே இடப் பெயர்ச்சியானால் அப்பொழுது இந்த இடமாற்றம் என்பது ஒன்றை ஒன்று நெருங்கியதாக அல்லது ஒன்றிலிருந்து ஒன்று பிரிந்ததாக மட்டுமே இருக்கமுடியும். அவை ஒன்றை ஒன்று கவர்கின்றன அல்லது விலக்குகின்றன. அல்லது, இயந்திரவியல்வாதிகள் சொல்லுவது போல அவைகளிடையே செயற்படும் சக்திகள் மையரீதியானவை, அதாவது அவைகளுடைய மையங்களை இணைக்கும் நேர்கோட்டின் ஊடே செயல்படுகின்றன. இது நிகழ்கிறது என்பதும் பிரபஞ்சம் முழுவதிலும் விதிவிலக்கின்றி, பல இயக்கங்கள் எவ்வளவோ சிக்கலானவையாகத் தோற்றமளித்த போதிலும், இதுவே தான் நிலை என்பதும் தற்காலத்தில் நிச்சயமாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இரண்டு வஸ்துக்கள் ஒன்றின்மீது ஒன்று செயற்படும் பொழுது, அவைகளின் பரஸ்பரச் செயற்பாடு ஒரு தடங்கலினால் அல்லது மூன்றாவது ஒரு வஸ்துவின் ஆட்சியினால் எதிர்க்கப்படாத பொழுது, அவைகளிடையே உள்ள மிகக் குறுகிய நேரான பாதையில், அதாவது அவைகளின் மையங்களை இணைக்கும் நேர்கோட்டின் வழியேயன்றி வேறு பாதையில்,* இந்தச் செயற்பாடு நிகழ முடியும் என அனுமானிப்பது நமக்கு மடமையாகத் தென்படும். மையரீதியான செயற்பாடும் இயக்கத்தின் அளவு (Bewegungsmenge)⁶⁴ மாற்ற இயலாதது என்பதும் ஒன்றையொன்று நிர்ணயிக்கின்றன; மையரீதியான செயற்பாடு என்பதைக் கைவிட்டு வேறு ஒன்றை அனுமானித்தால் அது இயக்கம் சிருஷ்டிக்கப்பட அல்லது அழிக்கப்பட இயலும் என்ற விளைவுக்கே கொண்டு செல்லும்; இது ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் அவர்களால் கணித வியல்ரீதியாக மெய்ப்பிக்கப்பட்டது அனைவரும் அறிந்ததே

* கையெழுத்துப் படியின் ஓரத்தில் கீழ்க்கண்ட குறிப்பு பென்சிலில் எழுதப்பட்டுள்ளது: “இடப்பரப்பின் முப்பரிமாணங்கள், தூரத்தின் சதுரத்தை அனுசரித்து அதற்கு எதிர்விதித்ததில் கவர்ச்சி அல்லது விலக்கல் நிகழ்கிறது என்பதைச் சார்ந்திருக்கின்றன என்று காண்ட், 22ம் பக்கத்தில் [சொல்லுகிறார்].”⁶³—(ப-ர்.)

(“Erhaltung der Kraft,” பெர்லின், 1847, பிரிவுகள் I, II)⁶⁵. ஆதலால், இயக்கம் முழுவதின் அடித்தளமான வடிவம் என்னவெனில் நெருங்குவதும் பிரிவதும், சுருங்குவதும் விரிவதும்—சுருங்கக் கூறின், கவர்ச்சி, விலக்கல் ஆகிய பழைய தருவ எதிர் நிலைகளேயாம்.

கவர்ச்சி, விலக்கல் என்பனவற்றைச் “சக்திகள்” எனச் சொல்லப்படுபவைகளாக இங்குக் கருதக் கூடாது என்பதை வெளிப்படையாகவே குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். அதற்கு மாறாக அவற்றை இயக்கத்தின் எளிய வடிவங்களாக, கவர்ச்சி, விலக்கல் இவைகளின் ஐக்கியப்பாடே பொருள் என காண்ட் கருதியதைப் போல, கொள்ள வேண்டும். “சக்திகள்” எனில் என்ன பொருள் கொள்ளுவது என்பது பின்னால் எடுத்துக்காட்டப்படும்.

இயக்கம் அனைத்தும் கவர்ச்சி, விலக்கல் இவைகளின் பரஸ்பரச் செயற்பாட்டிலேயே அடங்கியுள்ளது. இருந்தாலும்கூட ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட கவர்ச்சியும் வேறெங்காவது அதை ஒத்த விலக்கல் சக்தியால் ஈடு செய்யப்பட்டால் மட்டுமே இயக்கம் சாத்தியமாகும். இல்லையெனில் காலப் போக்கில் ஒன்று மற்றொன்றைவிட மேலோங்கிச் சென்று பிறகு இயக்கம் முழுதும் இறுதியாக நின்றுவிடும். ஆகையால் பிரபஞ்சம் முழுவதிலும் உள்ள எல்லாக் கவர்ச்சிகளும் எல்லா விலக்கல்களும் ஒன்றையொன்று பரஸ்பரம் சமனப்படுத்தி நிற்க வேண்டும். பிரபஞ்சத்தில் நிகழ்கிற ஒவ்வொரு கவர்ச்சி இயக்கத்துக்கும் அதன் நிறைவுக்கூறாகச் சமான அளவில் விலக்கல் இயக்கமும் நிகழ வேண்டும், இவ்விரண்டின் பரஸ்பர நிலை மாறியும் நிகழ வேண்டும்; இவ்விதமாக இவ்வடிவத்திலேயே இயக்கத்தின் அழிக்கப்பட முடியாத, சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாத தன்மையைக் குறித்த நியதி வெளியிடப்படுகிறது; அல்லது பண்டைய தத்துவவியல்—சக்தி அல்லது ஆற்றலின் அழியா நிலை நியதியை இயற்கை விஞ்ஞானம் வரையறுப்பதற்கு வெகு காலத்திற்கு முன்பே—வெளியிட்ட பின்வரும் முறையில் இருக்கவேண்டும்: பிரபஞ்சத்திலுள்ள எல்லாக் கவர்ச்சிகளின் மொத்தத் தொகையும் எல்லா விலக்கல்களின் மொத்தத் தொகைக்குச் சமம்.

ஆனாலும் கூட, யதார்த்தத்தில் கவர்ச்சியும் விலக்கலும் ஒன்றையொன்று பரஸ்பரம் இறுதியாக ரத்து செய்து கொள்வதினாலேயோ அல்லது பொருளின் ஒரு பகுதியை ஒட்டு மொத்தமான விலக்கல் ஆட்கொண்டு மற்றொரு பகுதியை ஒட்டு மொத்தமான கவர்ச்சி ஆட்கொள்வதின் மூலமாகவோ ஏதாவதொரு காலத்தில் இயக்கம் முழுவதும் நின்று விடுவதற்கான இரண்டு சாத்தியக்கூறுகள் இங்கு உள்ளன போலத் தோன்றும். இயக்க இயல் கருத்தின்படி இந்தச் சாத்தியக்கூறுகள் ஆரம்ப முதலே விலக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு எதிரெதிரான துருவங்களின் பரஸ்பர, ஒன்றின்மீது ஒன்று நிகழும் செயற்பாட்டினாலேயே பொதுவாக எல்லாத் துருவ எதிர் நிலைகளும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்றும், இந்தத் துருவங்களின் பிரிவு நிலையும் எதிர்ப்பாடும் அவைகளின் பரஸ்பரத் தொடர்பு, ஐக்கியம் இவைகளுக்குள்ளேயே அடங்கி நிற்கிறது என்றும் மாற்றிச் சொல்லுவது எனில் அவைகளின் ஐக்கியம் அவைகளின் பிரிவிலும் அவைகளின் பரஸ்பர இணைப்பு அவைகளின் எதிர்ப்பாட்டிலும் நிலை நிற்கின்றன என்றும் இன்றைய வரை இயற்கையைப் பற்றிய நமது அனுபவத்தின் விளைவுகளை வைத்து இயக்க இயல் மெய்ப்பித்துள்ளது. இது ஸ்தாபிக்கப்பட்டதும் கவர்ச்சியும் விலக்கலும் இறுதியாக ரத்தாவது என்பதோ அல்லது இயக்கத்தின் ஒரு வடிவம் பொருளின் ஒரு பாதியையும் மற்றொரு வடிவம் மறு பாதியையும் இறுதியாகப் பிரிவினை செய்து கொள்வது என்பதோ ஒரு பிரச்சினையாக எழ இயலாது; இதன் விளைவாக இரண்டு துருவங்களின் பரஸ்பர ஊடுருவல்* என்பதும் முழுமையாகப் பிரிவது என்பதும் பிரச்சினையாக எழ முடியாது. முதல் வழக்கின்படி ஒரு காந்தச் சட்டத்தின் வட, தென் துருவங்கள் பரஸ்பரம் ஒன்றையொன்று ரத்து செய்து கொள்ள வேண்டுமெனவும் அல்லது இரண்டாவது வழக்கின்படி இரண்டு துருவங்களுக்கு நடுவே அதை இரண்

* பரஸ்பரம் சமமாக்கிக்கொள்கிற, ஒன்றையொன்று முறித்துச் சமனமாக்கிக்கொள்கிற அர்த்தத்தில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.— [ப-ர்.]

டாகத் துண்டித்தால் ஒரு புறம் தென் துருவமற்ற வட பாதியும், மறு புறம் வட துருவமற்ற தென் பாதியும் உண்டாக்கப்படும் என்று கோருவதற்குச் சமானமாக இருக்கும். இருந்த போதிலும் கூட எதிர்நிலையாக உள்ள துருவங்களின் இயக்க இயலிலிருந்து இப்படிப்பட்ட அனுமானங்கள் கிளம்பக் கிஞ்சிற்றும் சாத்தியமில்லையெனினும் இயற்கை விஞ்ஞானிகளை ஆட்கொண்டுள்ள இயக்க மறுப்பியல் சிந்தனை முறையின் விளைவாக இரண்டாவதாகக் கூறிய அனுமானம் பௌதிகச் சித்தாந்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாத்திரம் வகிக்கத்தான் செய்கிறது. இது இதற்குண்டான இடத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

கவர்ச்சி, விலக்கல் இவைகளின் பரஸ்பர செயற்பாட்டில் இயக்கம் எவ்வாறு வெளியாகிறது? இயக்கத்தின் தனித் தனி வடிவங்களிலேயே இதைச் சிறப்பாக நாம் பரிசீலிக்க இயலும். முடிவில், வஸ்துவின் பொது அம்சம் தானாகவே வெளிப்படும்.

மையக்கோளைச் சுற்றி வருகிற ஒரு கிரகத்தின் இயக்கத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். மையக்கோளின் ஈர்ப்புச் சக்தியும் இந்த ஈர்ப்பின் திசைக்குச் செங்குத்தாக உள்ள கோட்டின் வழியே அந்தக் கிரகத்தை ஓட்டுகிற புடைப் பெயர்ச்சி சக்தியும் ஆக இரு சக்திகளின் கூட்டுச் செயற்பாட்டின் விளைவாகவே கிரகத்தின் நீள்வட்டப் பாதை அமைகிறது எனச் சாதாரணப் பள்ளி வானியல் நியூட்டனை அனுசரித்து விளக்குகிறது. இவ்விதமாக, மையதிசையிலிருந்து செயற்படுகிற ஓர் இயக்க வடிவம் தவிர, இயக்கத்தினுடைய அல்லது "சக்தி" எனப்படுவதினுடைய மற்றொரு திசை இரு மையங்களையும் இணைக்கும் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாகச் செயற்படுவதாகவும் அது அனுமானித்துக் கொள்கிறது. இதன் மூலம், பிரபஞ்சத்திலுள்ள இயக்கம் அனைத்தும், ஒன்றின்மீது ஒன்று செயற்படுகிற வஸ்துக்களின் மையங்களை இணைக்கும் நேர்கோட்டின் வழியேதான் நிகழ்கிறது அல்லது ஒருவர் சொல்வது போல, மையத்திலிருந்து செயற்படுகிற "சக்தி"களால் நிகழ்கிறது என்ற மேலே குறிப்பிட்ட அடிப்படையான நியதிக்கு இது முரண்படுகிறது. மேலும், இதன்

மூலமாக, நாம் ஏற்கனவேயே கண்டதுபோல் இயக்கத்தைச் சிருஷ்டிப்பது, அழிப்பது என்ற முடிவுக்கு அவசியமாகவே கொண்டு செல்லக்கூடிய இயக்கத்தின் ஓர் அம்சத்தைத் தத்துவத்திற்குள் புகுத்தி இதனால் ஒரு சிருஷ்டிகர்த்தாவையும் முன்னூகித்துக் கொள்கிறது. ஆகையால், இந்த மர்மமான புடைப்பெயர்ச்சிச் சக்தி என்பதை மையத்திலிருந்து இயங்கும் சக்தியாக வடிக்க வேண்டியிருந்தது; இதைத் தான் காண்ட்-லாப்ளாஸ் இவர்களின் அண்டப் பிறப்புக் கோட்பாடு தத்துவம் செய்து முடித்தது. இந்தக் கருத்துப் படி சூரிய மண்டலம் முழுவதும், சுழன்று வந்த மிக நொய் மையான, வாயு ரூபமான திரட்சி, படிப்படியாகச் சுருங்கியதின் விளைவாகவே தோன்றியது என்பது பிரசித்தியான விஷயம். இந்த வாயுக் கோளத்தின் நடுக்கோட்டில்தான் சுழற்சி இயக்கம் மிக அதிகமாக இருக்கும் என்பது தெளிவு; தனிப்பட்ட வாயு வளையங்கள் தாங்களாகவே அந்தத் திரட்சியிலிருந்து வேறுபட்டு, உருத்திரண்டு கிரகங்கள், சிறு கிரகங்கள் முதலியவையாக மாறித் துவக்ககால சுழற்சியின் திசையில் மையத்தில் உள்ள கோளைச் சுற்றி வருகின்றன. தனிப்பட்ட வாயுத் துகள்களின் இயக்கத்திலிருந்தே இந்தச் சுழற்சி வழக்கமாக விளக்கப்படுகிறது. இந்த இயக்கம் எல்லாத் திசைகளிலும் நடைபெறுகிறது; ஆனால் இறுதியாக ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் கூடுதலான அளவு ஏற்பட்டுச் சுழற்சி இயக்கத்தின் தூண்டுகோலாக அமைகிறது; வாயுக் கோளம் படிப்படியாகச் சுருங்கச் சுருங்க இந்த இயக்கமும் வலுவடைகிறது. இந்தச் சுழற்சியின் உதயத்தைக் குறித்து என்ன அனுமானத் தத்துவம் மேற்கொள்ளப்பட்டபோதிலும், அவையனைத்தும் இந்தப் புடைப்பெயர்ச்சிச் சக்தியை ரத்து செய்து இதை மையத்திலிருந்து செயற்படுகிற இயக்கத்தினுடைய வெளியீட்டின் ஒரு விசேஷமான வடிவத்தில் கரையச் செய்கின்றன. கிரக இயக்கத்தின் மையத்திலேயே உள்ள ஓர் அம்சம், ஈர்ப்புச் சக்தியால், கிரகத்திற்கும் மையக்கோளுக்குமிடையே இருக்கிற கவர்ச்சிச் சக்தியால், பிரதிநிதித்துவப்படுத்தப்படுகிறது என்றால் அப்பொழுது மற்றோர் அம்சமான புடைப்பெயர்ச்சிச் சக்தி என்பது வாயுக்

கோளத்தின் தனிப்பட்ட துகள்களின் ஆரம்ப விலக்கல் சக்தியின், வடித்தெடுக்கப்பட்ட அல்லது மாற்றப்பட்ட வடிவத்தில், மிச்ச சொச்சமாகவே தோற்றமளிக்கிறது. இவ்விதமாகச் சூரிய மண்டலத்தின் ஆயுட்கால வளர்ச்சிப் போக்கு, கவர்ச்சி, விலக்கல் சக்திகளின் பரஸ்பர செயற்பாடாகத் தோற்றமளிக்கிறது; இதில் விலக்கல் சக்தி வெப்பத்தின் வடிவத்தில் கதிர்வீச்சு முறையில் அண்டவெளிக்குள் சென்று சூரிய மண்டலம் இவ்விதமாக அதை இழந்து விடும் போது கவர்ச்சி படிப்படியாக மேலோங்கிவிடுகிறது.

விலக்கல் சக்தி என இங்கு ஆராயப்படுகிற இயக்க வடிவம் நவீன பௌதிகவியல் “ஆற்றல்” எனப் பெயரிட்டுள்ள அதேதான் என்பது ஒரே பார்வையில் புரிந்துவிடும். சூரிய மண்டலம் சுருங்குவதாலும் அதன் விளைவால் இன்று அதில் அடங்கியுள்ள தனிப்பட்ட கோள்கள் பிரிந்துவிடுவதாலும் இந்த மண்டலம் “ஆற்றல்” இழந்துள்ளது; ஆரம்பத்தில் விலக்கல் சக்தியாக இருந்த இயக்கத்தின் மொத்த அளவில் (Bewegungsmenge) இம்மாதிரி இழக்கப்பட்டது 453/454 பங்கு என ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் அவர்களின் பிரசித்தி பெற்ற கணக்கீடு தெரிவிக்கிறது.

நமது பூமியின்மீதே உள்ள வஸ்துவின் உருவம் பெற்ற ஒரு கட்டியைத் தற்போது எடுத்துக்கொள்வோம். அது பூமியுடன் ஈர்ப்புச் சக்தியால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பூமி அதே விதமாகச் சூரியனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது; ஆனால் பூமியைப் போலன்றி அதற்குச் சுயேச்சையான கிரக இயக்கம் சாத்தியமில்லை. வெளிப்புறத் தூண்டுகையால் மட்டுமே அதை இயக்க வைக்க இயலும்; அப்போதும் கூட, அந்தத் தூண்டுகை நின்றவுடன் ஈர்ப்புச் சக்தியின் விளைவாகவோ அல்லது அத்துடன் அது இயக்கப்படுகிற சூழ்நிலையின் எதிர்ப்பும் சேர்ந்தோ அதன் இயக்கம் விரைவாக நிற்புநிலைக்கு வந்துவிடுகிறது. கடைசிப் பட்சமாகப் பார்க்கும் போது இந்த எதிர்ப்பும் கூட ஈர்ப்பின் ஒரு விளைவே; அது இல்லையெனில் பூமிக்கு அதன் மேல்பரப்பின்மீது எந்த எதிர்ப்புச் சூழ்நிலையும் எந்த வாயுமண்டலமும் இருக்க இயலாது. ஆகையால் பூமியின் மேல்பரப்பின்மீது நிகழ்கிற சுத்தமான

இடப் பெயர்ச்சி இயக்கத்தில் ஈர்ப்பு, அதாவது கவர்ச்சி, தீர்மானமாக மேலோங்கி நின்று இதனால் இயக்க உற்பத்தி என்பது இரண்டு கலை (Phase) களை வெளிக்காண்பிக்கிற—முதலில் ஈர்ப்பைத் தடுக்கிறதாகவும் பின் அதைச் செயற்பட அனுமதிக்கிறதாகவும், சுருங்கச் சொல்லின் எழும்பவும் விழவும் செய்கிறதான—ஒரு நிலை நமது கவனத்தை ஈர்க்கிறது.

இவ்விதமாக ஒரு புறம் கவர்ச்சிக்கும் மற்றொரு புறம் அதற்கு நேர் எதிராகச் செயற்படுகிற இயக்க வடிவத்திற்கும்—எனவே விலக்கல் வடிவமுள்ள இயக்கத்திற்கும்—நிகழ்கிற பரஸ்பரச் செயற்பாட்டை மறுபடியும் காண்கிறோம். ஆனால் பூவுலகத்துச் சுத்தமான இயந்திரவியல் துறையில் (திரட்சியும் ஓட்டும் பண்பும் குறிப்பிட்டதாக உள்ள கட்டிகளை ஆராயும் இந்த விஞ்ஞானம் இவ்விரு நிலைகளை மாற்ற முடியாதவை என எடுத்துக்கொள்கிறது) இந்த விலக்கல் வடிவம் தாங்கிய இயக்கம் இயற்கையில் நிகழ்வதில்லை. மலையுச்சியிலிருந்து பாறாங்கல் விழுவது அல்லது நீர் விழுவது எந்தப் பெளதிக இரசாயனச் சூழ்நிலைகளில் சாத்தியமாகின்றது என்பது இதன் செயல் துறைக்கு அப்பாற்பட்டதாகும். ஆதலால் நிலவுலகத்துச் சுத்தமான இயந்திரவியலில் விலக்கல் தன்மையுள்ள, மேலே தூக்குகிற இயக்கம் எனப்படுவது செயற்கையாக, மானுட சக்தி, மிருக சக்தி, நீர் அல்லது நீராவியின் சக்தி முதலியவற்றால், உற்பத்தி செய்யப்பட வேண்டும். கவர்ச்சி, ஈர்ப்பு, அல்லது அவர்கள் சொல்லுவது போல ஈர்ப்புச் சக்தி என்பதே மிக முக்கியமானது, உண்மையில் இயற்கையிலேயே அடிப்படையான இயக்க வடிவம் என்று இயந்திரவியல்வாதிகள் கருதுவதற்கு இந்தச் சூழ்நிலையே, இயற்கையான கவர்ச்சியைச் செயற்கையாக எதிர்க்க வேண்டும் என்ற அவசியமே, காரணமாக உள்ளது.

உதாரணமாக ஓர் எடையானது மேலே தூக்கப்பட்டு அது நேராகவோ அல்லது சரிவாகவோ விழும்போது இதர வஸ்துக்களுக்கு இயக்கத்தைப் பரிமாற்றுகிறது; அப்பொழுது இயந்திரவியலின் வழக்கமான கருத்துப்படி இயக்கப்

பரிமாற்றம் நிகழ்வது எடை மேலே தூக்கப்படுவதினால் அல்ல, ஆனால் ஈர்ப்புச் சக்தியினாலேயே என்பதாகும். எடுத்துக் காட்டாக, ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸ் இவ்விதம் கூறுகிறார்:

“உதாரணமாக, ஒரு பளுவினால் செயற்படுத்தப்படுகிற கடிகாரங்களில்... நமக்கு நன்கு பரிச்சயப்பட்ட மிக எளிய சக்தி, அதாவது ஈர்ப்பு என்பதே, உந்தும் சக்தியாகச் செயற்படுகிறது. இந்தப் பளு... கடிகார அமைப்பு முழுவதையும் இயங்கவைக்காமல் ஈர்ப்பின் இழுப்புடன் ஒத்து செயல்படமுடியாது”. ஆனால் அது கீழே இறங்காமல் கடிகார அமைப்பை இயங்கவைக்க முடியாது; அது எந்தக் கயிற்றிலிருந்து தொங்குகிறதோ அதிலிருந்து கயிறு முழுவதும் அவிழ்ந்துவிடும் வரை கீழே இறங்கிக்கொண்டே இருக்கும்: “அப்பொழுது கடிகாரம் நின்றுவிடுகிறது; ஏனெனில் பளுவின் செயல்திறன் தற்காலிகமாகத் தீர்ந்துவிட்டது. அதனுடைய எடை குறைவதோ அல்லது மறைவதோ என்பது நிகழவில்லை; பூமியினால் அதே அளவுக்கு ஈர்க்கப்படத்தான் செய்கிறது; ஆனால் அசைவுகளை உண்டாக்கக் கூடிய திறனை மட்டும் அது இழந்துவிட்டது.... இருந்தாலும் மனிதக் கையின் சக்தியைக் கொண்டு கடிகாரத்தைச் சுற்றி மறுபடியும் பளுவை மேலே தூக்கி நிறுத்த முடியும். இது நிகழ்ந்த உடன் அது தனது முந்திய செயல்திறனை திரும்பவும் பெற்று மறுபடியும் கடிகாரத்தை இயங்கவைக்க இயலும்.” (ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸ், “Populäre Vorträge”, II, 144-145ம் பக்கங்கள்.)

ஆகையால் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸின் கருத்துப்படி, கடிகாரத்தை இயங்கவைப்பது பளு மேலே தூக்கப்படுவதினால் விளைகிற செயல்திறனுள்ள இயக்கப் பரிமாற்றம் அல்ல, ஆனால் பளுவின் செயல்திறனில்லாத கனமே; இதே கனத் தன்மை, மேலே தூக்கப்படும்பொழுது தனது மந்த நிலையிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டும், கயிறு முழுவதும் அவிழ்ந்தபின் மந்த நிலைக்கே மறுபடியும் திரும்புவதாக இருந்தபோதிலும் அதுவேதான் காரணம். மேலே நாம் கண்டபடி நவீன கருத்தின்படி ஆற்றல் என்பது விலக்கலின் மற்றொரு சொல் வடிவம் மட்டுமே என்றால் இங்கு பழைய ஹெல்ம்ஹோல்ட்டீஸின் கருத்தின்படிச் சக்தி என்பது விலக்கலின் நேர் எதிரான கவர்ச்சியின் மற்றொரு சொல்வடிவமாகத் தோன்றுகிறது.

தற்போதைக்கு இதை இப்படியே பதிவு செய்து கொள்வோம்.

இருந்தாலும் பூவுலக இயந்திரவியலின் மாற்றப்போக்கு முடிவை அடையும் பொழுது, கனமுள்ள கட்டி முதலில் மேலே தூக்கப்பட்டு மறுபடியும் அதே உயரத்திற்குக் கீழே இறங்கிய பிறகு இந்த மாற்றப் போக்கின் உள்ளடக்கமாக இருந்த இயக்கம் என்ன ஆயிற்று? சுத்தமான இயந்திரவியலின்படி, அது மறைந்துவிட்டது. ஆனால் அது எவ்விதத்திலும் அழியவில்லை என்பது நமக்கு இப்போது தெரியும். ஒரு குறுகிய அளவுக்கு ஒலி அலைகளின் காற்று அதிர்வுகளாகவும் அதைவிடப் பெரிய அளவுக்கு வெப்பமாகவும்—இதில் ஒரு பகுதி எதிர்ப்புத் தன்மையுள்ள வாயு மண்டலத்திற்கு, ஒரு பகுதி கீழே இறங்குகிற வஸ்துவுக்கேயும், இறுதியாக எந்த நிலத்தின்மீது வந்து அது தங்குகிறதோ அதற்கு ஒரு பகுதியும் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்டு—அது மாற்றப்படுகிறது. கடிசார அமைப்பில் உள்ள தனித்தனியான உந்தும் சக்கரங்களுக்கு உராய்வு (frictional) வெப்ப வடிவத்தில் கடிசாரத்தின் பளு படிப்படியாகத் தனது இயக்கத்தை மாற்றிக் கொடுத்துள்ளது. ஆனால், வழக்கமாக இது இந்த முறையில் வெளியிடப்பட்ட போதிலும், கீழ் நோக்கி விழுகிற இயக்கம், அதாவது கவர்ச்சி, வெப்பமாக, எனவே விலக்கல் சக்தியின் ஒரு வடிவமாக, மாறவில்லை. அதற்கு நேர்மாறாக, ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் பொருத்தமாகக் கூறுவது போல, கவர்ச்சி, கனத்தன்மை, முந்திய நிலையிலேயே உள்ளது; மிகச் சரியாகச் சொல்லுவது எனில், கூடுதலாகிறது. பதிலாக, உயர்த்தப்பட்ட வஸ்துவுக்கு உயர்த்தப்படுவதின்மூலம் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட விலக்கல் சக்திதான் கீழே இறங்குவதின் மூலம் இயந்திரவியல் துறையில் அழிக்கப்பட்டு வெப்பமாகப் புது வடிவமெடுக்கிறது. கட்டிகளின் விலக்கல் மூலக்கூறுகளின் விலக்கலாக மாறுகிறது.

வெப்பம், ஏற்கனவே சொன்னபடி, விலக்கலின் ஒரு வடிவமாகும். திடமான வஸ்துக்களின் மூலக்கூறுகளை அது ஊசலாடும்படிச் செய்து அதன்மூலம் தனிப்பட்ட மூலக் கூறுகளின் இணைப்பைத் தளர்த்தி இறுதியாகத் திரவ நிலைக்கு

மாறும்படிச் செய்கிறது. திரவ நிலையிலும் கூட, வெப்பம் கூட்டப்படும் பொழுது, மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை அது மேலும் அதிகமாக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட டிகிரியில் அவை அந்தக் கட்டியிலிருந்து துண்டித்துக்கொண்டு ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் இரசாயன அமைப்பும் அதற்கு நிர்ணயிக்கிற வேக கதியில் சுதந்திரமாக அப்பால் போகின்றன. மேலும் வெப்பம் சேர்க்கப்படும் பொழுது, இந்த வேக கதி இன்னும் அதிகமாகி, மூலக்கூறுகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று மேலும் கூடுதலாக விலகிச் செல்லுகின்றன.

ஆனால், “ஆற்றல்” எனப்படுவதின் ஒரு வடிவமே வெப்பம்; இங்கும் அது விலக்கலுடன் ஒன்றுபட்ட தன்மையுள்ளதாகவே இருக்கிறது.

நிலையான மின்சாரம் (static electricity), காந்தம் சம்பந்தப்பட்ட தோற்றங்களில் கவர்ச்சியும் விலக்கலும் துருவ முனைகளுக்குப் பங்கிடப்பட்டுள்ளன. இயக்கத்தின் இந்த இரு வடிவங்களின் modus operandi* குறித்து என்ன அனுமானச் சித்தாந்தம் இயற்றப்பட்டாலும், யதார்த்த உண்மைகளின் காரணமாக, கவர்ச்சியும் விலக்கலும், நிலையான மின்சாரத்தால் அல்லது காந்தத்தால் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுத் தடங்கலின்றி அபிவிருத்தியடைந்ததால், முழுமையாகவே ஒன்றை யொன்று ஈடு செய்துகொள்கின்றன என்பதில் ஐயமிருக்க முடியாது; உண்மையில் அவைகளின் துருவப் பிரிவினைத் தன்மையிலிருந்து இது அவசியமாகவே தொடருகிறது. செயற்பாடுகளை முழுமையாக ஒன்றுக்கொன்று ஈடு செய்துகொள்ள முடியாத இரண்டு துருவங்கள் உண்மையில் துருவங்களாக இருக்க இயலாது; இயற்கையிலும் அப்படிப்பட்டவைகளை இதுவரை யாரும் சந்திக்கவுமில்லை. தற்போதைக்கு மின்கலனிலிருந்து உண்டாகிற மின்சாரத்தை ஒத்தி வைப்போம்; ஏனெனில் அதன் விஷயத்தில் மாற்றப் போக்கு என்பது இரசாயனரீதியான எதிர்செயல்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது; இதனால் மிகச் சிக்கலானதாகவும் உள்ளது. ஆகையால் அதைவிட இயக்கத்தினுடைய இரசாயன மாற்றப்போக்குகளையே பரிசீலனை செய்வோம்.

* செயற்பாட்டின் முறை.—(ப-ர்.)

நீர்வாயுவின் எடையில் இரண்டு பங்கும், பிராண வாயுவின் எடையில் 15.96 பங்கும் சேர்ந்து நீராவி உண்டாகும் போது 68,924 வெப்ப அலகுகள் அளவுள்ள மொத்த வெப்பம் அந்த மாற்றப்போக்கின் போது தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மாற்றிச் சொன்னால் நீராவியின் எடையில் 17.96 பங்கு இரசாயனரீதியாக உடைக்கப்பட்டு இரண்டு பங்கு நீர்வாயுவின் எடையாகவும் 15.96 பங்கு பிராண வாயுவின் எடையாகவும் மாற்றப்படுவது எனில் வெப்ப வடிவத்தில் அல்லது மின்னியக்க வடிவத்தில் 68,924 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமானமான அளவு இயக்கத்தை நீராவி அவைகளுக்குப் பரிமாற்றம் செய்தால் மட்டுமே அது சாத்தியமாகும். இதர எல்லா இரசாயன மாற்றப்போக்குகளுக்கும் இது செல்லத்தக்கதாகும். பெருவாரியான வழக்குகளில் சேர்க்கையின் போது இயக்கம் வெளியிடப்படுகிறது, உடைக்கப்படும் போது அது சேர்க்கப்பட வேண்டும். இங்கும் கூட ஒரு விதியாகவே இருப்பது: விலக்கல் சக்தி என்பது அதிகமாக இயக்கம் தாங்கிய அல்லது கூடுதலான இயக்கம் தேவைப்படுகிற மாற்றப்போக்கின் செயல்திறனுள்ள பகுதியாக உள்ளது; அதே பொழுதில், கவர்ச்சி என்பது செயல்திறனில்லாத பகுதியாக மிகுதி இயக்கத்தை உண்டாக்குவதாகவும் இயக்கத்தை வெளியிடுவதாகவும் உள்ளது. முழுமையாகப் பார்க்குங்கால் மூலகங்களின் சேர்க்கையின் போது ஆற்றல் கட்ட விழ்த்துவிடப்படுகிறது என்றும், சிதைவின்போது கட்டுக்குள் கொண்டுவரப் படுகிறது என்றும் நவீனத் தத்துவம் இதைக் குறித்து அறிவிக்கிறது. ஆகவே, இங்கு ஆற்றல் என்பது விலக்கல் சக்தி என மறுபடியும் ஆகிறது. ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு திரும்பவும் அறிவிக்கிறார்:

“இந்தச் சக்தியை (இரசாயன உறவு) ஒரு கவர்ச்சி சக்தி எனக் கருதலாம்.... மேலே தூக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பளுவின்மீது ஈர்ப்பின் உருவத்தில் பூமி எவ்வளவு வேலை புரிகிறதோ அதற்குச் சமானமான அளவில் கார்பன், பிராண வாயுவின் அணுக்களிடையே இயங்குகிற இந்தக் கவர்ச்சியின் சக்தியும் புரிகிறது.... கார்பன், பிராண வாயுவின் அணுக்கள் ஒன்றை நோக்கி மற்றொன்று ஓடி கார்போனிக் அமிலத்தை

உண்டாக்க ஒன்றுசேரும் பொழுது கார்போனிக் அமிலத்தின் புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட துகள்கள் மிகக் கடுமையான மூலக் கூறு இயக்கத்தில், அதாவது வெப்ப இயக்கத்தில், இருக்க வேண்டும்.... அவை பின்னால் தங்களது வெப்பத்தைச் சுற்றுச் சார்புகளுக்கு அளித்த பிறகு கூட அந்தக் கார்போனிக் அமிலத்தில் முழு கார்பனும் முழு பிராண வாயுவும் இத்துடன் சேர்ந்து எப்போதும் போல வலுவுடன் விளங்குகிற அவை இரண்டின் உறவும் நம்மால் இன்னும் பெறப்பட்டிருக்கும். ஆனால் இந்தக் கார்பனுடையவும் பிராண வாயுவினுடையவும் அணுக்கள் பலமாக ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டிக்கொண்டு பிரிக்கப்பட அனுமதிக்காததில் மட்டுமே இந்த உறவு வெளிப்படுகிறது.” (ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு. மேலே குறித்த நூல், 169ம் பக்கம்.)

முந்தியதைப் போலவே இதுவும் உள்ளது: இயந்திர வியலைப் போலவே இரசாயனவியலிலும் சக்தி என்பது கவர்ச்சியில் மட்டுமே அடங்கியுள்ளது, எனவே அது இதரப் பௌதிக வியல்வாதிகள் சொல்லுகிறதும் விலக்கலுடன் உடன்பாடான தன்மையுள்ளதுமான ஆற்றல் என்பதற்கு நேர் எதிரானது என்று ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு வலியுறுத்துகிறார்.

ஆக, இப்பொழுது, கவர்ச்சி, விலக்கல் என்ற இயக்கத்தின் எளிய அடிப்படையான வடிவங்கள் மட்டும் நம்மிடம் இல்லை, துணை வடிவங்களின் முழுத்தொடர் உள்ளது; இவைகளில் கவர்ச்சி, விலக்கல் இவற்றிடையே உள்ள எதிர் பாட்டிற்குள் சுற்றி மேல் ஏறுவதும் கீழே இறங்குவதுமான சர்வ வியாபகமான இயக்க மாற்றப்போக்கு நடந்துகொண்டே உள்ளது. இருந்தாலும், தோற்றத்தின் பல்வேறு உருவங்களையும் இயக்கம் என்கிற ஒரே சொல்வடிவத்தில் நமது மனதில் மட்டுமே நாம் புரிந்திருக்கவில்லை. அதற்கு நேர்மாறாகக் குறிப்பிட்ட சுற்றுச்சார்புகளில் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுவதின்மூலம் அவை ஒரே இயக்கத்தின் வடிவங்கள் என்பதை அவைகளே செயலில் நிரூபித்துள்ளன. கட்டிகளின் யாந்திரிக இயக்கம் வெப்பமாகவும், மின்சாரமாகவும், காந்த சக்தியாகவும் மாறுகிறது; வெப்பமும் மின்சாரமும் இரசாயனச் சிதைவாக உருமாறுகின்றன; இரசாயனச் சேர்க்கை மறுபடியும் வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் தோற்று

வித்து, பின்சொன்னதைக் கொண்டு காந்த சக்தியையும் உண்டாக்குகிறது; இறுதியாக வெப்பமும் மின்சாரமும் மறுபடியும் கட்டிகளின் யாந்திரீக இயக்கத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன. மேலும் ஒரு வடிவமுடைய இயக்கத்தின் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு அதை ஒட்டிய மிகச் சரியாக நிர்ணயிக்கப்பட்ட மற்றொரு வடிவத்தின் அளவு எப்போதுமே இருக்கிறவகையில் இந்த மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இன்னும், இயக்கத்தின் அளவை அளக்கிற அலகு எந்த இயக்க வடிவத்தால் உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதும், கட்டி இயக்கம், வெப்பம், மின்னியக்கச் சக்தி எனப்படுவது, அல்லது இர சாயன மாற்றப்போக்குகளில் உருமாற்றத்திற்கு உள்ளாகிற இயக்கம் இவைகளை அளக்க அது பயன்படுகிறதா என்பதும் நமக்கு இங்கு சிரத்தையுள்ள விஷயமல்ல.

1842 ஆண்டில் யூ. ரா. மாயர்* என்பவரால் ஸ்தாபிக்

* ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் தமது "Pop. Vortr.", II, 113ம் பக்கத்தில் டேக்கார்ட்டின் இயக்கத்தின் அளவுரீதியான மாறா நிலையைக் குறித்த கோட்பாட்டிற்கு இயற்கை விஞ்ஞானத்துறையில் ஆதாரங்கள் கண்டுபிடித்ததில் மாயர், ஜூல், கோல்ட்டிங் ஆகியோருக்கும், தமக்கும் குறிப்பிட்ட பங்கு உண்டு எனக் கூறுவதாகத் தெரிகிறது. "மாயர், கோல்ட்டிங் இவர்களைப் பற்றி ஏதும் அறியாமல் நானும் கூட அதே பாதையில் சென்றுகொண்டிருந்தேன்; எனது வேலை முடிவடையும் தருவாயில் மட்டுமே ஜூல் அவர்களின் பரிசோதனைகளை அறிந்தேன். குறிப்பிட்ட மாதிரியான ஆராய்வினிலிருந்து வடிக்கப்படக்கூடிய இயற்கையின் பல்வேறு மாற்றப்போக்குகளிடையே உள்ள எல்லா உறவுகளையும் தேடிக்கண்டுபிடிப்பதிலேயே விசேஷமாக எனது கவனம் ஈர்க்கப்பட்டிருந்தது. 1847ல் எனது ஆராய்ச்சிகளை— "Über die Erhaltung der Kraft" என்ற பெயர் தாங்கிய சிறு நூல் வடிவத்தில்—வெளியிட்டேன்.⁶⁶— "சக்தியின் அழியா நிலை" என்பதும் ஓர் அமைப்புக்குட்பட்டுள்ள பண்டங்களிடையே உள்ள சக்திகளின் மையரீதியான செயற்பாடு என்பதும் ஒரே விஷயத்தின் இரு மாறுபட்ட சொல்வடிவங்கள் என்கிற கணிதவியல் துறையில் மதிப்புமிக்க மேலே குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிக்கு மேற்பட்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட யாந்திரீக அமைப்பில் இருக்கிற ஜீவத்துடிப்புள்ள சக்திகள், இழுவைச் சக்திகள் ஆகியவற்றின் ஒட்டுமொத்தம் எப்போதும் மாறா நிலையிலிருக்கும் என்ற நியதி மேலும் திட்ட

கப்பட்டு, பின்னர் சர்வதேசரீதியாகவே பிரமாத வெற்றியுடன் வளர்க்கப்பட்ட "ஆற்றலின் அழியா நிலை"த் தத்துவத்தையே நாம் நமது அடித்தளமாகக் கொண்டுள்ளோம்; இந்தத் தத்துவம் தற்காலத்தில் உபயோகிக்கிற அடிப்படை யான கருத்துகளை இப்போது நாம் பரிசீலிக்க வேண்டும். "சக்தி" அல்லது "ஆற்றல்", "வேலை" என்பவைகளே அந்தக் கருத்துகள்.

தற்போது ஏறத்தாழப் பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டிருக்கிற நவீன கண்ணோட்டத்தின்படி விலக்கல் என்பதற்கு ஆற்றல் என்ற சொல்லே உபயோகிக்கப்படுகிறது என மேலே எடுத்துக்காட்டப்பட்டது; ஆனால் கவர்ச்சி என்பதற்குச் சக்தி என்ற சொல்லையே ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் பெரும்பாலாகப் பயன்படுத்துகிறார். ஒரு முக்கியமில்லாத மேலெழுந்த வாரியான வித்தியாசமாக இதை ஒருவர் கருதலாம், ஏனெனில், பிரபஞ்சத்தில் கவர்ச்சியும் விலக்கலும் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்துகொள்வதாலும் இதன்படி இந்த உறவின் எந்தப் பகுதியை நேர்நிலையாகவும் (positive) எந்தப் பகுதியை எதிர்நிலையாகவும் (negative) கொள்ளுவது என்பதில்—நேர்நிலை ஆப்ஸிஸ்களை (abscissae) ஒரு குறிப்பிட்ட கோட்டின்மீது உள்ள புள்ளிக்கு வலது பக்கத்தில் எண்ணுவதா அல்லது இடது பக்கத்தில் எண்ணுவதா என்பதில் மட்டும் முக்கியத்துவம் இல்லாததுபோல—சிரத்தையில்லை எனத் தோன்றலாம். இருந்தபோதிலும், இது முழுமையாகச் சரியல்ல.

மாக வரையறுக்கப்பட்டதற்குமேற்பட்டு 1847ல் இருந்த நிலைமையில் புதிதாக எதையும் அந்த நூல் கூறவில்லை. 1845ல் மாயர் வெளியிட்ட இரண்டாவது ஆய்வு அறிக்கைக்குப் பிறகு அது இதர எல்லா அம்சங்களிலும் மிஞ்சப்பட்டுவிட்டது. ஏற்கனவே 1842லேயே மாயர் "சக்தியின் அழியா நிலையை" ஸ்திரப்படுத்தினார்; 1847ல் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் பெற்றிருந்ததைவிட 1845ல் தமது புதிய நிலைப்பாட்டிலிருந்து மாயர் "இயற்கையின் பல்வேறு மாற்றப்போக்குகளிடையே உள்ள உறவுகளை"ப் பற்றிச் சொல்ல மிகச் சிறப்பான விஷயங்களைப் பெற்றிருந்தார்.⁶⁷ [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

ஏனெனில், முதலாவதாக, நாம் இங்குச் சம்பந்தப்பட்டிருப்பது பிரபஞ்சத்துடன் அல்ல, பூமியில் நிகழ்கிற தோற்றங்களை நாம் இங்கு பரிசீலிக்கிறோம்; இந்தத் தோற்றங்கள் சூரிய மண்டலத்தில் பூமியின் மிகச் சரியாக நிர்ணயிக்கப்பட்ட நிலையினாலும் பிரபஞ்சத்தில் சூரிய மண்டலத்தின் அதே மாதிரியான நிலையினாலும் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. இருந்தாலும் நமது சூரிய மண்டலம் ஒவ்வொரு விநாடியும் பிரம்மாண்டமான அளவு இயக்கத்தைப் புறவெளிக்குள் வெளிவிடுகிறது; அந்த இயக்கம் மிக வரையறுக்கப்பட்ட இயல்புள்ளது, அதாவது சூரிய வெப்பம், அதாவது விலக்கல் என்பதேயாகும். ஆனால் நமது பூமி சூரிய வெப்பத்தினால் மட்டுமே தன்மீது உயிர் வாழ்க்கையை அனுமதித்துள்ளது; இந்த வெப்பத்தில் ஒரு பகுதியை இயக்கத்தின் வேறு வடிவங்களாக மாற்றிய பிறகு தான் பெற்ற சூரிய வெப்பத்தை இறுதியாகக் கதிர் வீச்சு முறையில் பூமி புறவெளிக்குள் விடுகிறது. இதன் விளைவாக, சூரிய மண்டலத்திலும், எல்லாவற்றையும் விடப் பூமியில், விலக்கல் சக்தியை விடக் கவர்ச்சி கணிசமாக மேலோங்கி நிற்கிறது. சூரியனிலிருந்து கதிர் வீச்சு முறையில் நமக்கு விடப்பட்ட விலக்கல் இயக்கம் இல்லையெனில் பூமியின் மீது உள்ள இயக்கம் முழுவதும் நின்றுவிடும். சூரியன் நாளைக்குக் குளிர்ந்துவிடுமெனிலும் கூட, பூமியின் மீதுள்ள கவர்ச்சி, இதர புறநிலைகள் மாறவில்லையெனில், இன்றுள்ளதைப் போலவே இருக்கும், முன்பு போலவே 100 கிலோகிராம் எடையுள்ள கல் எங்கிருந்தாலும் 100 கிலோகிராம் எடையே இருக்கும். ஆனால் கட்டிகளுடையவும் மூலக்கூறுகள் அணுக்கள் இவைகளுடையவும் இயக்கம் முற்றிலும் நின்றுவிட்டதாக நாம் கருதக் கூடிய நிலைக்கு வரும். ஆகையால் இன்று பூமியின் மீது நிகழ்கிற மாற்றப்போக்குகளுக்கு, இயக்கத்தின் செயல்திறனுள்ள பகுதி கவர்ச்சியா அல்லது விலக்கலா, ஆக அது "சக்தியா" அல்லது "ஆற்றலா" என்பது அக்கறையில்லாத விஷயமாக எவ்விதத்திலும் இல்லை என்பது தெளிவு. அதற்கு நேர்மாறாக, பூமியின்மீது இன்று விலக்கலைவிடக் கவர்ச்சி தீர்மானமாக மேலோங்கி விட்டபடியால் அது முன்பேயே முற்றிலும்

செயல்திறனில்லாத நிலையை எய்திவிட்டது; செயல்திறனுள்ள இயக்கம் முழுவதற்கும் நாம் சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கிற விலக்கலுக்குத்தான் கடமைப்பட்டுள்ளோம். ஆதலால் நவீனக் கண்ணோட்டம் — இயக்க உறவின் தன்மையைக் குறித்துத் தெளிவில்லாமல் இருந்தாலும் கூட—பூமியில் நிகழ்கிற மாற்றப்போக்குகளின் விஷயத்திலும் முழு சூரிய மண்டலத்தின் விஷயத்திலும் ஆற்றலை விலக்கலாகக் கருதுவது சாராம்சத்தில் முற்றிலும் சரியே.

இயக்கத்தினுடைய உறவு முழுவதையும் "ஆற்றல்" என்ற சொல் மிகச் சரியாக வெளியிடுவதில்லை; ஏனெனில் அது ஓர் அம்சத்தை மட்டும், செயலை மட்டுமேயல்லாதது எதிர்ச்செயலையும் உள்ளடக்கிப் பொருள் படுவதில்லை. "ஆற்றல்" என்பது பொருளுக்கு ஏதோ புறம்பானதாக, அதில் நாட்டப்பட்டதொன்றாக அது தோற்றமளிக்கும் படிச் செய்கிறது. ஆனால் எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் "சக்தி" என்ற சொல்லுக்குப்பதில் அதுவே ஏற்கத்தக்கது.

மனித உடல் தனது சுற்றுச்சார்புக்குள் செயல்படுவதிலிருந்து சக்தி என்ற கருத்துப்பாங்கு வடித்தெடுக்கப்பட்டது என்பதை (ஹெகல் முதல் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ்வரை) அனைவரும் பொதுவாக ஒத்துக்கொள்கின்றனர். தசைநார் சக்தி என்றும், கைகளின் தூக்கும் சக்தி என்றும், கால்களின் தாண்டும் சக்தி என்றும், வயிறு குடல்கள் ஆகியவற்றின் ஜீரணிக் கும் சக்தி என்றும், நரம்புகளின் புலனுணர்வுச் சக்தி எனவும், சுரப்பிகளின் சுரக்கும் சக்தி எனவும் இவ்வாறாக நாம் பேசுகிறோம். வேறு வார்த்தைகளில் சொல்வதெனில் உடலின் செயற்பாட்டினால் விளைகிற ஒரு மாற்றத்தின் உண்மையான காரணத்தை வெளியிடுவதின்றும் காத்துக்கொள்ள ஒரு கற்பனைக் காரணத்தை, மாற்றத்தை யொத்த சக்தி எனப் படுவதை, புகுத்திவிடுகிறோம். பிறகு, இந்தச் செளகரியமான முறையைப் புற உலகத்திற்குள்ளும் கூடக் கொண்டு சென்று எத்தனைவித நிகழ்ச்சித் தோற்றங்கள் உள்ளனவோ அத்தனைவிதச் சக்திகளையும் சிருஷ்டித்துக்கொள்ளுகிறோம்.

ஹெகலின் காலத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானம் (பூவுலக, வானுலக இயந்திரவியலைத் தவிர்த்து) இந்தப் பாமர நிலை

யிலேயே இருந்து வந்தது; சக்திகளைக் குறிப்பிடப் பெரிதும் உபயோகிக்கப்படுகிற முறையை ஹெகல் மிகச் சரியாகவே தாக்குகிறார் (இந்தப் பகுதியை மேற்கோள் காட்ட வேண்டியது).⁸⁸ அதே மாதிரியாக மற்றொரு பகுதியில்:

“காந்தச் சட்டத்திற்கு ஓர் ஆன்மா இருக்கிறது” (தேலீஸ் சொல்லுவது போல) “என்பது (சொல்வது) அதற்குக் கவரும் சக்தி இருக்கிறது என்று சொல்வதைவிட மேல்; சக்தி என்பது ஒரு பண்பு; பொருளிலிருந்து பிரிக்கப்பட இயலுகிற அது பயனிலையாக முன்வைக்கப்படுகிறது — மறுபுறத்தில் ஆன்மா என்பது பொருளின் தன்மையுடன் ஒன்றி நிற்கிற இயக்கமாகிற அதுவேயாகும்.”⁸⁹ (“Geschichte der Philosophie”, I, 208ம் பக்கம்.)

சக்திகளைப் பற்றி இன்று நாம் அவ்வளவு இலகுவாகக் கருதுவதில்லை. ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் சொல்லுவதைக் கவனிப்போம்:

“ஓர் இயற்கை நியதியுடன் நமக்கு முழு பரிச்சயம் இருக்கிறது எனில் அது விதிவிலக்கின்றிச் செயற்பட வேண்டும் என்றும் நாம் கோர வேண்டும்.... இவ்விதம் ஒரு நியதி ஒரு புறநிலை விசை என நம் முன் நிற்கிறது; அதன்படி நாம் அதை ஒரு சக்தி என அழைக்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக ஒளி முறிவு நியதியை ஒளிபுகு பொருள்களின் ஒளிமுறிவுச் சக்தி என்றும் அதேவிதமாக இரசாயன உறவு நியதியை பல்வேறு வஸ்துக்களிடையே ஒன்றுக்கொன்று உள்ள உறவுச் சக்தி என்றும் அவைகளுக்குப் புற நிலைத்தன்மையை அளிக்கிறோம். இவ்விதமாக உலோகங்களின் தொடுநிலை மின்சக்தி என்றும், ஒட்டுப் பண்புச் சக்தி என்றும், நுண்குழாய்ச் (capillary) சக்தி என்றும் இவ்வாறாக நாம் பேசுகிறோம். சுற்றுச்சார்புகள் ஒரு வகையில் மிகச் சிக்கலாக உள்ள* இயற்கை மாற்றப் போக்குகளின் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட தொடரை மட்டும் முதலாவதாக அணைத்து நிற்கிற நியதிகளை இந்தப் பெயர்கள் புறநிலைத்தன்மை உள்ளனவாக்குகின்றன.... புறநிலைத்தன்மை உள்ளதாக்கப்பட்ட செயற்பாடு நியதியே, சக்தி.... சக்தியைப் பற்றிய நாம் நுழைத்துள்ள பொழிப்பான கருத்து நாம் யதேச்சையாகச் சிருஷ்டி செய்த நியதி அல்ல; ஆனால் அது நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களின் நிர்பந்தமானதொரு

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

நியதியேயாகும் என்பதைக் கூட்ட மட்டுமே செய்கிறது. ஆகவே இயற்கையின் நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களைப் புரிந்து கொள்வது, அதாவது அவைகளின் நியதிகளைக் கண்டுபிடிப்பது என்ற நமது கோரிக்கை மற்றொரு சொல் வடிவத்தை, அதாவது நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களின் காரணமாக உள்ள சக்திகளைத் தேடிச் காணுவது என்ற வடிவத்தை, தாங்குகிறது” (ஏற்கனவே மேற்கோள்காட்டியது, 189-191ம் பக்கங்கள். இன்ஸ்புருக்கில் 1869ல் நடைபெற்ற இயற்கைவாதிகளின் மகாநாட்டில் ஆற்றிய விரிவுரை).

முதலாவதாக, நமது அகநிலைத்தன்மையின்மீது சார்பற்றதான, ஆகவே முற்றிலும் புறநிலைத்தன்மையுள்ளதென ஏற்கனவே நிரூபிக்கப்பட்டுள்ள ஓர் இயற்கை நியதிக்குள் சக்தி என்ற சுத்தமான அகநிலைக் கருத்துப்பாங்கை நுழைப்பதெனில் அது “புற நிலைத்தன்மை உள்ளதாக்குவதற்கு” உண்மையிலேயே ஒரு விநோதமான முறையாகும். அதிகப்பட்சம் மிகக் கண்டிப்புள்ள ஒரு பழைய ஹெகலியவாதியே இவ்விதமானதைச் சொல்லத் தம்மை அனுமதித்துக்கொள்வார்: புதிய காண்ட்டியவாதியான ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் போன்ற வரல்ல. ஒரு நியதி ஸ்தாபிக்கப்பட்ட பிறகு அதுவோ, அதுனுடைய புற நிலைத்தன்மையோ அல்லது அதன் செயலின் புற நிலைத்தன்மையோ நாம் ஒரு சக்தியை இடைச் செருகுவதினால் கடுகத்தனையும் புதிய புற நிலைத்தன்மையைப் பெற்றுவிடுவதில்லை, இதுவரை நாம் முற்றிலும் அறியாத ஒரு சக்தியினால் அது செயற்படுகிறது என்கிற நமது அகநிலை உறுதிச் சொல் மட்டுமே அத்துடன் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆனாலும் இந்த இடைச் செருகலின் இரகசிய அர்த்தம் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் உதாரணங்கள் கொடுக்கத் தொடங்கியவுடன் வெளிப்படுகிறது; ஒளி முறிவு, இரசாயன உறவுக் கவர்ச்சி, தொடுநிலை மின்சாரம், ஒட்டுப் பண்பு, நுண்குழாய் செயல்பாடு என்று சொல்லி, இந்த நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களை ஆளுகிற நியதிகளைச் சக்திகள் என்று “புற நிலைத்தன்மையுள்ள” சீமான்கள் அந்தஸ்திற்கு உயர்த்துகிறார். “சுற்றுச் சார்புகள் ஒரு வகையில் மிகச் சிக்கலாக உள்ள இயற்கை மாற்றப் போக்குகளின் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட தொடரை மட்டும் முதலாவதாக அணைத்து நிற்கிற நியதிகளை இந்தப் பெயர்கள்

புறநிலைத்தன்மை உள்ளனவாக்குகின்றன.” இங்குதான் “புறநிலைத்தன்மை உள்ளதாக்கு”வதின் — உண்மையில் இது அகநிலைத்தன்மை உள்ளதாக்குவதே—பொருள் வெளி வருகிறது; நாம் அந்த நியதியை முற்றிலும் அறிந்துவிட்டோம் என்பதினால் அல்ல, ஆனால் விஷயம் அப்படி அல்ல என்பதினாலேயே. இந்த நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களின் “ஒரு வகை சிக்கலான சுற்றுச் சார்புகளை”ப் பற்றி நாம் இன்னும் தெளிவு பெறவில்லை என்பதினாலேயே சக்தி என்ற சொல்லில் அடிக்கடி புகலிடம் தேடுகிறோம். நியதியின் தன்மையைக் குறித்தும் அதன் செயல் முறையைக் குறித்தும் நமக்குள்ள அறிவையல்ல, அதற்குப்பதில் அறிவில் உள்ள குறைபாட்டைத்தான் இதன் மூலம் நாம் வெளிப்படுத்துகிறோம். இந்தப் பொருளில், இன்னும் விளக்கப்படாத ஒரு காரணத்தொடர்பின் சுருக்கமான சொல்வடிவமாக, ஓர் உபாயமான சொல்வடிவமாக, அது வழக்கிலுள்ள உபயோகத்திற்குச் செல்லுபடியாகும். இதற்கு மேற்பட்டதெல்லாம் தீமையிலிருந்து விளைவதாகும். பௌதிக நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களை ஒளி முறிவுச் சக்தி, தொடுநிலை மின்சக்தி இவ்வாறு ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் எவ்வளவு உரிமையுடன் விளக்குகிறாரோ அதே உரிமையுடன் மத்திய காலத்து நூற்புலமைவாதிகள் வெப்பநிலை மாறுதல்களை vis calorifica* என்றும் vis frigidificans** என்றும் சொற்களைச் சொல்லிக்கொண்டு, வெப்ப நிகழ்ச்சித் தோற்றத்தை ஆராய்வதின்மீதும் தங்களைக் காத்துக் கொண்டனர்.

இந்தப் பொருளிலும்கூட அது துரதிருஷ்டமானதே: ஏனெனில் அது எல்லாவற்றையும் ஒருதலைச்சார்பாகவே வெளியிடுகிறது. எல்லா இயற்கை மாற்றப்போக்குகளும் இருமுகத்தன்மை வாய்ந்தவை; செயல், எதிர்ச்செயல் என்ற குறைந்த பட்சம் இரண்டு செயல்தன்மையுள்ள பகுதிகளின் உறவை அடித்தளமாகக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் புற உலகத்தின்மீது மனித உடல் செயல்படுவதிலிருந்தும் பூவுலகத்து

* வெப்பத்தைச் சிருஷ்டிக்கும் சக்தி.—(ப-ர்.)

** குளிர்ச் செய்யும் சக்தி.—(ப-ர்.)

இயந்திர வியலிலிருந்தும் சக்தியைப் பற்றிய கருத்துப்பாங்கு தோன்றியிருப்பதினால் ஒரு பகுதி மட்டுமே ஜீவனுடனும் செயற்பாடு உள்ளதாகவும், மற்றொரு பகுதி மந்த நிலையில் ஏற்கும் தன்மை மட்டும் கொண்டதாகவும் உள்ள உட்பொருள் கொள்கிறது; எனவே அது ஆண், பெண் பாலாரிடையே உள்ள வித்தியாசத்தை, இன்னும் வெளிப்படுத்தப்படாத நிலையில், உயிர்ப்பற்ற பொருளுக்கும் விஸ்தரிப்பது என வரையறுக்கிறது. சக்தி செயற்படுகிற இரண்டாவது பகுதியின் எதிர்ச் செயல் அதிகப்பட்டசம் ஒரு மந்த நிலையான எதிர்ச்செயலாக, தடை (resistence)யாகத் தோற்றமளிக்கிறது. இப்பொழுது, சுத்தமான இயந்திரவியலுக்கு வெளியே அனேகத் துறைகளில் இந்தக் கருத்துப்பாங்கு அனுமதிக்கப்படலாம்; எடுத்துக் காட்டாக, இயக்கத்தை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்குச் சாதாரணமாக மாற்றுவதும் அதை அளவுரீதியாகக் கணிப்பதும் என்கிற விஷயம். ஆனால் இதைவிட அதிக சிக்கலான பௌதிக மாற்றப்போக்குகளில் இது ஏற்கனவே போதாது என்ற நிலை ஏற்பட்டாய்விட்டது; ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸின் உதாரணங்களே இதை ரூசுப்பிக்கின்றன. ஒளி முறிவுச் சக்தி என்பது ஒளிபுகு பண்டங்களில் இருப்பதைப் போல ஒளியிலேயே கூட அடங்கியுள்ளது. ஒட்டுப் பண்பு, நுண்குழாய்த் தன்மை இவைகளைப் பொறுத்தவரை திரவத்திலுள்ளதைப் போல திடவஸ்துவின் மேல்பரப்பிலும் “சக்தி” இடம் பெற்றுள்ளது என்பது உறுதி. எப்படி இருந்தாலும், தொடுநிலை மின்சாரத்தில் இது மட்டும் உறுதி: அதாவது இரண்டு உலோகங்களும் தங்கள் பங்கைச் செலுத்துகின்றன; மேலும் “இரசாயன உறவு” எங்காவது உள்ளது எனில் சேர்க்கை சேருகிற இரு பகுதிகளிலும் இடம் பெற்றுள்ளது. சக்தி என்றால் அதன் பொருள் என்ன என்று ஒருவன் உண்மையில் அறிந்துள்ள ஒரே விஞ்ஞானமான பூவுலக இயந்திரவியல் பொருட்படுத்துகிறபடி, பிரிந்து நிற்கிற இரண்டு சக்திகளைக் கொண்ட சக்தி, தனது எதிர்ச்செயலைத் தூண்டாத ஒரு செயல், அதே சமயத்தில், அதைத் தனக்குட்படுத்தியும், தன்னுட்கொண்டும் உள்ளதான செயல், ஒரு சக்தியே இல்லை. ஏனெனில், நிலவுலக இயந்திரவியலின் அடிப்படையான நிபந்தனைகள்

என்னவென்றால் முதலாவதாகத் தூண்டுகையின் காரணங்களை, அதாவது குறிப்பிட்டதொரு சக்தியின் தன்மையை, பரிசீலிக்க மறுப்பது; இரண்டாவதாக, சக்தியின் ஒருதலைச் சார்புள்ள தன்மையைப் பற்றிய கண்ணோட்டம்—காரணம், ஒரே தன்மையதான புவி ஈர்ப்புச் சக்தியால் அது எங்கும் எதிர்க்கப்படுகிறது; இதனால் வீழ்ச்சியின் நிலவுலக தூரத்துடன் ஒப்பு நோக்கினும் பூமியின் ஆரம் (radius) கணித வரம்பற்ற நிலைக்குச் (∞) சமானமாகவே இருக்கும் என்பதே.

ஆனால், ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் தமது “சக்திகளை” எவ்வாறு இயற்கையின் நியதிகளாகப் “புறநிலைப்படுத்து” கிறார் என்பதை மேற்கொண்டும் பார்ப்போம்.

1854ல் அவர் நடத்தியதொரு விரிவுரையில் (ஏற்கனவே மேற்கோள் காட்டியது, 119ம் பக்கம்) நமது சூரிய மண்டலம் உண்டான கோளவடிவ ஒளி முகிலில் துவக்க காலத்திலிருந்த “வினைபடும் சக்தியின் சேமிப்பை” அவர் பரிசீலிக்கிறார்.

“யதார்த்தத்தில், தன்னுடைய எல்லாக் கூறுகளிடையேயும் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள கவர்ச்சியின் பொதுவான சக்தியின் உருவத்தில் மட்டுமேயானாலும், இந்த அம்சத்தில் பிரம்மாண்டமான அளவுக்கு அதைச் சொத்தாகப் பெற்றது.”

இதில் எள்ளளவும் சந்தேகமில்லை. புறவெளிக்குள் திரும்பிப்பெற இயலாதவாறு வீசியெறியப்பட்ட வஸ்துவுடன் சேர்ந்து இழக்கப்பட்ட ஏதோ ஒரு நுண்ணிய அளவைத் தவிர இந்தப் புவி ஈர்ப்பு (gravity) அல்லது புவிப்பரப்பு ஈர்ப்புச் (gravitation) சொத்து முழுவதும் இன்றும் கூடச் சூரிய மண்டலத்தில் கடுகளவும் குறையாமல் உள்ளது என்பதிலும் எள்ளளவும் சந்தேகமில்லை. மேலும்:

“இரசாயன சக்திகள்கூட ஏற்கனவே இருந்து செயல்படவும் தயாராக இருந்திருக்கவேண்டும்; ஆனால் பலவகைக் கட்டிகள் நெருங்கிய தொடர்பு கொள்ளும் பொழுதுதான் அந்தச் சக்திகள் பலனுள்ளவையாக மாற முடியுமாதலால், அவை இயங்குவதெனில் அதற்கு முன்பே குளிர்ந்து கட்டியாகும் போக்கு (condensation) நடைபெற வேண்டியிருந்தது.” (120ம் பக்கம்.)

ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் மேலே கூறியபடி நாம் இரசாயனச் சக்திகளை, உறவுச் சக்திகளாக, எனவே கவர்ச்சியாகக் கொள்ளுவதெனில் அப்பொழுது நாம் சூரிய மண்டலத்திற்குள் உள்ள கவர்ச்சியின் இரசாயனச் சக்திகளின் மொத்தத் தொகை சற்றும் குறையாமல் இன்னும் உள்ளது என்றே மறுபடியும் கூற வேண்டியுள்ளது.

ஆனால், அதே பக்கத்தில் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் தமது கணக்கீடுகளின் முடிவுகளைக் கொடுக்கிறார்;

அதாவது சூரிய மண்டலத்தில் “துவக்க காலத்திலிருந்த இயந்திரவியல் சக்தியில் 454ல் ஒரு பகுதி மட்டுமே ஒரு வேளை இருக்கலாம்.”

இதிலிருந்து ஒருவன் என்ன பொருள் கொள்வது? சூரிய மண்டலத்தில் பொதுவானதும் இரசாயனத் துறையானதுமான கவர்ச்சிச் சக்தி இன்னும் எவ்விதக் குறைவுமின்றி உள்ளது. சக்தியின் வேறு வித உறுதியான தோற்றுவாயையும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் சொல்லவில்லை. எப்படி இருந்தாலும், ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் கருத்துப் பிரகாரம் இந்தச் சக்திகள் பிரம்மாண்டமான அளவு வேலை புரிந்துள்ளன. ஆனால், அதனால் அவை கூடியோ, குறைந்தோ விடவில்லை. முன் சொன்ன கடிக்காரத்தின் பளுவுக்கானதைப் போலவே சூரிய மண்டலம் முழுவதற்கும் அதில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலக் கூறுக்கும் ஆகும். “அதனுடைய எடை இழக்கப்படுவது மில்லை, குறைவதுமில்லை.” ஏற்கனவே குறிப்பிட்ட மாதிரி கார்பனுக்கும் பிராண வாயுவுக்கும் என்ன நேர்கிறதோ, அதுவேதான் எல்லா இரசாயன மூலகங்களுக்கும் செல்லுபடியாகிறது: ஒவ்வொன்றினுடைய குறிப்பிட்ட மொத்த அளவும் அப்படியே இருக்கிறது, “உறவின் மொத்தச் சக்தி எப்போதும் போலப் பெரும் அளவில் தொடர்ந்து நிலைநிற்கிறது”. அப்பொழுது நாம் இழந்ததுதான் என்ன? அவருடைய கணக்கீடுப்படி சூரிய மண்டலம் இன்னும் கூடச் செய்ய முடிகிறதைப் போல 453 மடங்கு அதிகமான பிரம்மாண்டமான வேலையைச் செய்கிற அந்தச் “சக்தி” எது? இதுவரை ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் எந்த விடையும் அளிக்கவில்லை. ஆனால் மேற்கொண்டு அவர் கூறுகிறார்:

“[ஆரம்பகாலக் கோளவடிவ ஒளிமுகிலில்] வெப்பத்தின் உருவில் மேற்கொண்டு சக்தி சேமிக்கப்பட்டிருந்ததா* என்பது நமக்குத் தெரியாது.” [120ம் பக்கம்.]

ஆனால், இதைச் சொல்ல நாம் அனுமதிக்கப்படுகிறோம் எனில் வெப்பம் ஒரு விலக்கல் “சக்தி”, ஆகவே புவி ஈர்ப்பு, இரசாயனக் கவர்ச்சி இந்த இரண்டினுடைய செயல்படும் திசைக்கு எதிராகவே செயல்படுகிறது; அவை கூட்டல் குறி (+) என்றால் இது கழித்தல் குறி (—) ஆகும். ஆகையால் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் கருத்துப்படி, பொதுவானதும் இரசாயன ரீதியானதுமான கவர்ச்சியே சக்தியின் ஆரம்பகால சேமிப்பு எனில் வெப்பம் என ஓர் மிகுதியான சேமிப்பு இருந்தாக வேண்டும்; ஆனால் அது சக்திச் சேமிப்புடன் கூட்டப்படுவதில்லை, அதற்குப்பதிலாக அதிலிருந்து கழிக்கப்படவேண்டும். இல்லையெனில் சூரியனின் வெப்பம், இந்தக் கவர்ச்சிக்கு நேர் எதிராகத் தண்ணீரை நீராவிமாக்கக் காரணமாகி அதை மேலெழும்படிச் செய்யும் பொழுது பூமியின் கவர்ச்சிச் சக்தியைப் பலப்படுத்த வேண்டி வரும்; அல்லது வெண்கடர் விட்டு சொலிக்கிற ஓர் இரும்புக் குழாய் வழியே நீராவி விடப்படும் பொழுது, பிராண வாயு, நீர் வாயு இவைகளின் இரசாயனக் கவர்ச்சியை அந்தக் குழாயின் வெப்பம் பலப்படுத்த வேண்டும்; ஆனால் அதற்குப்பதிலாக அதைச் செயலற்றதாகும்படிச் செய்கிறது. அல்லது, அதே விஷயத்தை வேறொரு முறையில் தெளிவுபடுத்துவது எனில் ஆரம் r ஆகவும், எனவே பருமன் $\frac{3}{4}\pi r^3$ ம் உள்ள ஒரு கோளவடிவ ஒளி முகிலின் வெப்ப நிலை t எனக் கொள்வோம். அதே கட்டியுடைய இரண்டாவதொரு கோளவடிவ ஒளிமுகில் மேலும் அதிக வெப்ப நிலையான T யும், மேலும் அதிகமான ஆரம் R ம் பருமன் $\frac{4}{3}\pi R^3$ ம் உள்ளதாகக் கொள்வோம். இப்போது இரண்டாவது ஒளிமுகில் ஆரம் R லிருந்து r க்குச் சுருங்கும் பொழுதுதான், அது T—t வித்தியாசத்தை ஒத்த அளவில் வெப்பத்தைப் புறவெளிக்குள் கதிர் வீச்சு முறையில் வெளி

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—[ப-ர்.]

யேற்றிய பிறகே அதனுடைய பௌதிக, இரசாயன, இயந்திரவியல் உள்ளிட்ட கவர்ச்சி முதலாவது ஒளிமுகிலுடன் சமானமான சக்தியுடன் செயல்பட முடியும் என்பது தெளிவாகிறது. ஆகவே, அதிக வெப்பமுள்ள ஒளிமுகில், குளிர்ந்துள்ள ஒளிமுகிலைக்காட்டிலும் காலங்கடந்தே குளிர்ந்து கட்டியாகும்; இதன் விளைவாக, ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸின் நிலைப்பாட்டிலிருந்து பார்க்கும்போது, குளிர்ந்து கட்டியாகும் செயல்பாட்டிற்குத் தடங்கலாக உள்ள வெப்பம் “சக்தியின் சேமிப்பிற்கு”க் கூட்டலாக இருக்காது, ஆனால் கழித்தலாகத்தான் இருக்கும். இயக்கத்தின் கவர்ச்சி வடிவங்களுடன், வெப்பவடிவத்தில் விலக்கல் இயக்கத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கூடிவரச் சாத்தியப்பாடு உண்டு எனவும், முன் சொன்னதின் ஒட்டு மொத்தம் அதிகமாகும் எனவும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் உத்தேசித்ததினால் கணக்கீட்டில் திட்டமான பிழை செய்துள்ளார்.

தற்போது இந்தச் “சக்தியின் சேமிப்பு” முழுவதையும்—சாத்தியப்பாடு உள்ளதையும் எடுத்துக்காட்டக் கூடியதையும்—ஒரே கணிதவியல் குறியீட்டின்கீழ் கொண்டுவந்தால் அப்பொழுது கூட்டல் என்பது சாத்தியமாகும். தற்காலிகமாக வெப்பத்தை மற்றோர் உருவத்தில் மாற்றி அதனுடைய விலக்கலுக்குப் பதில் சமமான கவர்ச்சியை அங்கு அமர்த்த முடியாததால், இந்த மாற்றத்தைக் கவர்ச்சியின் இரண்டு வடிவங்களைக் கொண்டு நாம் செய்ய வேண்டும். அப்பொழுது கவர்ச்சியின் பொதுவான சக்திக்குப் பதிலாக, இரசாயன உறவுக்குப் பதிலாக, வெப்பத்திற்குப் பதிலாக—இது ஏற்கனவே துவக்கத்திலேயே வெப்பமாக இருந்திருக்கச் சாத்தியப்பாடு உள்ளதால்—வாயுக் கோளம் பிரிந்து சுயேச்சையாகிற விநாடியில் அதில் இருந்த விலக்கல் இயக்கத்தின் அல்லது ஆற்றல் எனச் சொல்லப்படுவதின் ஒட்டுமொத்தத்தையே குறித்துக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. அவ்விதம் செய்வதினால், ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், “ஒளிமுகிலைப் போல் சிதறிய வஸ்துவிலிருந்து தோன்றிய, நமது அமைப்பில் உள்ள விண்கோளங்கள், அனுமானிக்கப்பட்டதுபோல, ஆரம்பத்தில் குளிர்ந்து கட்டியானதினால் வெளிப்பட்ட வெப்பத்தை”க்

கணக்கிட விரும்புகிற அவருடைய கணக்கீடும் கூடச் செல்லுபடியாகும். “சக்தியின் சேமிப்பு” முழுவதையும் இவ்விதம் வெப்பம், விலக்கலாக மாற்றிவிடுவதின்மூலம் “வெப்பத்தினுடைய சக்தியின் சேமிப்பு” என அனுமானிக்கிற ஒன்றையும் கூட்டிக்கொள்வதற்குச் சாத்தியப்பாட்டை அவர் உண்டாக்கிக்கொள்கிறார். வாயுக் கோளத்தில் துவக்கத்திலிருந்த முழு ஆற்றலிலும், அதாவது விலக்கலிலும், 453/454 பகுதி வெப்ப வடிவத்தில் புறவெளிக்குள் கதிர்வீச்சு முறையில் வெளியேற்றப்பட்டு விட்டது என, அல்லது, இன்னும் மிகச் சரியாக குறிப்பிடுவது எனில், இன்றைய சூரிய மண்டலத்திலுள்ள முழுக் கவர்ச்சியின் ஓட்டு மொத்தமும் அதில் இன்னும் கூட உள்ள முழு விலக்கலின் ஓட்டு மொத்தமும் 454:1 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன என அவருடைய கணக்கீடு உறுதியாகக் கூறுகிறது. ஆனால், அவருடைய விரிவுரைக்கு ருசுவாகச் சேர்க்கப்பட்ட அது, அதனுடைய வாசகத்தையே நேரடியாக முரண்படுத்தி நிற்கிறது.

சக்தியைப்பற்றிய கருத்துப்பாங்கு ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் போன்றதொரு பௌதிகவியல்வாதிக்கும் கூட இவ்வளவு கருத்துக் குழப்பத்தை உண்டாக்குகிறதெனில் கணிதவியல் ரீதியான இயந்திரவியலுக்கு அப்பால் செல்கிற எல்லா ஆராய்ச்சிப் பிரிவுகளிலும் விஞ்ஞானரீதியாகப் பயன்படுத்தப்பட அது முற்றிலும் தகாதது என்பதற்கு இதுவே சிறந்த ஆதாரமாகும். இயந்திரவியலில் இயக்கத்தின் காரணங்கள் குறிப்பிட்டவையாகக் கொள்ளப்படுகின்றன; அவற்றின் பிறப்பைப் பற்றி லட்சியம் செய்வதில்லை, அவற்றின் பலன்கள் மட்டுமே கணக்கிலெடுக்கப்படுகின்றன. ஆகையால், இயக்கத்தின் ஒரு காரணத்திற்குச் சக்தியென்ற சொல் பயன்படுத்தப்பட்டால் இயந்திரவியலுக்குச் சேதம் என்பதாக ஏதும் ஏற்படுவதில்லை; ஆனால் பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல் இவற்றிற்கும் இந்தச் சொல் மாற்றப்படுவது வழக்கமாகும் பொழுது குழப்பம் தவிர்க்க முடியாததாகும். இதை ஏற்கனவே நாம் கண்டோம், மேலும் அடிக்கடி காணப்போகிறோம்.

வேலை பற்றிய கருத்திற்கு அடுத்த அத்தியாயத்தைப் பார்க்க.

இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை⁷⁰

“மறுபுறத்தில், முழு உற்சாகமும், முழுப் புத்தி கூர்மையும், ஓரளவு உயர்வான இயற்கை விஞ்ஞான அறிவும் கூடப் பெற்றிருந்தாலும் கணிதவியல் ரீதியான இயந்திரவியலின் பயிற்சித் துறைக்குள் புகுந்து வராதவர்களுக்கு இந்தச் செயல் களத்தின் அடித்தளமான கருத்துகளை” (அதாவது, “வேலை பற்றியும், அதனுடைய மாற்ற முடியாத தன்மையைப் பற்றியும் உள்ள அடித்தளமான பௌதிகக் கருத்துகளை”) புரிந்து கொள்வது மிகக் கடினமாகத் தோன்றுகிறது இதுவரை எப்போதுமே கண்டுள்ளேன். இன்னும் கூட அவை மிக விசித்திரமான சூட்சுமக் கருத்துகள் என்பதும் மறுக்க முடியாததாகும். இ. காண்டிள் அறிவுக்கூடக் கஷ்டமில்லாமல் இவைகளைப் புரிந்து வெற்றி கண்டுவிடவில்லை; இவ்விஷயத்தைப் பற்றி லைப்னிட்டுஸுக்கு எதிராக அவர் விவாதிப்பது அதை நிரூபிக்கிறது.”

இவ்விதம் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் கூறுகிறார் (“Pop. wiss. Vortr.”, II, முன்னுரை).

இதன்படி இப்போது நாம் மிக அபாயகரமானதொரு களத்தில் புகத் துணிகிறோம்; “கணிதவியல் ரீதியான இயந்திரவியலின் பயிற்சித் துறை” வழியே வாசகரை இட்டுச் செல்லும் சுதந்திரத்தை அவ்வளவு செவ்வையாக நாம் ஏற்றுக்கொள்ள இயலாததால் இந்த அபாயம் இன்னும் அதிகரிக்கிறது. இருந்தாலும் இது கருத்துகளைப் பற்றிய பிரச்சினையாக இருப்பதால் கணிதவியல் கணக்கீடுகள் வரைக்குமாவது இயக்க இயல் ரீதியான சிந்தனை நம்மைக் கொண்டு செல்லக் கூடும்.

கீழ்நோக்கி விழுகிற பண்டங்களால் கடக்கப்படும் தூரங்கள் அவ்விதம் விழும்போது எடுக்கும் நேரங்களின் வர்க்கங்களுக்கு (squares) தகவுப் பொருத்தமுள்ளவையாகும் என்கிற கீழ்நோக்கிய வீழ்ச்சியின் நியதியை கலிலியோ ஒரு புறத்தில் கண்டுபிடித்தார். மறுபுறத்தில், மாறா நிலையிலுள்ள கட்டிக்கு இயக்கத்தின் அளவு நேர் வேகத்துடன் தகவுப் பொருத்தம் உள்ள வகையில் ஒரு வஸ்துவின் இயக்க அளவு (அதன் impeto அல்லது momento*) கட்டியாலும், நேர் வேகத்தாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்ற அவ்வளவாக ஒத்தியல் பில்லாத கருத்தை—இதை நாம் பின்னால் பார்க்கிறோம்—அவர் முன்வைத்தார். இரண்டாவதாகச் சொன்ன கருத்தை டேக்கார்ட் ஏற்றுக்கொண்டு அசைவில் உள்ள ஒரு வஸ்துவின் கட்டி, நேர் வேகம் இவைகளுடைய பெருக்கற்பலனை அதன் இயக்கத்தினுடைய அளவையாக மிகப் பொதுவில் ஏற்படுத்தி வைத்தார்.

நெகிழ்ச்சியுள்ள விசைப் பயனின் போது கட்டிகள், அவைகளின் நேர் வேக வர்க்கங்கள் இவற்றின் பெருக்கற்பலனின் ஒட்டுமொத்தம் விசைப் பயனுக்கு முன்பும் பின்பும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் உள்ளது எனவும், ஓர் அமைப்பிற்குள் ஐக்கியப்படுத்தப்பட்டுள்ள வஸ்துக்களின் இயக்கம் சம்பந்தப்பட்ட இதர பல வழக்குகளிலும் அதே மாதிரியான நியதி செல்லத்தக்கதாக உள்ளது எனவும் ஹூயிகென்ஸ் என்பவர் முன்னமேயே கண்டுபிடித்தார்.

டேக்கார்ட்டின் இயக்க அளவை கீழ்நோக்கிய வீழ்ச்சியின் நியதிக்கு முரணாக உள்ளது என்பதை முதலில் உணர்ந்தவர் லைப்னிட்ஸ். மறுபுறம் பல வழக்குகளில் டேக்கார்ட்டின் அளவை சரியாகவே இருந்தது என்பதையும் மறுக்க இயலவில்லை. இதன்படி லைப்னிட்ஸ் அசையும் சக்திகளை இறந்த சக்திகள் எனவும், ஜீவனுள்ள சக்திகள் எனவும் பகுத்தார். இறந்த சக்திகள் ஓய்வு நிலையிலுள்ள வஸ்துக்களின் “உந்துகள்” அல்லது “இழுப்புகள்”; அந்த வஸ்து ஓய்வு நிலையிலிருந்து இயக்க நிலைக்கு மாறிச் செல்ல வேண்டுமென்றால் அது

* அதன் தூண்டுகை அல்லது இயக்க அளவு.—(ப-ர்.)

அசைவதற்குரிய கட்டி நேர்வேகம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனை அவற்றின் அளவையாகும். மறுபுறத்தில் கட்டி, நேர் வேகத்தின் வர்க்கம் இவைகளின் பெருக்கல்பலனை வஸ்துவினுடைய உண்மையான இயக்கத்தின், ஜீவ சக்தியின், அளவை எனவும் அவர் முன்வைத்தார். இயக்கத்தினுடைய இப்புதிய அளவையை அவர் கீழ்நோக்கிய வீழ்ச்சியின் நியதியிலிருந்து நேரடியாகவே வடித்தார்.

“ஒரு பவுண்டு எடையுள்ள வஸ்துவை நான்கு அடி உயரத்துக்குத் தூக்க எவ்வளவு சக்தி தேவைப்படுகிறதோ அதே அளவுதான் நான்கு பவுண்டுகள் எடையுள்ள வஸ்துவை ஓர் அடி உயரம் தூக்கவும் தேவைப்படுகிறது; ஆனால் நேர் வேகத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளவாறு தூரங்கள் உள்ளன, ஏனெனில், ஒரு வஸ்து நான்கு அடி கீழ்நோக்கி விழும் போது ஒரே ஓர் அடி விழுவதால் பெறக்கூடிய நேர் வேகத்தைப் போல இரட்டிப்பான மடங்கு பெறுகிறது. இருந்த போதிலும், எந்த உயரத்திலிருந்து விழுந்தனவோ அதே உயரத்திற்கு மேலே எழுவதற்கான சக்தியை வஸ்துக்கள் விழும் போது பெறுகின்றன; ஆகவே சக்திகள் நேர் வேகத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளவாக இருக்கின்றன” என்று லைப்னிட்ஸ் தீர்மானித்தார் (சூடெர், “Geschichte der mathematischen Wissenschaften”, II. 367ம் பக்கம்.)⁷¹

ஆனால், இயக்கத்தின் மொத்த அளவின் மாறா நிலை என்ற டேக்கார்ட்டின் நியதிக்கு இயக்கத்தின் அளவை mv என்பது* முரணாக உள்ளது, ஏனெனில், அது உண்மையிலேயே செல்லத்தக்கது எனில் இயற்கையில் உள்ள சக்தி (அதாவது இயக்கத்தின் மொத்த அளவு) தொடர்ந்தாற்போல் கூடவோ குறையவோ செய்யும் என மேலும் அவர் காண்பித்தார். அவர் ஒரு ஆய்கருவியையும் கூட (“Acta Eruditorum”, 1690) பிரஸ்தாபித்து mv அளவை சரியானது எனில் அது சக்தி தொடர்ந்தாற் போலக் கூடிவரும் வகையில் perpetuum mobile என்ற நிரந்தரமாக இயங்கும் கருவியாகக் கட்டாயம் செயல்படும் எனவும் தெரிவித்தார்; ஆனால் இது அபத்த

* முறையே கட்டி, நேர்வேகம் ஆகியவற்றின் ஆங்கிலச் சொற்களான Mass, Velocity ஆகியவற்றின் முதலெழுத்துக்கள்.—(ப-ர்.)

மாகும்.⁷² சமீபத்தில் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் இவ்வகை வாதத்தை அடிக்கடி மறுபடியும் பயன்படுத்துகிறார்.

டேக்கார்ட்டின் ஆதரவாளர்கள் இதை முழு மூச்சுடன் ஆட்சேபித்தனர்; பிரசித்தி பெற்ற வாதப் போர் பல்லாண்டு கள் நடைபெற்றது; இதில் காண்ட்கூட விஷயத்தைத் தெளிவாகப் பார்க்காமல் தமது முதல் நூல் ("Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte", 1746)⁷³ மூலமாகப் பங்கு பற்றினார். இன்றையக் கணிதவியல்வாதிகள் அந்த "மலட்டுத்தனமான" வாதப் போரை ஓர் அளவுக்கு இகழ்ச்சியுடன் நோக்குகின்றனர்; அது

"நாற்பதாண்டுகளுக்கு மேலாக நடைபெற்று ஐரோப் பிய கணிதவியல்வாதிகளை இரண்டு எதிரெதிரான முகாம்க ளாகப் பிரித்துக் கடைசியாக டலம்பேர் தமது "Traité de dynamique" (1743) என்ற நூலின் வாயிலாக இந்தப் பயனற்ற சொல் தகராறுக்கு* — இது அதைத் தவிர வேறு ஒன்று மல்ல—ஓர் அரசக் கட்டளையைப் போல முற்றுப்புள்ளியிட டார்". (சூடெர், முன் மேற்கோள் காட்டியது, 366ம் பக்கம்.)

டேக்கார்டைப் போன்ற ஒருவரை எதிர்த்து லைப்னிட் லைப் போன்ற ஒருவரால் துவக்கிவிடப்பட்டு, காண்ட் போன்ற ஒரு மனிதர் பெரிய பருமன் கொண்ட தமது முதல் நூலையே அதற்கு ஒதுக்கக் கூடிய அளவுக்கு அவருடைய நேரத்தையும் ஈர்த்தது என்றால் அது பயனற்ற சொல் தகராறை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்ட சர்ச்சையாக இருக்க முடியாது என்று தோன்றும். மெய்யாகவே, ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் நேர் வேகத்துடனும் மற்றொரு சந்தர்ப்பத்தில் நேர் வேகத் தின் வர்க்கத்துடனும் தகவுப் பொருத்தமுள்ளதாக இயக் கத்திற்கு இரண்டு முரண்பட்ட அளவைகள் உள்ளன என்று எவ்வாறு புரிந்துகொள்வது? சூடெர் தம்மைப் பொறுத்த வரை விஷயத்தை இலகுவாக்கிக்கொண்டார்;

இரு சாராரும் சரி, இரு சாராரும் தவறு என்று அவர் கூறுகிறார். "இருந்தபோதிலும், 'ஜீவ சக்தி' என்ற சொல் எப்படியோ இன்றுவரை காலம் தள்ளிவிட்டது; ஆனால்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

இனி மேற்கொண்டு சக்தியின் அளவையாக அது பணி புரிய இயலாது*, ஆனால், கட்டி, நேர் வேக வர்க்கத்தின் பாதி இவற்றின் பெருக்கற்பலனை—இயந்திரவியலுக்கு அவ்வளவு முக்கியத்துவமுள்ள அந்தப் பெருக்கற்பலனை — வெளிப் படுத்த வழக்கிலுள்ள ஒரு சொல் மட்டுமே அது." [368ம் பக்கம்.]

இதிலிருந்து இயக்கத்தின் அளவையாக mv நீடிக்கிறது எனவும், ஜீவசக்தி $\frac{mv^2}{2}$ என்றதின் மற்றொரு சொல் வடிவமே எனவும், இந்தச் சூத்திரம் உண்மையில் இயந்திரவியலுக்கு மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது எனவும், ஆனால் தற்போது அதற்கு என்ன முக்கியத்துவம் உள்ளது என்பதைக் குறித்து உறுதியாகவே தெரியாது எனவும் நாம் அறிகிறோம்.

டலம்பேரின் விமோசனமளிக்கிற "Traité de dynamique"⁷⁴ நாம் இப்போது எடுத்துக்கொண்டு அவரது "அரசக் கட்டளையை" உற்றுநோக்குவோம்; அது முகவுரையிலே காணப்படுகிறது.

"L'inutilité parfaite dont elle est pour la mécanique"^{**} என்கிற காரணத்தால் மூல வாசகத்தில் அந்தப் பிரச்சினையே எழுவதில்லை என அது கூறுகிறது. [XVIIம் பக்கம்.]

சுத்தமான கணிதவியலீதியான இயந்திரவியலுக்கு இது மிகச் சரியே. ஏனெனில் மேலே சூடெர் விஷயத்தைப் போல அதில் குறி பெயர்களாக உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ள சொற்கள் அல்லிப்ரா சூத்திரங்களுக்குரிய சொல்வடிவங்களாக, பெயர்களாக, மட்டுமே உள்ளன; அந்தப் பெயர்களைக் குறித்துச் சிந்திக்காமல் இருத்தலே நலம்.

இருந்தாலும்கூட அவ்வளவு முக்கியமான பிரமுகர்கள் இந்த விஷயத்திலே நாட்டம் கொண்டாவிட்டதால், முகவுரையில் அதைப் பற்றிச் சுருக்கமாகப் பரிசீலிக்க அவர் விரும்புகிறார். அசையும் வஸ்துக்களின் சக்தி என்றால் தடங்கல்களை

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** இயந்திரவியலுக்கு முழுமையாகவே அது பயனற்றிருக்கிறது.—(ப-ர்.)

வென்று மேற்செல்லும் அல்லது அவைகளை எதிர்க்கும் பண்பே என்று புரிந்துகொள்வது சிந்தனைத் தெளிவுக்கு அவசியம். இதிலிருந்து சக்தி என்பதை mvயினாலோ mv²யினாலோ அளக்கக் கூடாது, தடங்கல்களினாலும் அவை காட்டுகிற எதிர்ப்புகளாலும் மட்டுமே அளக்க வேண்டும்.

மேலும், மூன்றுவகைத் தடங்கல்கள் உள்ளன என அவர் கூறுகிறார்; (1) கடக்க முடியாத தடங்கல்கள், இவை இயக்கத்தைப் பூரணமாக அழித்துவிடுகிற காரணத்தாலேயே அவைகளைப் பற்றி இங்குக் கணக்கிலெடுக்க வேண்டிய தில்லை; (2) இயக்கத்தைத் தடுத்து நிறுத்துகிற, அதுவும் அவ்விநாடியிலேயே நிறுத்துகிற, அளவுக்கு மட்டுமே எதிர்ப்புச் சக்தித் தடங்கல்கள்: சமன நிலை வழக்கு; (3) இயக்கத்தைப் படிப்படியாக மட்டும் நிறுத்துகிற தடங்கல்கள்: வேகம் தணிக்கப்படுகிற இயக்கம் [XVII—XVIIIம் பக்கங்கள்]. “இரு வஸ்துக்களின் கட்டிகள், அவைகளின் யதார்த்தமான நேர் வேகங்கள்,—அதாவது, அவை அசைவதற்கு இயக்கம் காண்பிக்கிற நேர்வேகங்கள் இவைகளின் பெருக்கற்பலன்கள் இருபுறமும் சம அளவு இருக்குமாயின் அவ்வஸ்துக்கள் சமனநிலையில் இருக்கும் என்பதை அனைவரும் ஒத்துக்கொள்வர். இதனால் சமனநிலை என்பதில் கட்டி, நேர் வேகம் இவைகளின் பெருக்கற்பலன் அல்லது, வேறுவிதமாகச் சொன்னால், இயக்கத்தின் தொகை சக்தியைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்த முடியும். வேகம் தணிக்கப்படுகிற இயக்கத்தில் நேர் வேகத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தகவுப் பொருத்தத்தில், கடக்கப்படுகிற தடங்கல்களின் எண்ணிக்கை உள்ளது என்பதையும் கூட எல்லோரும் ஒத்துக்கொள்வர்; எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வஸ்து ஒரு குறிப்பிட்ட நேர் வேகத்தில் ஒரு ஸ்பிரிங்கை அழுக்குகிறது என்றால் அது இரண்டு மடங்கு நேர் வேகத்தில் ஒரே சமயத்தில் அல்லது ஒன்றையடுத்து மற்றொன்றாக இரண்டல்ல முதலாவதைப் போன்ற நான்கு ஸ்பிரிங்குகளையும் மும் மடங்கு நேர்வேகத்தில் ஒன்பதையும் இவ்வாறாக அழுக்க முடியும். இதைக் கொண்டு, “ஐவசக்தியின் ஆதரவாளர்கள்” (லைப்னிட்ஸ் வாதிகள்) “உண்மையில் இயக்கத்திலுள்ள வஸ்துக்களின் சக்தி பொதுவாகக் கட்டி, நேர் வேக வர்க்கம் இவற்றின் பெருக்கற்பலனுக்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளது எனத் தீர்மானிக்கிறார்கள். வாதத்தில் ஒருவன் தெளிவான கண்ணோட்டங்களையே உபயோகிக்க விரும்புகிறான் எனில், சக்தி என்ற சொல்லுக்குத் தடங்கலைக் கடப்பது அல்லது அதை எதிர்ப்பது என்பதில் உண்டாகிய விளைவு மட்டுமே என்று ஒருவன் புரிந்துகொள்ள வேண்டிய பொழுது

சமனநிலையிலும் வேகம் தணிக்கப்படுகிற இயக்கத்திலும் சக்திகள் வித்தியாசமாகவே அளவிடப்படுவதில் அடிப்படையிலேயே என்ன சங்கடம் இருக்க முடியும்?” (முன்னுரை, XIX—XXம் பக்கங்கள், முதல் நூற்பதிப்பு.)

ஒரே சக்தி இருவகையாக அளவிடப்படுவது என்பதில் உள்ள முரண்பாட்டை இவ்வளவு இலகுவாகத் தாண்டிப் போக முடியாது என்பதை உணரத்தவறுகிற ஒரு தத்துவவியல்வாதி டலம்பேர் அல்ல. ஆகையால், லைப்னிட்ஸ் ஏற்கனவே சொன்னதையே சாராம்சத்தில் திருப்பிச் சொல்லி விட்டு — அவருடைய *équilibre** என்பது லைப்னிட்ஸின் “இறந்த உந்துகளை” தவிர வேறு ஒன்றும்ல்ல—திடீரென அவர் டேக்கார்ட் ஆதரவாளர்களுடன் சேர்ந்துகொண்டு கீழ்கண்ட வழியைக் கண்டுபிடிக்கிறார்:

பெருக்கற்பலனான mv சக்தி அளவையாக வேகம் தணிக்கப்படுகிற இயக்கத்தின் விஷயத்திலும் கூடப் பணியாற்ற முடியும். “ஆனால் கடைசியில் சொன்ன வழக்கில் தடங்கல்களின் வரம்பற்ற பரிமாணத்தை (absolute magnitude) கொண்டல்லாமல், அதே தடங்கல்களின் ஒட்டுமொத்தமான எதிர்ப்புகளைக் கொண்டே சக்தி அளக்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில், இயக்கத்தின் தொகைக்கு” (mv)** “எதிர்ப்புகளின் இந்த ஒட்டுமொத்தம் தகவுப் பொருத்தமுள்ளதாக இருக்கும் என்பது ஐயப்படக் கூடியதல்ல; பொதுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டபடி, ஒவ்வொரு விநாடியிலும் வஸ்துவால் இழக்கப்பட்ட இயக்கத்தின் அளவு, அந்த விநாடியின் மிக நுண்ணியதான கால நீட்சி, எதிர்ப்பு இவைகளின் பெருக்கற்பலனுடன் தகவுப் பொருத்தமுள்ளதாகும்; இந்தப் பெருக்கற்பலன்களின் ஒட்டுமொத்தமே எதிர்ப்பின் மொத்தமாக இருக்கும் என்பது தெளிவு.” பின்னால் சொன்ன கணக்கீட்டுப் பாங்கே அதிக இயற்கையானதாக அவருக்குத் தோன்றுகிறது; “ஏனெனில் தடங்கல் என்பது, எதிர்ப்பைக் காட்டுவதாலேயே தடங்கலாகிறது; சரியாகக் கூறுவதெனில் எதிர்ப்புகளின் ஒட்டு மொத்தமே கடக்கப்படுகிற தடங்கலாகிறது; இன்னும் இவ்வகையில் சக்தியை மதிப்பீடு செய்வதின்மூலம் சமனநிலை, வேகம் தணிக்கப்படுகிற இயக்கம் இவற்றிற்கு ஒரு பொது அளவையைப் பெறுகிற அனுகூலம்

* சமனநிலை.—(ப-ர்.)

** எங்கெல்லச் சேர்த்தது.—(ப-ர்.)

கிட்டுகிறது.” இத்தனைக்குப்பிறகும் கூட ஒவ்வொருவனும் தன் விருப்பம்போல இதை எடுத்துக்கொள்ள முடியும். [XX—XXIம் பக்கங்கள்.]

ஆக, சூடெரும் கூட அங்கீகரித்தபடி ஒரு கணிதவியல் தவற்றின்மூலம் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு கண்டதாக நம்பிக் கொண்டு தமது முன்னோடிகளிடையே இருந்த குழப்பத்தைப் பற்றி அனுதாபமற்ற குறிப்புகளுடன் கூடிய முடிவுக்கு வந்து மேற்கூறிய குறிப்புகளுக்குப் பிறகு முற்றிலும் பயனில்லாத, இயக்க மறுப்பியல் ரீதியான விவாதத்திற்கு மட்டுமே அல்லது மிகப் பெருமைக்குறைவான சொற்சர்ச்சைக்கு மட்டுமே சாத்தியப்பாடு உண்டு என அவர் அறுதியிட்டுக் கூறுகிறார்.

சமரசத்தை அடைய டலம்பேர் பிரஸ்தாபிக்கும் கருத்து கீழ்க்கண்ட கணக்கீட்டிற்குச் சமானமாகிறது.

ஒரு கட்டி 1, நேர் வேகம் 1 உடன் ஓர் அலகு நேரத்தில் 1 ஸ்பிரிங்கை அமுக்குகிறது.

ஒரு கட்டி 1, நேர் வேகம் 2 உடன், 4 ஸ்பிரிங்குகளை அமுக்குகிறது, ஆனால் அதற்கு இரண்டு அலகு நேரம் பிடிக்கிறது, அதாவது ஓர் அலகு நேரத்தில் 2 ஸ்பிரிங்குகள் மட்டுமே.

ஒரு கட்டி 1, நேர் வேகம் 3 உடன் மூன்று அலகு நேரத்தில் 9 ஸ்பிரிங்குகளை அமுக்குகிறது, அதாவது ஓர் அலகு நேரத்தில் 3 ஸ்பிரிங்குகளை அமுக்குகிறது.

இதிலிருந்து பலனை அதற்கான நேரத்தால் வகுக்கும் பொழுது நாம் மறுபடியும் mv^2 லிருந்து mv க்கே வருகிறோம்.

இதே வாதத்தைத்தான் குறிப்பாக கடேலான்⁷⁵ லைப் னிட்ஸுக்கு எதிராக முன்னமேயே உபயோகப்படுத்தினார்; நேர் வேகம் 1 இருக்கிற ஒரு வஸ்துவைவிட நேர் வேகம் 2 உள்ள வஸ்து ஈர்ப்பை எதிர்த்து 4 மடங்கு உயரம் எழும்புகிறது என்பது உண்மையே; ஆனால் அதற்கு இரண்டு மடங்கு நேரம் பிடிக்கிறது; இதன் விளைவாக இயக்கத்தின் அளவு (die Bewegungsmenge) நேரத்தால் வகுக்கப்படவேண்டும்; அது 2க்குச் சமானமாக இருக்கும், 4க்கு அல்ல. இதில் விசித்திரமென்னவெனில் “ஜீவசக்தி”யின் தர்க்கரீதியான அர்த்தத்தைக் கழற்றிவிட்டு, அதற்குக் கணிதவியல் ரீதியான பொருளை

மட்டுமே கொடுத்த சூடெர்கூட இதே கண்ணோட்டத்தைக் கொண்டிருந்தார். ஆனால் இது இயற்கையே. ஏனெனில் இயக்கத்தினுடைய அளவின் (Bewegungsmenge) ஒரே அளவையாக mv என்ற சூத்திரத்திற்குள்ள முக்கியத்துவத்தைக் காப்பாற்றுவதே சூடெருக்கு இருக்கும் பிரச்சினை; இதன் மூலமாகக் கணிதவியல் வானில் பின்னர் மறு பிறப்பு எடுப்பதற்காக mv^2 தர்க்கவியல் துறையில் பலிகொடுக்கப்பட்டது.

ஆனாலும் கூட இதுவரைக்கும் சரி: mv க்கும் mv^2 க்குமிடையே இணைப்புப் பாலங்களில் ஒன்றை கடேலானின் வாதக்கூறு அளிக்கிறது; எனவே அது முக்கியத்துவம் உள்ளதாகும்.

டலம்பேருக்குப் பின்னர் வந்த இயந்திரவியல் வாதிகள் எவ்விதத்திலும் அவருடைய “அரசக் கட்டளை”யை ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை; ஏனெனில் அவருடைய இறுதித் தீர்ப்பு இயக்கத்தின் அளவை mv யே என்பதற்குச் சாதகமாக இருந்தது. இறந்த, ஜீவனுள்ள சக்திகளிடையே லைப் னிட்ஸ் முன்னமேயே ஏற்படுத்திய வித்தியாசத்திற்கு அவர் கொடுத்த சொல்வடிவத்தையே அவர்கள் ஏற்றுக்கொண்டனர்: mv சமன நிலைக்கு, அதாவது நிலையியலுக்கு (statics), பொருந்தும், mv^2 என்பது தடங்கலுக்கு எதிரான இயக்கத்திற்கு, அதாவது விசையியலுக்கு (dynamics) பொருந்தும் என்பதே. பொதுப் படையாக இது சரியாக இருந்தாலும் கூட வேலையின் நேரத்தின் போது எப்பொழுதும் “எனக்கு” என்றும் வேலை நேரமற்ற போது “என்னை” என்றும் சொல்லுவது என ஒரு கீழ்த்தர ராணுவ சிப்பந்தி எடுத்த பிரசித்திபெற்ற தீர்மானத்திற்கு இருந்த அர்த்தத்திற்கு மேம்பட்டதொரு பொருள் மேற்கூறிய வித்தியாசத்தின் இந்த வடிவத்திற்குத் தர்க்கவியல் ரீதியாக இல்லை.⁷⁶ இது மெளனமாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது; இது வெறுமனே இருக்கிறது. இதை நாம் மாற்ற இயலாது, இந்த இரட்டை அளவையில் ஒரு முரண்பாடு பதுங்கியிருக்கிறது என்றால் அதைக் குறித்து நாம் என்ன செய்ய முடியும்?

எடுத்துக்காட்டாக, தாம்ஸனும் டெய்டும் இவ்விதம் கூறுகிறார்கள் (“A Treatise on Natural Philosophy”, ஆக்ஸ் போர்டு, 1867,⁷⁷ 162ம் பக்கம்):

“விறைப்புள்ள ஒரு வஸ்து சுழற்சியின்றி அசைவில் உள்ளபோது அதன் இயக்க அளவு அல்லது மோதாற்றல் அதன் கட்டி, நேர் வேகம் இவற்றிற்கு ஒருங்கிணைந்தாற்போலத் தகவுப் பொருத்தம் கொண்டிருக்கும். இவ்விதம், இரட்டை கட்டி அல்லது இரட்டை நேர் வேகம், இரட்டை இயக்க அளவோடு ஒத்திசைவுள்ளதாக இருக்கும்.”

இதை உடனே தொடர்ந்து அவர்கள் கூறுகிறார்கள்:

“அசைவில் உள்ள வஸ்துவின் ஜீவசக்தி அல்லது இயங்காற்றல் (kinetic energy) கட்டிக்கும் நேர் வேக வர்க்கத்திற்கும் ஒருங்கிணைந்தாற்போலத் தகவுப் பொருத்தம் கொண்டிருக்கும்.”

இயக்கத்தின் முரண்பாடான இரண்டு அளவைகளும் அக்கம் பக்கமாகப் பளிச்சென்று இந்த வடிவில் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த முரண்பாட்டை விளக்கவோ, மறைக்கவோ கடுகத்தனை முயற்சி செய்யப்படுவதுமில்லை. இந்த இரண்டு ஸ்காட்லாந்து நாட்டவரின் நூலில் சிந்தனை தடை செய்யப்பட்டுள்ளது, கணக்கிடுதல் மட்டுமே அனுமதிக்கப்பட்டுள்ளது. தெய்வ பக்தியுள்ள ஸ்காட்லாந்தின் மிகத் தெய்வ பக்தியுள்ள கிறிஸ்துவர்களில் ஒருவராக இவ்விருவரில் டெய்ட் ஒருவராவது கணக்கிடப்பட்டிருப்பதில் வியப்பொன்றுமில்லை.

கிர்ஹோவினுடைய “Vorlesungen über mathematische Mechanik”⁷⁸ என்ற நூலில் இந்த வடிவத்தில் mv , mv^2 என்கிற சூத்திரங்கள் தென்படுவதில்லை.

ஒருவேளை ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு நமக்கு உதவி புரியலாம். அவர் தமது “Erhaltung der Kraft”⁷⁹ என்ற நூலில் ஜீவசக்தியை $\frac{mv^2}{2}$ என்று வெளியிட வேண்டுமெனப் பிரஸ்தாபிக்கிறார்; இவ்விஷயத்திற்குப் பின்னால் வருவோம். பிறகு இந்நூலின் பக்கம் 20லிருந்து பின்வருவனவற்றில், ஜீவசக்தியின் (ஆகவே $\frac{mv^2}{2}$ தகவுப் பொருத்தத்தின்) அழியா நிலைக் கோட்பாடு ஏற்கனவே உபயோகிக்கப்பட்டு அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ள

வழக்குகளைச் சருக்கமாக அவர் எண்ணிக்கையிடுகிறார். அதில் நெ. 2ன் கீழ் இது சேர்க்கப்பட்டுள்ளது:

“நெகிழ்ச்சியற்ற பொருட்களால் உராய்வு அல்லது மோதல் நிகழாதவரை அழுக்கப்பட இயலாத திட வஸ்துக்கள், திரவ வஸ்துக்கள் இவற்றால் இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்படல். இவ்வழக்குகளில் இயந்திரச் சக்திகளால் பெருக்கப்படவும் நிலைமாற்றப்படவும் செய்கிற இயக்கம் நேர் வேகத்தில் எந்த விகிதத்தில் பெருகுகிறதோ அதே விகிதத்தில் அது விசைக் கடுமையிலும் குறைகிறது என்ற விதியில் நமது பொதுவான கோட்பாடு வழக்கமாக வெளியிடப்படுகிறது. ஆகையால், ஏதாவது ஒரு முறையில் வேலை செய்கிற சக்தியை ஒரே மாதிரியாக உற்பத்தி செய்யும் ஓர் இயந்திரம் m பளுவை c நேர் வேகத்தில் உயரத் தூக்குகிறதாக அனுமானித்துக்கொண்டோமெனில் அப்பொழுது வேறொரு யாந்திரீக ஏற்பாட்டைக் கொண்டு nm பளு,

$\frac{c}{n}$ நேர் வேகத்தில் மட்டுமே உயரத் தூக்கப்பட முடியும்;

இதனால் இவ்விரண்டு வழக்குகளிலும் இயந்திரத்தால் அலகு நேரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நீட்சிப் போக்கான சக்தி (tensile force)யின் தொகை mgc -யினால் குறிக்கப்படுகிறது: இதில் g என்பது புவி ஈர்ப்புச் சக்தியின் கடுமையைக் குறிக்கும்” [21ம் பக்கம்].

இவ்விதமாக நேர் வேகத்துடன் சாதாரணத் தகவுப் பொருத்த அளவில் குறையவும் கூடவும் செய்கிற “சக்தியின் கடுமை”, நேர் வேகத்தின் வர்க்கத்துடன் தகவுப் பொருத்த அளவில் குறையவும் கூடவும் செய்கிற சக்தியினுடைய கடுமையின் அழியா நிலைக்கு ஆதாரமாக நிற்கிற ஒரு முரண்பாட்டை நாம் இங்கும் பெறுகிறோம்.

எப்படியிருந்தாலும், mv யும், $\frac{mv^2}{2}$ யும் மிகத் தெளிவாக வேறுபட்ட இரண்டு மாற்றப்போக்குகளை நிர்ணயிக்கிற பணிகளைப் புரிகின்றன என்பது இங்கு வெளிப்படையாகத் தென்படும். ஆனால், $v=1$ என்றலொழிய mv^2 என்பது mv க்குச் சமமாக முடியாது என்பதை நாம் நீண்ட நேரம் அறிவோம். இயக்கத்திற்கு இரட்டை அளவைகள் ஏன் இருக்க வேண்டும் என்பதைப் புரிய வைப்பதே செய்யப்பட வேண்டிய வேலை

யாகும். இது வியாபாரத் துறையைப் போலவே விஞ்ஞானத் துறையிலும் கண்டிப்பாக அனுமதிக்கப்பட முடியாத விஷயமாகும். ஆகையால், நாம் இதை மற்றொரு வழியில் முயன்று பார்ப்போம்.

ஆக, “இயந்திரச் சக்திகளால் வளர்க்கப்படவும் நிலை மாற்றப்படவும் செய்கிற இயக்கத்”தை mv ஐக் கொண்டு ஒருவன் அளக்கிறான்; இதிலிருந்து இந்த அளவை நெம்புகோலுக்கும் அதனின்று பெறப்பட்ட வடிவங்களுக்கும், சக்கரங்கள் திருகாணிகள் முதலானவற்றிற்கும், சுருக்கமாகக் கூறு மிடத்து, இயக்கத்தை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றுகிற எல்லா இயந்திரங்களுக்கும் செல்லத்தக்கதாகிறது. ஆனால், மிக எளிய, அதே சமயத்தில் சற்றும் புதியதல்லாத ஆராய்விலிருந்து mv எந்த அளவிற்கு இங்கு அனுஷ்டிக்கத்தக்கதோ அதேவிதமாக mv^2 ம் அனுஷ்டிக்கத்தக்கதாகவே உள்ளதும் தெளிவாகும். ஒரு நெம்புகோலின் இரண்டு கைகளின் மொத்தங்கள் 4:1 என்ற கணக்கில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிற ஏதாவது ஓர் இயந்திர அமைப்பை எடுத்துக்கொள்வோம், ஆக அதில் 1 கிலோகிராம் எடையுள்ள பளு 4 கிலோகிராம் பளுவைச் சமனநிலையில் நிறுத்தும். இதிலிருந்து மிக நுண்ணிய அளவு சக்தியை நெம்புகோலின் ஒரு கைக்குக் கூட்டினால் 1 கிலோகிராமை 20 மீட்டர் உயரத்திற்குத் தூக்க முடியும்; அதே அளவு சக்தியை மற்றொரு கைக்குக் கூட்டினால் 4 கிலோகிராம் 5 மீட்டர் உயரத்திற்குத் தூக்கப்படும். அதிகமாக உள்ள பளு, மற்றொரு பளு உயரக் கிளம்ப எடுத்துக்கொண்ட அதே நேரத்தைக் கீழே இறங்க எடுத்துக் கொள்கிறது. கட்டியும் நேர் வேகமும் தலைகீழ்த் தகவுப் பொருத்தம் (inverse proportion) உள்ளவையாக இருக்கின்றன: mv , $1 \times 20 = m'v'$, 4×5 . மற்றொரு புறத்தில், ஒவ்வொரு பளுவையும், அவை உயர்த்தப்பட்ட பிறகு, இவைகளின் அசல் நிலைக்கு இறங்கச் சுதந்திரமாக விட்டுவிட்டோமெனில் அப்பொழுது 1 கிலோகிராம் எடை உள்ள பளு 20 மீட்டர் தூரத்திற்கு இறங்கியபின் (புவி ஈர்ப்பால் பெறப்படுகிற வேகவளர்ச்சி வட்ட எண்ணிக்கையில் கொடுக்கப்படுகிறது: 9.81 மீட்டர் என்பதற்குப் பதில் 10 மீட்டர்

என) 20 மீட்டர் நேர் வேகத்தைப் பெறுகிறது: மற்றொன்று, 4 கிலோகிராம் எடையுள்ளது, 5 மீட்டர் இறங்கிய பின் 10 மீட்டர் நேர் வேகத்தைப் பெறுகிறது⁸⁰.

$$mv^2 = 1 \times 20 \times 20 = 400 = m'v'^2 = 4 \times 10 \times 10 = 400$$

மற்றொரு பக்கத்தில் கீழே இறங்குவதற்கான நேரங்கள் வேறுபடுகின்றன: 4 கிலோகிராம் பளு 5 மீட்டர் தூரத்தைக் கடக்க 1 செகண்டு எடுத்துக்கொள்கிறது; 1 கிலோகிராம் 20 மீட்டர் தூரத்தை 2 செகண்டுகளில் கடக்கிறது. உராய்வும் காற்றின் எதிர்ப்பும் இங்கு நிச்சயமாகக் கணக்கில் எடுக்கப்படுவதில்லை.

இந்த இரண்டு வஸ்துக்களில் ஒவ்வொன்றும் கீழே இறங்கிய பின் அதன் இயக்கம் நின்றுவிடுகிறது. ஆகையால், இங்குக் கேவலம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்பட்ட, ஆக நிரந்தரமான யாந்திரீக இயக்கத்தின் அளவையாக mv யும், மறைந்துவிட்ட யாந்திரீக இயக்கத்தின் அளவையாக mv^2 ம் தோன்றுகின்றன.

இன்னும் கூடச் சுத்தமாக நெகிழ்ச்சியுள்ள வஸ்துக்களின் மோதலுக்கு இது செல்லத்தக்கதே: மோதலுக்கு முன்பும் பின்பும் mv யினுடைய, mv^2 னுடைய மொத்தங்கள் மாற்றமில்லாமலே உள்ளன. இரண்டு அளவைகளும் ஒரே அளவுக்குச் செல்லத்தக்கனவாக இருக்கின்றன.

நெகிழ்ச்சியற்ற வஸ்துக்களின் மோதலுக்கு இது செல்லத்தக்கதல்ல. இங்கும் கூட இன்றைய ஆரம்பப் பாடப்புத்தகங்கள் (உயர் இயந்திரவியல் இம்மாதிரி அற்ப விஷயங்களில் அக்கறை உள்ளதாக இல்லை) மோதலுக்கு முன்பும் பின்பும் mv யின் மொத்தம் ஒரே மாதிரியாகத்தான் உள்ளது எனப் போதிக்கின்றன. மாறாக ஜீவசக்தியின் நஷ்டம் ஒன்று ஏற்படுகிறது; ஏனெனில் மோதலுக்கு முந்திய mv^2 ன் மொத்தத்திலிருந்து மோதலுக்குப் பிந்திய mv^2 ன் மொத்தத்தைக் கழித்தால் பிரத்தியட்சமானதொரு மிச்சம் எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் இருக்கவே செய்கிறது. இந்த அளவுக்கு (அல்லது கண்ணோட்டத்தைப் பொறுத்து அதில் பாதி அளவு) ஜீவசக்தி மோதும் வஸ்துக்களின் மாறும் வடிவம், பரஸ்பர

ஊடுருவல் இவ்விரண்டின் காரணமாகவும் குறைகிறது. பின் சொன்னது வெளிப்படையாகவும் தெளிவாகவும் இப்போது தெரிகிறது. ஆனால் மோதலுக்கு முன்னும் பின்னும் mv யின் மொத்தம் ஒரே மாதிரியாக உள்ளது என்று முதலில் சொன்ன உறுதிப்பாடான வாசகம் அப்படியில்லை. சூடெர் சொன்ன போதிலும் ஜீவசக்தி என்பது இயக்கமே; அதில் ஒரு பகுதி இழக்கப்பட்டால், இயக்கம் இழக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக, ஒன்று mv என்பது இங்கு இயக்கத்தின் அளவையை (die Bewegungs menge) பிழையாக வெளிப்படுத்துகிறது, அல்லது மேற்கூறிய உறுதி வாசகம் உண்மையல்ல. பொதுவாக இயக்க மாற்றத்தைக் குறித்துக் கடுகளவும் அறியப்படாத காலகட்டத்திலிருந்து இந்த அனுமான உண்மை முழுவதும் மரபாக விட்டுச் செல்லப்பட்டது; ஆகையால் வேறு வழி தென்படாத பொழுது மட்டுமே யாந்திரீக இயக்கம் மறைந்துவிடுகிறது என்பதற்கு இடமளிக்கப்பட்டது. இவ்விதமாக மோதலுக்கு முன்னும் பின்னும் mv யின் மொத்தம் இங்குச் சமமாகவே உள்ளது என்பது அந்த மொத்தத்தின் எந்தக் கூடுதலோ குறைதலோ புகுத்தப்படாததால் ரூசுப் பிக்கப்பட்டதாகக் கொள்ளப்பட்டது. ஆனால் வஸ்துக்கள் தங்களது நெகிழ்ச்சியற்ற தன்மைக்கு ஏற்றவாறு உள் உராய்வினால் ஜீவசக்தியை இழக்கும் என்றால் அவை நேர் வேகத்தையும் இழக்கின்றன; மோதலுக்குப் பிறகு mv யின் மொத்தம் முன்னைக் காட்டிலும் குறைவாகத்தான் இருக்கும். ஏனெனில் mv^2 ஐக் கணக்கிடும் போது அவ்வளவு தெளிவாகப் புலப்படுகிற உள் உராய்வை, mv ஐக் கணக்கிடும் போது அலட்சியம் செய்வது சரியல்ல.

ஆனால் இது பரவாயில்லை. mv யின் மொத்தம் ஒரே மாதிரியாக உள்ளது என்ற ஊகத்தின் அடிப்படையில் அதே தேற்றத்தை நாம் ஏற்றுக்கொண்டு மோதலுக்குப் பிந்திய நேர் வேகத்தைக் கணக்கிட்டோமென்றாலும்கூட mv^2 ன் மொத்தத்தின் குறைவு அப்பொழுதும் காணப்படுகிறது. ஆகையால் இங்கு mv யும் mv^2 யும் முரண்படுகின்றன; உண்மையிலேயே மறைந்துபோன யாந்திரீக இயக்க வித்தியாசத்தாலேயே அவை அவ்வாறு உள்ளன. மேலும் mv இயக்க

அளவைப் பிசகுடன் வெளிப்படுத்துகிற அதே சமயத்தில் mv^2 அதைச் சரியாக வெளிப்படுத்துகிறது என்பதையும் அந்தக் கணக்கீடே காட்டுகிறது.

இயந்திரவியலில் mv உபயோகிக்கப்படுகிற பெரும்பாலான வழக்குகள் இவ்வாறே இருக்கின்றன. இப்பொழுது நாம் mv^2 உபயோகிக்கப்படுகிற சில வழக்குகளைக் கவனிப்போம்.

ஒரு பீரங்கிக் குண்டு சுடப்படும் பொழுது அது ஒரு திட வஸ்துவான குறிக்கோளைச் சந்தித்தாலும் அல்லது காற்றின் தடங்கலாலும் புவி ஈர்ப்புச் சக்தியாலும் அசையா நிலையை எய்தினாலும் தனது பறப்பில் mv^2 க்குத் தகவுப் பொருத்தமுள்ள இயக்க அளவைப் பயன்படுத்துகிறது. நின்று கொண்டிருக்கிற ஒரு ரயில் வண்டித் தொடருடன் மற்றொன்று மோதிக்கொள்ளும் பொழுது அந்த மோதலில் உக்கிரமும் அதை அனுசரித்த சேதமும் அதனுடைய mv^2 க்குத் தகவுப் பொருத்தமுள்ளதாக இருக்கும். அதேவிதமாக ஒரு தடங்கலைக் கடக்கத் தேவைப்படுகிற யாந்திரீக சக்தியைக் கணக்கிட அவசியம் ஏற்படும்போது mv^2 உதவுகிறது.

ஆனால், தடங்கலைக் கடத்தல் என்று இயந்திரவியலில் அவ்வளவு வழக்கிலுள்ள இந்தச் சௌகரியமான சொற்றொடரின் பொருள் என்ன?

ஒரு பளுவை மேலே உயர்த்துவதின்மூலம் புவி ஈர்ப்பின் தடங்கலை நாம் கடக்கிறோமெனில் அப்பொழுது இயக்கத்தின் ஓர் அளவு (Bewegungsmenge), யாந்திரீக சக்தியின் ஓர் அளவு, மறைந்துவிடுகிறது; இது உயர்த்தப்பட்ட பளு நேராகவோ நேரின்றியோ கீழே இறங்கி அசல் நிலைக்கு வருவதெனில் புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிற யாந்திரீக சக்தியின் அளவுக்குச் சமானமாக இருக்கும். வீழ்ந்தபின் அது அடைகிற இறுதி நேர் வேகத்தின் வர்க்கம், கட்டி இவைகளின் பெருக்கற்பலனில் பாதியைக் கொண்டு, $\frac{mv^2}{2}$, அந்த அளவு அளக்கப்படுகிறது. அப்படியெனில் பளு தூக்கப்படும் போது நிகழ்ந்ததென்ன? யாந்திரீக இயக்கம் அல்லது சக்தி அத்தன்மையுடையதாக இருப்பதிலிருந்து மறைந்துவிட்டது. ஆனால்

அது அழிக்கப்படவில்லை; அது ஹெல்ம்ஹோல்ட்டின் வார்த்தைகளின்படி, நீட்சிப் போக்குள்ள யாந்திரீக சக்தியாக மாற்றப்பட்டுவிட்டது; நவீனவாதிகள் சொல்வதுபோல ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக, கிளாவுஸியஸ் அழைப்பது போல 'எர்கல்' (ergal) ஆக, மாற்றப்பட்டுவிட்டது; யாந்திரீக முறையில் பொருத்தமுள்ள சாதனங்களைக் கொண்டு எந்த விநாயியிலும் அதை உற்பத்தி செய்யப் பிடித்த அதே அளவுள்ள யாந்திரீக இயக்கமாக மறுபடியும் அதைத் திருப்பி மாற்ற முடியும். ஜீவசக்தியின் நிலை மறுப்பு வடிவமே ஒடுக்க நிலை ஆற்றல்; பின்சொன்னது முன்சொன்னதாகவும் ஆகிறது.

24 ராத்தல் எடையுள்ள ஒரு பிரங்கிக் குண்டு ஒரு செகண்டுக்கு 400 மீட்டர் நேர் வேகத்தில் சென்று ஒரு யுத்தக் கப்பலின் ஒரு மீட்டர் கனமுள்ள இரும்புக் கவசத்தைத் தாக்குகிறது; இந்தச் சூழ்நிலையில் அந்தக் கவசத்தின் மீது அது எந்த விளைவையும் உண்டாக்கவில்லை. இதனால் $\frac{mv^2}{2}$ க்குச் சமானமான யாந்திரீக இயக்க அளவு, அதாவது (24 ராத்தல் = 12 கிலோகிராம்)* = $12 \times 400 \times 400 \times \frac{1}{2} = 9,60,000$

கிலோகிராம்-மீட்டர்களுக்குச் சமானமான இயக்க அளவு, மறைந்து விட்டது. அதற்கு என்ன நேர்ந்தது? மோதி நசுக்கலிலும் இரும்புக் கவசத்தினுடைய மூலக்கூறுகளின் நிலை பெயர்ச்சியிலும் ஒரு சிறிதளவு செலவாகியது. அந்தப் பிரங்கிக் குண்டு எண்ணற்ற சிறு துண்டுகளாக நொறுங்கிச் சிதறுவதில் மற்றொரு பகுதி செலவாகியது. ஆனால் பெரும்பகுதி வெப்பமாக மாற்றப்பட்டுப் பிரங்கிக் குண்டு வெப்பத்தால் சிவப்பேற்றப்பட்டது. 1864ல் ஆல்சன் தீவுக்குக் கடக்கும் பொழுது பிரஷ்யர்கள் 'ரால்ப் கிரேக்' என்ற யுத்தக் கப்பலின் கவசத்தின்மீது தங்களது கன பிரங்கிக் தாக்குதலைத் தொடுத்தனர்.⁸¹ ஒவ்வொரு தடவை அது அடியுண்ட பொழுதும் இருட்டில் அந்தக் குண்டு திடீரெனச் சுடர்விட்டு ஒளிர்வதைக் கண்டனர். இதற்கு முன்னமேயே கவசம் தாங்கிய

* இது (500 கிராமுள்ள) ஜெர்மன் ராத்தலைக் குறிக்கிறது.—(ப-ர்.)

யுத்தக் கப்பல்களின்மீது வெடி குண்டுகளை உபயோகிக்கும் போது அந்தக் குண்டுகளுக்கு 'வெடிப்பி' என்ற கருவி தேவையில்லை என விட்டுவார்த்த பரிசோதனையின்மூலம் நிரூபித்திருந்தார்; சுடர்விடும் அந்த உலோகமே மருந்தை வெடிக்க வைக்கிறது. ஓர் அலகு வெப்பத்தின் சரியான யாந்திரீக சமமதிப்பு 424 கிலோகிராம்-மீட்டர்⁸² என்றால் மேலே குறிப்பிட்ட யாந்திரீக இயக்கத்தின் அளவுக்கு ஒத்தியல்பான வெப்பத்தின் அளவு 2,264 அலகுகளாகும். இரும்பின் குறிப்பான வெப்பம் = 0.1140; அதாவது 1 கிலோகிராம் எடையுள்ள தண்ணீரின் வெப்பநிலையை 1°C அளவுக்கு (வெப்பத்தின் அலகு . இதுவே) உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் தொகை, $\frac{1}{0.1140} = 8.772$ கிலோகிராம் இரும்பை

1°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தப் போதுமானதாகும். ஆகையால் மேலே குறிப்பிட்ட 2,264 வெப்ப அலகுகள் 1 கிலோகிராம் இரும்பின் வெப்பநிலையை $8.772 \times 2,264 = 19,860$ க்கும் அல்லது 19,860 கிலோகிராம் இரும்பை 1°Cக்கு உயர்த்துகின்றன. வெப்பத்தின் இந்தத் தொகை கவசத்திற்கும் குண்டிற்கும் சரிசமமாகப் பரப்பப்படுவதினால் பின்சொன்னதின் வெப்பநிலை $\frac{19,860}{2 \times 12} = 828$ °க்கு உயர்த்தப்பட்டு நன்றாகவே

சுடர்விடும் வெப்பமாக ஆகிறது. ஆனால் குண்டின் தாக்குகிற முன்பகுதி எப்படியிருந்தாலும் இந்த வெப்பத்தின் பெருமளவைப் பெற்றுவிடுவதினால், பின்பகுதியைப்போல இரட்டையளவு சுட்டாயம் பெற்றுவிடுவதால், முன்பகுதியின் வெப்பநிலை 1104°Cக்கும் பின்பகுதியின் வெப்பநிலை 552°Cக்கும் உயர்த்தப்படுகின்றன. தாக்கப்படுவதினால் ஏற்படுகிற மோதலின் போது நடைபெறுகிற உண்மையான யாந்திரீக வேலைக்காக ஒரு பெரிய அளவையே நாம் கழித்துவிட்டாலும் கூடச் சுடர்விடுவதின் காரணத்தை விளக்க மேற்கூறியது முழுமையாகவே போதுமானதாக உள்ளது.

யாந்திரீக இயக்கம் உராய்வின் போது மறைந்து மீண்டும் வெப்பமாக வெளிப்படுகிறது; ஒன்றுக்கொன்று பரஸ்பரம் ஒத்தியல்பான இரண்டு மாற்றப்போக்குகளையும் சாத்தியமான அளவுக்கு மிக நுட்பமாக அளவிட்டதின்வழியாக

மாஞ்செஸ்டரில் ஜூல் என்பவரும் கோபன்ஹைசனில் கோல் டிங் என்பவரும் வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமமதிப்பைப் பரிசோதனைமூலம் ஏறத்தாழ அளந்ததில் முதன்மையானவர்கள் என்பது அனைவரும் அறிந்ததே.

யாந்திரீக சக்தியைக் கொண்டு, அதாவது ஒரு நீராவி எஞ்ஜினைக் கொண்டு, ஒரு காந்தமின் இயந்திரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னோட்டத்திற்கும் அதே விஷயம் பொருந்தும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற மின்னியக்க சக்தி எனப்படுவதின் அளவு அதே நேரத்திற்குள் செலவான யாந்திரீக இயக்கத்தின் அளவுக்குத் தகவுப் பொருத்தமுள்ளதாக, ஒரே அலகுகளில் சொல்லுவதெனில் அதற்குச் சம அளவு உள்ளதாக, இருக்கிறது. ஒரு நீராவி எஞ்ஜினுக்குப் பதிலாகப் புவி ஈர்ப்பின் அழுத்தத்தால் கீழே இறங்குகிற ஒரு பளுவினால் இந்த யாந்திரீக இயக்கம் உற்பத்தி செய்யப்படுவதாக நாம் கற்பனை செய்து கொள்ளுவோம். இதனால் அளிக்க முடிகிற யாந்திரீக சக்தி அதே அளவு தூரத்திற்குச் சுதந்திரமாகக் கீழே இறங்குவதினால் பெறப்படுகிற ஜீவசக்தியினால், அல்லது அதை மறுபடியும் அசல் உயரத்திற்குத் தூக்கத் தேவைப்படுகிற சக்தியினால், இவ்விரண்டு வழக்குகளிலும் $\frac{mv^2}{2}$ னால் அளக்கப்படுகிறது.

இதிலிருந்து யாந்திரீக இயக்கத்திற்கு உண்மையிலேயே இரட்டை அளவைகள் உள்ளன என்றும், ஆனால் இதில் ஒவ்வொரு அளவையும் மிகத் திட்டமாக வரையறுக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சித் தோற்றத் தொடர்புகளுக்குச் செல்லத்தக்கன வென்றும் நாம் காண்கிறோம். ஏற்கனவே இருக்கிற யாந்திரீக இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு யாந்திரீக இயக்கமாகவே இருக்கிறவகையில் மாற்றப்படுகிறதெனில் அது கட்டி, நேர் வேகம் இவைகளின் பெருக்கற்பலனுக்குத் தகவுப் பொருத்தமுள்ள முறையிலேயே நடைபெறும். ஆயினும் அது யாந்திரீக இயக்கமாக மறைந்து ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக, வெப்பம், மின்சாரம் முதலானவைகளாக மறுபடியும் தோன்றும் வகையில் மாற்றப்படுகிறதெனில், சுருக்கமாக

இயக்கத்தின் மற்றொரு வடிவமாக மாற்றப்படுகிறதெனில், அப்பொழுது இயக்கத்தினுடைய இந்தப் புதிய வடிவத்தின் அளவு, துவக்கத்தில் அசைவிலிருந்த கட்டி, நேர் வேகத்தின் வர்க்கம் இவைகளின் பெருக்கற்பலனுக்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளதாக இருக்கும். சுருங்கக் கூறுமிடத்து mv என்பது யாந்திரீக இயக்கத்தையாந்திரீக இயக்கத்தால் அளப்பதாகும்; $\frac{mv^2}{2}$ என்பது இயக்கத்தினுடைய மற்றொரு வடிவத்தின் குறிப்பிட்ட தொகையாக மாறுவதற்கு அதற்குள்ள திறனால் யாந்திரீக இயக்கத்தை அளப்பதாகும். நாம் ஏற்கனவே கண்டபடி வித்தியாசப்பட்டிருந்தாலும் இந்த இரண்டு அளவைகளும் ஒன்றையொன்று முரண்படுத்துவதில்லை.

இதிலிருந்து டேக்கார்ட்வாதிகளுடன் லைப்னிட்ஸுக்கு இருந்த தகராறு வெறும் சொற்சர்ச்சையல்ல என்பதும் டலம்பேரின் “அரசுக் கட்டளை” யதார்த்தத்தில் எதையும் தீர்த்துவைக்கவில்லை என்பதும் தெளிவாகிறது. தமது முன்னோடிகளின் தெளிவற்ற நிலையைப்பற்றி டலம்பேர் இடித்துரைகள் கூறாமலே இருந்திருக்கலாம்; ஏனெனில் அவரும் அவர்களைப் போலவே தெளிவற்றிருந்தார். யதார்த்தத்தில், மறைந்து போனதாகத் தோன்றுகிற யாந்திரீக இயக்கத்திற்கு என்ன நேர்கிறது என்பது அறியப்படாதவரை தெளிவற்ற நிலையும் தவிர்க்க முடியாதது. தங்களுடைய விசேஷ விஞ்ஞானத்தின் நான்கு சுவர்களுக்குள்ளாகவே சூடெர் போன்ற கணிதவியல் இயந்திரவியல்வாதிகள் பிடிவாதமாக இருந்துவருகிறவரை டலம்பேரைப் போலத் தெளிவில்லாமல் இருந்துதான் ஆகவேண்டும், முரண்பட்ட வெற்றுரைகளால் நம்மை ஏய்த்தும் ஆகவேண்டும்.

ஆனால் யாந்திரீக இயக்கம் இயக்கத்தின் மற்றொரு வடிவமாக முன்சொன்னதற்கு அளவு ரீதியாகத் தகவுப் பொருத்த முள்ளவகையில் மாற்றமடைவதை நவீன இயந்திரவியல் எவ்வாறு வெளியிடுகிறது? அது வேலை செய்துள்ளது, உண்மையில் குறிப்பிட்ட வேலை அளவை முடித்திருக்கிறது.

ஆனால் இது வேலை என்ற கருத்தின் பௌதிக அர்த்தம் முழுவதையும் வெளிக் கொணருவதில்லை. ஒரு நீராவி அல்லது

வெப்ப எஞ்ஜினில் வெப்பம் யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்றப் படுகிறதெனில், அதாவது மூலக்கூறுகளின் இயக்கம் கட்டியின் இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறதெனில், ஓர் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளை வெப்பம் உடைத்துவிடுகிறதெனில், ஒரு 'தெர்மோபைலில்' அது மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறதெனில், நீர்கலந்த கந்தக அமிலத்திலிருந்து நீரின் மூலகங்களை மின்சாரம் விடுவிக்கிறதெனில் அல்லது வரிசை திருப்பிச் சொல்லுவதெனில் ஒரு மின்னூற்பத்திக் கலத்தில் உண்டாகும் இரசாயன மாற்றப்போக்கில் விடுபடுகிற இயக்கம் (மறுபெயர்: ஆற்றல்) மின்சாரத்தின் வடிவத்தைத் தாங்கியும் அது மறுபடியும் மூடிய மின் சுற்றில் வெப்பமாக மாறுகிறதெனில்—இந்த மாற்றப்போக்குகளிலெல்லாம், மாற்றப்போக்கைத் துவக்கிவிட்டு அதனால் மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாற்றப்படுகிற இயக்க வடிவம் வேலை செய்கிறது; அந்த வேலையின் அளவு இயக்கத்தின் அளவுக்கு ஒத்தியல்பாக உள்ளது.

ஆகையால் அளவு நிலைக் கோணத்திலிருந்து கருதப்படுகிற இயக்க வடிவமாற்றமே வேலை என்பதாகும்.

ஆனால், அது எப்படி? மேலே தூக்கப்பட்ட ஒரு பளு தொங்கிக்கொண்டும் ஓய்விலும் இருக்கிறதெனில் ஓய்வு நேரத்திலும் அதனுடைய ஓடுக்க நிலை ஆற்றல் இயக்கத்தின் ஒரு வடிவம் ஆகுமா? கட்டாயமாக. ஓடுக்க நிலை ஆற்றல் பின்னால் யதார்த்த இயக்கத்தின் ஒரு வடிவமாக முடிவுறுகிறது என்ற தீர்மானத்திற்கு டெய்ட்சூட வருகிறார்("Nature")⁸³. இதைத்தவிர கிர்ஹோவ் மேலும் முன்சென்று கூறுகிறார் ("Math. Mech.", 32ம் பக்கம்):

'ஓய்வு என்பது இயக்கத்தின் ஒரு விசேஷ வழக்காகும்'.

இதன்மூலம் அவர் தமக்குக் கணக்கிடுவது மட்டுமன்றி இயக்க இயல் ரீதியாகச் சிந்திக்கவும் இயலும் என்பதையும் ருசுப்பிக்கிறார்.

ஆகவே, யாந்திரீக இயக்கத்தின் இரண்டு அளவைகளை ஆராயப் புகுந்து நாம் எளிதாகவும், தற்செயலாகவும், ஏறத்தாழ நிச்சயமாகவும் வேலை என்ற கருத்தை வந்தடை

கிறோம்; இதைக் கணிதவியல் ரீதியான இயந்திரவியல் இல்லாமல் புரிய மிகவும் கடினமாகும் என நமக்கு வர்ணிக்கப்பட்டது. எப்படி இருந்தாலும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டின் விரிவுரையான "Über die Erhaltung der Kraft"-லிருந்து (1862) தெரிவதைவிட நாம் இப்போது அதிகமாக அறிந்திருக்கிறோம்.

"வேலை, அதன் மாற்ற முடியாத்தன்மையாகிய அடிப்படையான பெளதிக கருத்துகளைக் கூடுமானவரை தெளிவுபடுத்துவ"தேயே

நோக்கமாகக் கொண்டது அந்த விரிவுரை.

வேலை என்பது அடி ராத்தல்களில் (foot-pounds) அல்லது வெப்ப அலகுகளில் வெளிப்படுத்தப்படக்கூடிய ஏதோ ஒன்று என்றும், ஒரு குறிப்பிட்ட தொகை வேலைக்கு உள்ள அடி ராத்தல்கள் அல்லது வெப்ப அலகுகளின் எண்ணிக்கை மாறாத் தன்மை கொண்டது எனவும், மேலும் யாந்திரீக சக்திகளும் வெப்பமும் தவிர இரசாயன, மின் சக்திகளும் கூட வேலையைச் செய்யும் எனவும், ஆனால் வேலையில் உண்மையில் ஏற்படுகிற விளைவின் அளவுக்கு அவை அனைத்தினுடைய வேலைத் திறனும் தீர்ந்துவிடுகிறது எனவும்—இவற்றை மட்டுமே நாம் வேலை குறித்து அறிகிறோம். இயற்கை முழுவதிலும் உள்ள சக்திகளின் பலனுள்ள தொகைகளின் மொத்தமும் இயற்கை முழுவதிலும் நடைபெறுகிற எல்லா மாற்றங்களிடையேயும் எப்போதும் மாறாமல் நிரந்தரமாக உள்ளது என்றும் மேற்கூறியதிலிருந்து தொடர்கிறது என நாம் அறிகிறோம். வேலை என்ற கருத்து வளர்க்கப்படுவதுமில்லை, வரையறுக்கப்படுவதுமில்லை.* பெளதிக வேலை முழுவதற்கும்

* கிளர்க் மாக்ஸ்வேலைக் கலந்தாலும் நாம் முன்னேற முடியவில்லை. அவர் சொல்லுகிறார் ("Theory of Heat", 4 வது பதிப்பு, லண்டன், 1875, 87ம் பக்கம்): "தடங்கல் கடக்கப்படும் பொழுது வேலை செய்யப்படுகிறது"; 185ம் பக்கத்தில் "வேலை செய்வதற்குள்ள திறனே ஒரு வஸ்துவின் ஆற்றல்." இதைப் பற்றி நாம் அறியக் கூடியதெல்லாம் இவ்வளவே. எங்கெல்ல குறிப்பு.]

அடித்தளமான நிபந்தனையாக இருப்பது பண்புநிலையில் ஏற்படுகிற மாற்றம் வடிவ மாற்றமே என்பதை உணர்வதிலிருந்து அவரைத் தடுப்பது வேலையின் பரிமாணம் அளவு நிலை ரீதியாக மாறுவதில்லை என்பதேயாகும்.

“உராய்வும் நெகிழ்ச்சியற்ற மோதலும் யாந்திரீக வேலை அழிக்கப்பட்டு* அதற்குப் பதிலாக வெப்பம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற மாற்றப் போக்குகளாகும்” (“Pop. Vortr.” II, 166ம் பக்கம்)

என்று ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு கூறுகிற அளவுக்குப் போக முடிகிறது. உண்மை இதற்கு நேர்மாறாக உள்ளது. இங்கு யாந்திரீக வேலை அழிக்கப்படுவதில்லை; இங்கு யாந்திரீக வேலை செய்யப்படுகிறது. யாந்திரீக இயக்கமே அழிக்கப்படுவதாகத் தோற்றமளிக்கிறது. யாந்திரீக இயக்கம் அதன்மையதாக அழிக்கப்படுவதாகத் தோற்றமளிக்காமல், இயக்கத்தின் மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாற்றப்படாமல் ஒரு கிலோகிராம்-மீட்டரின் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கு அளவுக்குக்கூட வேலையை ஒருபோதும் செய்ய முடியாது.

ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட தொகையுள்ள யாந்திரீக இயக்கத்தின் வேலைத் திறன் என்பது அதனுடைய ஜீவசக்தி எனச் சொல்லப்பட்டதும், சமீப காலம் வரை அது mv^2 இல் அளவையிடப்பட்டதும் நாம் கண்டதே. இருந்தபோதிலும், இங்கு ஒரு புதிய முரண்பாடு எழுந்தது. ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு சொல்வதைக் கேட்போம். (“Erhaltung der Kraft”, 9ம் பக்கம்.) வேலையின் பரிமாணத்தை h உயரத்திற்குத் தூக்கப்பட்ட m பளுவினால் வெளியிட முடியும் எனவும் புவி ஈர்ப்புச் சக்தியை g என்று கொண்டால் அப்பொழுது வேலையின் பரிமாணம் $=mgh$ எனவும் நாம் இதில் படிக்கிறோம். ஏனெனில் வஸ்து m சுதந்திரமாகச் செங்குத்தான உயரம் h அளவுக்கு உயர அதற்கு நேர் வேகம் $v = \sqrt{2gh}$ தேவைப்படுகிறது; கீழே வீழ்ச்சியுறும் போதும் அதே நேர் வேகத்தை அது அடைகிறது. இதன் விளைவாக $mgh = \frac{mv^2}{2}$ ஆகிறது.

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

“பரிமாணம் $\frac{mv^2}{2}$ ஐ ஜீவசக்தியின் தொகையாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்; இதன் மூலமாக அது வேலையின் பரிமாணத்தின் அளவுக்கு முற்றிலும் சமமாக ஆகிறது. இது வரை ஜீவசக்தி என்ற கருத்து எவ்வாறு அனுஷ்டிக்கப்பட்டது என்கிற கண்ணோட்டத்திலிருந்து பார்க்கும் போது... இந்த மாற்றத்திற்கு முக்கியத்துவமில்லை, ஆனால் எதிர் காலத்தில் முக்கியமான நற்பலன்களை அது அளிக்கிறது”

என்று ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு கூறுகிறார்.

இதை நம்பவே கடினமாக இருக்கிறது. 1847ல் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு ஜீவசக்தியின் முந்திய தகவுப்பொருத்த அளவையையே அதனுடைய வரம்பற்ற அளவையாகத் தாம் எப்படி மாற்றிவிடுகிறார் என்பதைக் கவனிக்கத் தவறுகிற அளவுக்கு, mv^2 உடன் ஒப்பு நோக்கும் போது சௌகரியம் ஒன்றினாலேயே $\frac{mv^2}{2}$ தான் பொருத்தமுள்ளது எனச் சிபார்சு செய்வதின்மூலம் தமது துணிச்சலானச் சமாளித்தல் மூலமாகப் பெரும் கண்டுபிடிப்பைச் சாதித்ததைப் பற்றித் தன்னுணர்வும் கூட இல்லாத அளவுக்கு, வேலை, ஜீவசக்தி இவைகளின் பரஸ்பரத் தொடர்புகளைக் குறித்துச் சற்றும் தெளிவில்லாமல் இருந்தார்! சௌகரியத்துக்காகத்தான் இயந்திரவியல்வாதிகளும் $\frac{mv^2}{2}$ பொதுவாகச் செல்லத்தக்கதாகக் கொண்டனர். $\frac{mv^2}{2}$ என்பது கூடப் படிப்படியாகவே கணிதவியல் ரீதியாக நிரூபிக்கப்பட்டது. நௌமான் (“Allg. Chemie”, 7ம் பக்கம்)⁸⁴ அல்ஜிப்ராரீதியான ரூசுவை அளித்தார்; கிளாவுஸியஸ் (“Mech. Wärmetheorie”, 2. Aufl., I, 18ம் பக்கம்)⁸⁵ பகுப்பாய்வுத் துறையான ஒரு ரூசுவை அளித்தார்; கிரஹோவ் (முன்பு மேற்கோள் காட்டியது, 27ம் பக்கம்) இடத்தில் வேரோர் உருவத்தில் வித்தியாசப்பட்ட பகுத்தறிமுறையில் பெறப்பட்ட அதையே சந்திக்கிறோம். கிளர்க் மாக்ஸ்வெல் (முன்னமே மேற்கோள்காட்டியது, 88ம் பக்கம்) mv யிலிருந்து $\frac{mv^2}{2}$ என்பதை அல்ஜிப்ரா ரீதியாக நயமாகப் பகுத்தறிந்து அளிக்கிறார். இது நமது இரண்டு ஸ்காட்லாந்துவாசிகளான

தாம்ஸன் டெய்ப்ட் இருவரையும் கீழ்கண்டவிதமாக அறுதியிட்டிருக்கிறார் (முன்பு மேற்கோள் காட்டியது, 163ம் பக்கம்) தடுப்பதில்லை:

“அசைவில் உள்ள ஒரு வஸ்துவின் ஜீவசக்தி அல்லது இயங்காற்றல் கட்டிக்கும், நேர் வேகத்தின் வர்க்கத்திற்கும் ஒருங்கிணைப்பான தகவுப் பொருத்தம் உள்ளதாகும். நாம் முன்னைப் போலவே கட்டி, நேர் வேகம் இவற்றின் அதே அலகுகளை அனுஷ்டித்தால் (அதாவது கட்டியின் ஓர் அலகு, ஒரே அலகுள்ள நேர் வேகத்தில் அசைந்தால்) அப்பொழுது கட்டி, நேர் வேகத்தின் வர்க்கம் இவற்றின் பெருக்கற்பலனின் பாதியே இயங்காற்றல் என அதை வரையறுப்பதின் மூலம் குறிப்பான அனுகூலம்* பெறுகிறோம்.”

ஆகையால் இங்கு ஸ்காட்லாந்தின் முன்னணி இயந்திரவியல்வாதிகளான இவ்விருவரிடத்திலும் சிந்திக்கும் திறன் மட்டுமின்றிக் கணக்கிடும் திறனும் கூட நின்றுவிட்டது எனக் காண்கிறோம். குறிப்பான அனுகூலம், சூத்திரத்தின் சௌகரியம், எல்லாவற்றையும் மிக அழகான பாணியில் செய்து முடித்துவிடுகிறது.

வேலையைச் செய்ய ஒரு குறிப்பிட்ட தொகையிலான யாந்திரீக இயக்கத்திற்குள்ள திறனே ஜீவசக்தி எனக் கண்டுள்ள நமக்கு இந்த வேலைத் திறன் யாந்திரீக அளவுகளில் வெளியிடப்படுவதும் அதனால் உண்மையிலேயே செய்து முடிக்கப்படுகிற வேலையும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது; இதன்விளைவாக $\frac{mv^2}{2}$ என்பது வேலையை அளவையிடுகிறது என்றால், ஜீவசக்தியும் அதேமாதிரியாக $\frac{mv^2}{2}$ னால் அளவையிடப்பட வேண்டும். ஆனால் இதுவே தான் விஞ்ஞானத்திலும் நடைபெறுகிறது. தத்துவரீதியான இயந்திரவியல் ஜீவசக்தி என்ற கருத்திற்கு வருகிறது; எஞ்சினீயரின் செயல்துறை இயந்திரவியல் வேலை என்ற கருத்திற்கு வந்து அதைத் தத்துவவாதிகளின்மீது சுமத்துகிறது. கணக்கீடுகளில் முழுவிட்ட தத்துவவாதிகள், இந்த இரண்டு

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.— (ப-ர்.)

கருத்துகளுக்குள்ள தொடர்பை வருடக் கணக்கில் அங்கீகரிக்கத் தவறி ஒன்றை mv^2 னாலும் மற்றொன்றை $\frac{mv^2}{2}$ னாலும் அளவையிட்டு, கடைசியாகப் புரிந்துகொண்டால், ஆனால் கணக்கிட எளிதாக உள்ளது என $\frac{mv^2}{2}$ ஐயே இரண்டிற்கும் ஏற்றுக்கொண்டு, சிந்திப்பதற்கே பழக்கமற்றுப் போனவர்களானார்கள்!*

* “வேலை” என்ற சொல்லும், அதற்கு ஒத்தியல்பான கருத்தும் ஆங்கில எஞ்ஜினீயர்களிடமிருந்தே பெறப்பட்டது. ஆனால் ஆங்கிலத்தில் நடைமுறை வேலை ‘work’ (வேலை) எனவும் பொருளாதார அர்த்தத்தில் வேலை என்பது ‘labour’ (உழைப்பு) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து, பௌதிக வேலையும் ‘வேலை’ என்றே குறிக்கப்பட்டது; இதன்மூலம் வேலையென்பதை அதன் பொருளாதார அர்த்தத்துடன் குழப்பிக்கொள்வது என்பது தவிர்க்கப்பட்டது. ஜெர்மானிய மொழியில் விஷயம் இப்படியில்லை; இதனால் சமீபத்திய போலி விஞ்ஞானப் பிரசுரங்களில் வேலை என்பதின் பௌதிக அர்த்தத்தை உழைப்பாளிகளின் பொருளாதார நிலைமைகளுக்கும், பின்னர் தலை கீழாகவும் பலவித விநோத முறைகளில் அனுஷ்டிப்பது சாத்தியமாயிற்று. ஆனால் நமக்கும் கூட ‘Werk’ என்ற சொல் இருக்கிறது; அது ‘work’ என்ற ஆங்கிலச் சொல்லைப்போலவே பௌதிக வேலையைக் குறிக்க மிகச் சிறப்பாக ஏற்புடையதாகும். ஆனால், நமது இயற்கை விஞ்ஞானிகளுக்குப் பொருளாதாரம் என்பது மிகத் தூரமாக உள்ள ஒரு துறையாக இருப்பதால் ‘Arbeit’ என்ற சொல்லுக்குப் பதில்— அச்சொல் இப்போது பொது வழக்காகிவிட்டது—காலநாமதமாவதற்குமுன் அதைப் புகுத்துவதெனத் தீர்மானிப்பது அரிது. ‘Arbeit’ என்ற சொல்லுக்கு அக்கம்பக்கமாகவேனும் கிளாவுஸியஸ் மட்டுமே ‘Werk’ என்ற சொல்லை வைத்திருக்க முயற்சித்துள்ளார். [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

ஏற்றவற்ற உராய்வு. கான்ட்டும்,
தாம்ஸனும் டெய்ட்டும்

பூமியின் சுழற்சியும் சந்திரனின் கவர்ச்சியும்⁸⁶

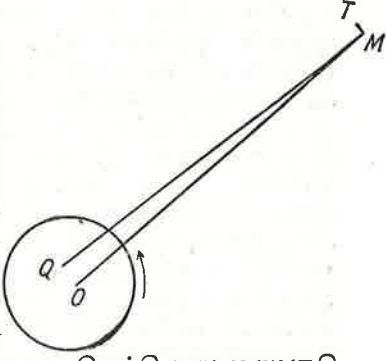
தாம்ஸன், டெய்ட்டு "Nat. Philos." I, பக்கம் 191ம்
(பாரா 276):

“பூமியைப்போல் தங்களுடைய காலியான மேல்பரப்பு களின் பகுதிகள் திரவத்தால் போர்த்தப்பட்டுள்ள எல்லாக் கோள்களும், கடலின் ஏற்றவற்ற இயக்கத்தை உராய்வு இடர்ப்படுத்துகிற காரணத்தால் மறைமுகத் தடைகளுக்கு⁸⁷ உட்படுகின்றன. இந்தக் கோள்கள் அண்டையிலுள்ள இதரக் கோள்களுடன் சார்புநிலையில் நகர்ந்தியங்கும் வரை அவை களின் சார்பு இயக்கங்களிலிருந்து ஆற்றலை இந்தத் தடைகள் உறிஞ்சிக்கொண்டே இருக்க வேண்டியுள்ளன. ஆகவே, முதலாவதாக, மாகடல்கள், ஏரிகள், ஆறுகள் இவைகளைக் கொண்டிருக்கிற பூமியின்மீது சந்திரனின் செயற்பாடு ஒன்றை மட்டும் வைத்து ஆலோசித்துப் பார்த்தாலும்கூட, அது பூமி தனது அச்சைச் சுற்றிச் சுழலுகிற கால அளவையும் இரண்டு கோள்களும் இயங்கா நிலை மையத்தைச் (centre of inertia) சுற்றுகிற சுற்றின் கால அளவையும் சமனப்படுத்துகிற போக்கியல்பு உள்ளதாக இருக்க வேண்டும் என்பது நமக்குப் புலனாகும்; ஏனெனில், இந்தக் கால அளவுகள் வித்தியாசப்படுகிறவரை பூமியின் மேற்பரப்பினுடைய ஏற்றவற்றச் செயற்பாடு அவைகளின் இயக்கங்களிலிருந்து ஆற்றலைக் கழித்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். இந்த விஷயத்தை இன்னும் விபரமாக நோக்கவும் அதே சமயத்தில் அவசியமற்ற சிக்கல்களைத் தவிர்க்கவும் சந்திரனை ஒரு சீரான பந்துருண்டைக் கோளமாக அனுமானித்துக்கொள்வோம். அதனுடைய கட்டிக்கும் பூமியினுடைய கட்டிக்குமிடையே ஈர்ப்புச் சக்தியின் பரஸ்பரச் செயல், எதிர்ச்செயல் என்பது அதனுடைய மையத்தினூடே செல்கிற ஒரு கோட்டின்

வழியே உள்ள ஒரே ஒரு சக்திக்குச் சமமாக இருக்கும்; சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருகிற கால அளவைக் காட்டிலும் பூமியின் சுழற்சி குறுகிய கால அளவில் நடைபெறுவதாக உள்ள வரை இதை இடர்ப்படுத்துவதாகத்தான் அது இருக்க வேண்டும்.* ஆதலால், விளக்கப் படத்தில் காட்டியுள்ள MQ கோட்டின் போன்றதொரு திசையில் அது இருக்கவேண்டும்; அது பூமியின் மையத்திலிருந்து ஏற்பட்ட பிறழ்ச்சியை, அதாவது OQவை, அவசியமாகவே பெரிதும் மிகையான முறையிலே, குறித்துக் காட்டுகிறது. தற்போது, MOவழியாகப் பூமியின் மையத்தை நோக்கியுள்ள முழு சக்திக்கும் ஏறத்தாழச் சம அளவு உள்ள சக்தியையும், MOவின் பரப்பிற்கு லம்பமாக உள்ள MT கோட்டின் திசையில் அத்துடன் ஒப்பு நோக்கில் சிறிதளவே உள்ள சக்தியையும் சேர்த்து உள்ளடக்கியதே MQ திசையில் சந்திரனின்மீது உள்ள யதார்த்தமான சக்தி எனக் கொள்ளலாம். பின்சொன்ன சக்தி சந்திரனின் பாதைக்குத் தொடு கோட்டுத் திசையை மிக ஓட்டியும், அதனுடைய இயக்கத்தின் செல் திசையிலும் இருக்கும். அப்படிப்பட்டதொரு சக்தி திடீரெனச் செயற்படத் துவங்கினால் முதலாவதாக, அது சந்திரனின் நேர் வேகத்தை அதிகப்படுத்தும்; ஆனால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின் வேக வளர்ச்சி காரணமாகப் பூமியினின்று எவ்வளவோ தூரத்துக்கு விலகிச் சென்று இருக்கும்—தொடு கோட்டுத் திசையில் இயங்கும் வேக வளர்ச்சிச் சக்தியால் எந்த அளவுக்கு நேர் வேகத்தைப் பெற்றதோ அந்த அளவான நேர் வேகத்தைப் பூமியின் கவர்ச்சியை எதிர்த்து இயங்கியதால் இழந்து விட்டிருக்கும் அளவுக்குப் பூமியினின்று தூரமாக விலகிச் சென்று இருக்கும். இழக்கப்பட்ட இயக்கத்தின் இயங்காற்றலைக் கொண்டு படிப்படியாக மையக் கோளிலிருந்து தூரத்தை அதிகரிப்பதும் மையக் கட்டியின் கவர்ச்சிக்கு எதிராகத் தனது சொந்த வேலைக்கு ஈடான அளவு திரும்பவும் ஏற்படுத்துவதும் ஒரு தொடர்ந்த தொடுகோட்டுச் சக்தியின்—இயக்கத்துடன் ஓட்டிச் செயல்படுகிற, கோள் பாதையின் வட்ட வடிவத்திலிருந்து எந்த ஒரு வினாடியிலும் ஒரு சிறு பிறழ்ச்சியை மட்டும் உண்டாக்கக்கூடிய அவ்வளவு சிறிய அளவினைக் கொண்ட சக்தியின்—பயனாகும். மையக் கோளைச் சுற்றிய இந்த இயக்கம் ஒரு மிகப் படிப்படியான சுழலேணிப் பாதையில் வெளிப்புறமாக விரிந்து செல்லும் போக்கியல் புடன் நிகழ்வதாக நாம் கருத்தில் கொண்டால் சூழ்நிலைகளைத்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

தெட்டெனப் புரிந்துகொள்ளலாம். தூரத்தின் தலைகீழ் வர்க்கமே (inverse square of the distance) சக்தியின் விதி என்றால், இயக்கத்தினுடைய திசையை ஒட்டிய நிலைகுலைவு உண்டாக்கும் தொடு கோட்டுச் சக்தியைப் போல இயக்கத்திற்கு எதிரான புவி ஈர்ப்பின் தொடு கோட்டு அடக்கக்கூறு இரு மடங்கு அதிகமாக இருக்கும்; ஆதலால், பின்சொன்னதற்கு எதிராக நடைபெற்ற வேலையின் அளவில் ஒருபாதியை முன்சொன்னது செய்கிறது; மறுபாதியை இயக்கத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட இயங்காற்றல் செய்கிறது. இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்கு (moment of momentum) என்ற கோட்பாட்டை உபயோகப்படுத்தினால் தற்போது ஆலோசனையிலுள்ள நிலைகுலைவின் பிரத்தியேகக் காரணம் சந்திரனின் இயக்கத்தின் மீது உண்டாக்குகிற முழு மொத்த விளைபயனையும் வெகு இலகுவாகக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவ்வாறு பூமி தனது அச்சைச் சுற்றிய சுழற்சியினால் இழக்கிற இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்கின் அளவுக்குச் சமமாக இயங்கா நிலைமையங்கனின் (centres of inertia) இயக்கங்களால், தங்களது பொது இயங்காநிலை மையத்திற்குச் சார்பு நிலையாக உள்ள பூமி, சந்திரன் இவற்றின் இயக்கங்களால், இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்கு எந்தச் சமயத்திலும் பெறப்படுகிறது என்பதை நாம் காண்கிறோம். தற்போது அசைந்து செல்லும் ரீதியில் பூமி சந்திரன் இவற்றின் இயங்கா நிலை மையங்களின் இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்குகளின் கூட்டுப்பலன் பூமிச் சுழற்சியின் இப்போதைய இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்கைப் போல 4.45 மடங்காக உள்ளது. முன்சொன்னதின் சராசரி சமதளப் பரப்பே (average plane) சூரியனின் வட்டவடிவப் பாதையாக (ecliptic) உள்ளது; ஆகையால், அவ்விரு இயக்கப் போக்குகளின் அச்சுகளும் ஒன்றுக்கொன்று $23^{\circ}27.5'$ டிகிரி சராசரி கோணத்தில் சாய்ந்துள்ளன; இதையே—சந்திரனுடைய இயக்கத்தின் சமதளப் பரப்பின் மீது சூரியனுடைய செயலாட்சியை இங்கு நாம் புறக்கணித்துவிடுவதால்—தற்பொழுது அவ்விரண்டு அச்சுகளின் யதார்த்த சாய்மானமாகக் கொள்ளலாம். ஆதலால், இதன் விளைபயனான, அல்லது ஒட்டுமொத்தமான இயக்க அளவின் இயக்கப் போக்கு, பூமியையடனு தற்போதைய சுழற்சியைப் போல் 5.38 மடங்கு



இருக்கும்; அதனுடைய அச்ச பூமியினுடைய அச்சுக்கு $19^{\circ}13'$ டிகிரி சாய்மானமாக இருக்கும். இதிலிருந்து ஏற்றவற்றங்களின்* இறுதியான போக்கியல்பு, ஒரு திடப்பண்டத்தின் இரு கூறுகளாகப் பாவித்துப் பூமியையும் சந்திரனையும் இந்த விளைபயன் அச்சைச் சுற்றி இந்த விளைபயன் இயக்கப் போக்கு கொண்ட சாதாரண ஒரே மாதிரியான சுழற்சிக்குக் கொண்ட வருவதாகும்: இச்சூழ்நிலையில் சந்திரனின் தூரம் (தோராயமாக) 1:1.46 விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறது; இது, இயங்காநிலை மையங்களின் இயக்க அளவின் தற்போதைய இயக்கப் போக்கின் வர்க்கத்திற்கும் இயக்க அளவின் முழு இயக்கப் போக்கின் வர்க்கத்திற்கும் உள்ள விகிதமாகும்; 1:1.77 விகிதத்திலுள்ள சுற்றின் காலக்கூறு அதே அளவுகளின் கனங்களாக (cubes) இருக்கும். ஆதலால், தூரம் 347,100 மைல்களாக அதிகரிக்கப்படவும் காலக்கூறு 48.36 நாட்களாக நீட்டப்படவும் செய்யும். பூமி சந்திரன் தவிர, பிரபஞ்சத்தில் வேறு இதரக் கோள் எதுவும் இல்லையெனில், அப்பொழுது இவ்விரண்டு கோள்களும் தங்களது பொதுவான இயங்காநிலை மையத்தைச் சுற்றி வட்டவடிவப் பாதைகளில் சாகுவதமாகச் சுழன்று கொண்டும், பூமி தனது அச்சைச் சுற்றி அதே காலக்கூறுக்குள் சுழன்றுகொண்டு சந்திரனை நோக்கி ஒரே முகத்தை எப்போதும் திருப்பிக்கொண்டும், எனவே, அதன் பரப்பின் மீதுள்ள எல்லாத் திரவங்களும் அதன் திடப்பகுதிக்குச் சார்பு நிலையான ஓய்வு நிலையில் உள்ளதாகவும் இருக்கும். ஆனால் சூரியன் இருப்பதின் காரணமாக விஷயங்கள் இப்படி சாகுவதமாக நீடிப்பதிலிருந்து தடுக்கப்படுகின்றன. சூரியனுக்குச் சார்பு நிலையான பூமியினுடைய சுற்றின் காலக்கூறில் (அதாவது ஒரு சூரிய தினத்தில் இரண்டு தடவை அல்லது, வேறு விதமாகச் சொன்னால், ஒரு மாதத்தில்) சூரிய ஏற்றவற்றங்கள்—இரண்டு தடவை ஏற்றம், இரண்டு தடவை வற்றம்—நிகழ்கின்றன. திரவப் பொருள் உராய்வு காரணமாக ஆற்றல் இழக்கப்படாமல்** இது நடந்தேற இயலாது. பூமி, சந்திரன் இவற்றின் இயக்கங்களில் இந்தக் காரணம் நிகழ்த்துகிற நிலைகுலைவின் முழு மாற்றப்போக்கையும் சுவடு கண்டு வரையறுப்பது எளிதல்ல; ஆனால் அதன் இறுதியான விளைவு பூமி, சந்திரன், சூரியன் இவற்றை ஒரே திடப் பண்டத்தின் கூறுகள் போல அவைகளின் பொதுவான இயங்கா நிலை மையத்தைச் சுற்றிச் சுழல வைப்பதாகவே இருக்கும்.

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

ஏற்றவற்ற உராய்வின் காரணமாகப் பூமியின் சுழற்சி இடர்படுத்தப்படுகிறதென்றும், இதன் விளைவு

“அதனுடைய (பூமியினுடைய) மேல்பரப்பு சந்திரனின் பால் சார்புரீதியான ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் பொழுது, அதாவது பூமியைச் சுற்றிச் சந்திரன் சுழல எடுத்துக்கொள்ளும் அதே காலக்கூறில் பூமியும் தனது அச்சைச் சுற்றிச் சுழலும் பொழுது, இதன் பயனாகப் பூமி எப்போதும் ஒரே பக்கத்தையே சந்திரனை நோக்கித் திருப்பிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது...”⁸⁸

தனது முடிவை அடையும் என்ற கண்ணோட்டத்தை 1754ல் முதன்முதலில் முன்வைத்தவர் காண்ட். இவ்விதம் இடர்படுத்துவது என்பதின் பிறப்பு ஏற்றவற்ற உராய்வில் மட்டுமே உள்ளது; ஆகையால், அது பூமியின்மீது திரவப் பொருள் பகுதிகள் இருப்பதிலிருந்தே எழுகிறது என்ற கருத்தோட்டத்தை அவர் கொண்டிருந்தார்:

“எவ்விதத் திரவப் பொருளுமின்றிப் பூமி மிக திடவஸ்துப் பகுதியாக மட்டுமிருந்தால் அது தனது அச்சைச் சுற்றி சுதந்திரமாகச் சுழலுவதில் சூரியன் அல்லது சந்திரனின் கவர்ச்சி யாதொரு வேறுபாட்டையும் உண்டாக்க இயலாது; ஏனெனில் அது நில உலக கோளத்தின் கிழக்கு மேற்கு இரு பகுதிகளையும் சம விசையுடன் இழுக்கிறது; எனவே, இப்பக்கமாகவோ அல்லது அப்பக்கமாகவோ எவ்விதச் சாய்மானத்தையும் உண்டாக்காது; இதன் விளைவாக, அதன்மீது வெளிப்புறத்திலிருந்து எவ்விதச் செயலாட்சியும் இல்லாதது போலத் தங்குதடையற்றுத் தொடர்ந்து சுழலப் பூமிக்கு முழுச் சுதந்திரமும் கிடைக்கச் செய்கிறது.”⁸⁹

இந்தப் பலனுடன் காண்ட் திருப்தியடைந்திருக்கலாம். பூமியினுடைய சுழற்சியின்மீது சந்திரனுடைய பாதிப்பு என்பதற்குள் இன்னும் ஆழமாக ஊடுருவிச் செல்ல அவசியமான எல்லா விஞ்ஞானரீதியான ஆதாரங்களும் அச்சமயத்தில் குறைவாகத்தான் இருந்தன. உள்ளபடியாகவே, காண்ட்டின் தத்துவம் பொதுப்படையான அங்கீகாரம் பெறவே ஏறத்தாழ நூறாண்டுகள் பிடித்தது; நீர் ஏற்றம் வற்றம் என்பன பூமியின் சுழற்சியின்மீது சூரியன் சந்திரன் இவற்றின் கவர்ச்சி

நிகழ்த்துகிற பாதிப்பின் கண்ணுக்குப் புலனாகி அம்சம் மட்டுமே என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட இன்னும் நீண்ட காலம் பிடித்தது.

இவ்விஷயத்தைப் பற்றிய இந்த அதிகப் பொதுமைத் தன்மையுள்ள கருத்தோட்டத்தையே தாம்ஸனும் டெய்ட்டும் அபிவிருத்தி செய்தனர். சந்திரன் சூரியன் இவற்றின் கவர்ச்சி நில உலகக் கோளின் திரவப் பொருள்களையோ அல்லது மேல்பரப்பையோ மட்டுமின்றிப் பொதுவாகப் பூமியின் கட்டி முழுவதையும், அதன் சுழற்சியை இடர்படுத்துகிற முறையில், பாதிக்கிறது. பூமிச் சுழற்சியின் காலக்கூறு, பூமியைச் சந்திரன் சுற்றுவதின் காலக்கூறுடன் ஒத்து இயைந்து வராதவரை சந்திரனின் கவர்ச்சி—இதை மட்டும் எடுத்து முதலில் பரிசீலிக்கும்பொழுது—இரண்டு காலக்கூறுகளையும் மேலும் மேலும் நெருங்கிக்கூடி வரும்படிச் செய்கிற விளை பயனையே கொண்டிருக்கும். (சார்பு நிலையான) மையக் கோளினுடைய சுழற்சியின் காலக்கூறு துணைக் கோள் சுற்றின் காலக்கூறைவிட நீண்டதாக இருந்தால் முன்சொன்னது படிப்படியாகக் குறுகிவரும்; பூமியின் வழக்கில் இருப்பதைப் போல அது குறுகியதாக இருந்தால் நீண்டு வரும். ஆனால், ஒரு வழக்கில் இயங்காற்றல் வெறுமையிலிருந்து சிருஷ்டிக்கப்படுவது என்பதோ, பிறிதொரு வழக்கில் அழிக்கப்படுவது என்பதோ கிடையாது. முதல் வழக்கில், துணைக்கோள் மையக் கோளுக்கு அருகாமையில் நெருங்கி வரும், அதன் சுற்றின் காலக்கூறும் குறுகி வரும்; இரண்டாவது வழக்கில், அதிலிருந்து தனது தூரத்தை அதிகரித்துக்கொண்டு, தன் சுற்றின் காலக்கூறைக் கூடுதலாக்கி வரும். முதலாவதுவழக்கில், துணைக் கோள் மையக்கோளை அணுகி வருவதால், மையக்கோள் வேக முடுக்கிய சுழற்சியினால் கூடுதலாக எவ்வளவு இயங்காற்றலைப் பெறுகிறதோ அதே அளவு ஒடுக்க நிலை ஆற்றலைத் துணைக் கோள் இழக்கிறது; இரண்டாவது வழக்கில், துணைக் கோள் தனது தூரத்தைக் கூடுதலாக்கிக்கொண்டு போகும் பொழுது, மையக் கோள் தனது சுழற்சியின் இயங்காற்றலில் எந்த அளவை இழக்கிறதோ அதே அளவு ஒடுக்க நிலை ஆற்றலைத் துணைக் கோள் பெறுகிறது. பூமி-சந்திரன் அமைப்பில் உள்ள

ஒட்டுமொத்தமான ஒடுக்க நிலை ஆற்றல், இயங்காற்றல் களான விசையியல் ஆற்றல் (dynamic energy) ஒரே அளவில் தான் இருக்கிறது; இந்த அமைப்பு முழுமையாக நடப்புக் காப்புப் போக்குள்ளதாகவே (conservative) இருக்கிறது.

சம்பந்தப்பட்ட பண்டங்களின் பௌதிக-இரசாயன அமைப்பின் சார்பு முற்றிலும் அற்றதாகவே இந்தத் தத்துவம் உள்ளது என்பதைக் காணலாம். சுதந்திரமான வானத்துக் கோள்களின்—அவைகளின் கட்டிகளுக்குச் தகவுப் பொருத்தமாகவும் அவைகளிடையே உள்ள தூரங்களின் வர்க்கத்திற்குத் தலை கீழ்த் தகவுப் பொருத்தத்திலும் உள்ள கவர்ச்சியினால் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ள அந்தக் கோள்களின்—இயக்கத்தின் பொது நியதிகளிலிருந்தே அது எழுகிறது. கான்ட்டின் ஏற்றவற்ற உராய்வுத்தத்துவத்தின் ஒரு பொதுமை வடிவமாக இந்தத் தத்துவம் எழுந்துள்ளது என்பது தெளிவு; கணிதவியல் துறையில் அதைத் திண்மைப்படுத்தியதாகக் கூடத் தாம்ஸனும் டெய்ட்டும் முன்வைக்கின்றனர். ஆனால் யதார்த்தத்தில் இது ஏற்றவற்ற உராய்வு என்கிற பிரத்தியேக வழக்கை விலக்கி வைத்துவிட்டது — நூலாசிரியர்களுக்கு இதைப் பற்றிச் சூசகமும் கூடத் தெரியவில்லை என்பது விந்தையே.

கட்டிகளின் இயக்கத்திற்கு இடர்பாடே உராய்வு; அப்படிப்பட்ட இயக்கத்தின் அழிவாக, எனவே இயங்காற்றலின் அழிவாக, அது பல நூற்றாண்டுகளாகக் கருதப்பட்டது. இயங்காற்றல் மூலக்கூறு ஆற்றலாக, வெப்பமாக, மாற்றப்படுவதின் இரண்டு வடிவங்களே உராய்வும் மோதலும் என்பன என்று இப்போது நமக்குத் தெரிகிறது. ஆதலால், உராய்வு முழுவதிலும் இயங்காற்றல் என்பது இழக்கப்படுவது விசையியல் என்ற அர்த்தத்தில் ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக மறுதோற்றம் எடுக்க அல்ல, ஆனால் வெப்பம் என்ற திட்டமான உருவில் மூலக்கூறு இயக்கமாகத் தோன்றவேயாகும். ஆகையால், உராய்வினால் இழக்கப்படுகிற இயங்காற்றல், முதலாவதாக, சம்பந்தப்பட்ட அமைப்பின் விசையியல் அம்சங்களுக்காக உண்மையிலேயே இழக்கப்படுகிறது. வெப்பத்தின் வடிவத்திலிருந்து இயங்காற்றலாக அது திரும்பவும்

மாற்றப்பட்டால் மட்டுமே விசையியல் ரீதியாகப் பலனுள்ளதாக இருக்கும்.

அப்படியானால் ஏற்றவற்ற உராய்வு சம்பந்தப்பட்ட வழக்கில் விஷயம் எவ்வாறு உள்ளது? இங்கும் கூடச் சந்திரனின் கவர்ச்சியினால் பூமிப்பரப்பின் மீதுள்ள நீர்ப்பகுதிகளுக்குச் செலுத்தப்படுகிற இயங்காற்றல் முழுவதும், நீரின் பிசுபிசுப்புத்தன்மையை முன்னிட்டு நீர்த்துகள்களிடையே உராய்வு மூலமாக அல்லது ஏற்றவற்ற இயக்கத்தை எதிர்த்து நிற்கிற பாறைகள் பொடிந்தும், கெட்டியான நிலப்பரப்பின் மீது நிகழ்கிற உராய்வு மூலமாக, வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது என்பது வெளிப்படை. இந்த வெப்பத்தில் நீர்ப் பரப்பின் மீது நீராவி யாகும் நிகழ்ச்சிக்கு உதவுகிற மிக நுண்ணியதான சிறிய அளவு மட்டுமே இயங்காற்றலாகத் திரும்பவும் மாற்றப்படுகிறது. ஆனால், பூமி-சந்திரன் என்கிற ஒட்டுமொத்த அமைப்பினால் நிலப்பரப்பின் ஒரு பகுதிக்கு அளிக்கப்படுகிற மிக நுண்ணியதான சிறிதளவு இயங்காற்றலும் கூட, முதலாவதாக, பூமியின் பரப்பிலேயே தங்கிவிடுகிறது; அங்கு நிலவுகிற நிலைமைகளின் ஆளுகைக்குட்பட்டதாகவும் அது உள்ளது; இந்த நிலைமைகள் அங்கு உயிர்ப்புடன் உள்ள ஆற்றல் முழுவதையும் ஒரே ஓர் இறுதியான முடிவை நோக்கி இட்டுச் செல்கின்றன: இறுதியில் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டு, கதிர் வீச்சு முறையில் அண்ட வெளிக்குள் செலுத்தப்படல்.

இதன்விளைவாக, பூமியினுடைய சுழற்சியின்மீது ஏற்றவற்ற உராய்வுக்கு எந்த அளவில் சர்ச்சைக்கு இடமற்ற இடர்படுத்துகிற விளைவு உள்ளதோ அந்த அளவுக்கு இந்த நோக்கத்திற்காக உபயோகிக்கப்படுகிற இயங்காற்றலை விசையியல் வழிப்பட்ட பூமி-சந்திரன் அமைப்பு முழுமையாகவே இழந்துவிடுகிறது. ஆதலால், அது மறுபடியும் இந்த அமைப்பிற்குள் விசையியல் ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக உருவெடுக்க இயலாது. வேறுவிதமாகச் சொல்வதெனில்; சந்திரனின் கவர்ச்சியின் மூலமாகப் பூமியின் சுழற்சியை இடர்படுத்தச் செலவிடப்பட்ட இயங்காற்றலில், நிலக் கோளத்தினுடைய திடத்தன்மையான கட்டியின் மீது செயற்படுகிற பகுதி மட்டுமே விசையியல் ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக முழுவதுமே திரும்பவும்

உருவெடுக்க இயலும்; எனவே, இதை ஒட்டியவாறு சந்திரனின் தூரம் அதிகமாவதின்மூலம் அது ஈடு செய்யப்படவும் செய்கிறது. மறு புறத்தில், நிலக் கோளத்தினுடைய திரவப் பொருள் கட்டிகளின்மீது செயற்படுகிற பகுதி, பூமியின் சுழற்சிக்கு எதிர்திசையில் அந்தத் திரவப் பொருள் கட்டிகளையே இயங்கவைக்காமல் இருக்கிற அளவுக்கே அவ்வாறு செயல்பட இயலும்; ஏனெனில், அப்படிப்பட்ட இயக்கம் பூரணமாகவே வெப்பமாக மாற்றப்பட்டு, கதிரியக்கத்தின் வழியாக அந்த அமைப்பு அதை இழந்துவிடுகிறது.

பூமியின் பரப்பின்மீது ஏற்றவற்ற உராய்வுக்குச் செல்லுபடியாகக் கூடியது, பூமியினுடைய ஊகித்துக்கொள்ளப்படுகிற திரவப் பொருள் உள்ளகத்தின் அடிக்கடி அனுமான ரீதியாகப் பாவித்துக்கொள்ளப்படுகிற ஏற்றவற்ற உராய்வுக்கும் சம அளவில் செல்லத்தக்கதே.

இந்த விஷயத்தின் விசித்திரமான பகுதி என்னவேனில், தாம்ஸனும் டெய்ட்டும் ஏற்றவற்ற உராய்வுத் தத்துவத்தை ஸ்தாபிப்பதற்காக, பூமி முழுமையாகவே ஒரு திடப்பண்டம் என்ற மெளனமான அனுமானத்திலிருந்து எழுகிற ஒரு தத்துவத்தை, ஆகையினால் ஏற்றவற்றங்களையும், அவற்றின் உராய்வையும் விலக்கி வைக்கிற ஒரு தத்துவத்தை, முன்வைக்கின்றனர்; இதை அவர்கள் கவனத்தில் கொள்ளவில்லை.

வெப்பம்⁹⁰

நாம் ஏற்கனவே கண்டது போல, யாந்திரீக இயக்கம், ஜீவசக்தி, இரண்டு வடிவங்களில் மறைந்துவிடுகிறது. ஒன்று, யாந்திரீக ஒடுக்க நிலை ஆற்றலாக—எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பளுவை மேலே தூக்கும்போது—மாறிவிடுகிறது. இந்த வடிவத்திற்கு ஒரு பிரத்தியேக இயல்பு உண்டு: யாந்திரீக இயக்கமாகத் திரும்பவும் இதை மாற்ற முடியும் என்பது மட்டுமின்றி—இந்த யாந்திரீக இயக்கத்திற்கு அசல் இயக்கத்தின் அதே ஜீவசக்தியும் கூட உண்டு—இந்த வடிவ மாற்றம் மட்டுமே அதற்குச் சாத்தியம். யாந்திரீக ஒடுக்கநிலை ஆற்றல் முதலில் மெய்யான யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்றப்பட்டாலன்றி அது வெப்பத்தையோ, மின்சாரத்தையோ உற்பத்தி செய்ய முடியாது. கிளாவுஸியுஸின் சொற்களின்படி அது “பின்னோக்கிச் செலுத்தத்தக்க மாற்றப்போக்கு” ஆகும்.

யாந்திரீக இயக்கம் மறைந்து போவதின் இரண்டாவது வடிவம் உராய்வுமே மோதலிலும் உள்ளது; இவ்விரண்டும் அளவில் மட்டுமே வித்தியாசப்படுகின்றன. ஒன்றையொன்று தொடர்ந்தும், அக்கம்பக்கமாகவும் நிகழ்கிற சிறு மோதல்களின் தொடர்ச்சியே உராய்வு எனவும், காலத்தின் ஒரு கணத்தில் ஒரு புள்ளியில் மையப்படுத்துப்பட்ட உராய்வே மோதல் எனவும் கருதலாம். நீடித்த மோதலே உராய்வு, முனைப்பு கொண்ட உராய்வு மோதல். இங்கு மறைந்து போகிற யாந்திரீக இயக்கம் அத்தன்மையுடையதாக இருப்பதிலிருந்து மறைகிறது. உடனே அதை அதிலிருந்து அப்படியாகவே திரும்பவும் நிலைநாட்ட இயலாது. இந்த மாற்றப்போக்கு நேரடியாகப் பின்னோக்கிச் செலுத்தத்தக்கதல்ல. இந்த இயக்கம் பண்பு நிலையில் வேறுபட்ட இயக்க வடிவம்

களுக்கு, வெப்பம், மின்சாரம் போன்றவைகளுக்கு—மூலக் கூறு இயக்க வடிவங்களுக்கு—மாற்றப்பட்டுள்ளது.

ஆகவே, யந்திரவியலின் ஆராய்ச்சிப் பொருளான கட்டிகளின் இயக்கம் என்பதிலிருந்து பௌதிகவியலின் ஆராய்ச்சிப் பொருளான மூலக்கூறு இயக்கத்திற்கு உராய்வும் மோதலும் இட்டுச் செல்கின்றன.

பௌதிகவியலை மூலக்கூறு இயக்கத்தின் இயந்திரவியல் என்று அழைக்கும் போது*, இச்செர்ல்வடிவம் தற்காலத்துப் பௌதிகவியலின் துறை முழுவதையும் எவ்விதத்திலும் தன்னுட்கொண்டுவிடவில்லை என்பதை நாம் காணத் தவறவில்லை. நிலை அதற்கு நேர்மாறாகவுள்ளது. ஒளி, கதிர் வீச்சு வெப்பம் என்கிற இயற்கை நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பொறுப்பான ஈதர் அதிர்வுகள் நவீன காலத்துப் பொருளில் மூலக்கூறுகளின் இயக்கங்கள் அல்லவே அல்ல. ஆனால் அவைகளின் நில உலகச் செயற்பாடுகள் முழு முதலாக மூலக்கூறுகள் சம்பந்தப்பட்டனவாகவே உள்ளன: ஒளிமுறிவு, ஒளியின் துருவகரணம் (polarisation), முதலானவை, சம்பந்தப்பட்டவந்துக்களின் மூலக்கூறு அமைப்பினாலேயே நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. அதே விதமாக, தற்போது மிக முக்கியமான விஞ்ஞானிகளும் கூட மின்சாரத்தை ஈதர் துகள்களின் இயக்கமாகக் கிட்டத்தட்ட ஏகமனதாகக் கருதுகின்றனர்; கிளாவுஸியுஸும் கூட,

“எடை ஈடுள்ள அணுக்களின் (ponderable atoms) இயக்கத்தில்” (இவற்றை மூலக்கூறுகள் என அழைப்பது நலம்) “...வஸ்துக்குள் உள்ள ஈதரும் பங்கு பற்ற இயலும்” (“Mechan. Wärmetheorie”, I, 22ம் பக்கம்)

என்று வெப்பத்தைப் பற்றிக் கூறுகிறார்.

ஆனால், மின்சாரம், வெப்பம் ஆகிய இயற்கை நிகழ்ச்சிகளில் மூலக்கூறு இயக்கங்களே திரும்பவும் பிரதானமாக ஆராய்வுக்குரியவையாக உள்ளன; ஈதரைப் பற்றிய நமது

* “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”, ஆங்கிலப் பதிப்பு, மாஸ்கோ, 1962, 95ம் பக்கம், இந்நூலில் 110-112, 118-119ம் பக்கங்களைக் காண்க.—(ப-ர்.)

ஞானம் அவ்வளவு குறைவாக உள்ளவரை அது வேறுவிதமாக இருக்க இயலாது. ஆனால் ஈதரின் இயந்திரவியலை வரையறுத்து முன்வைப்பது சாத்தியமாகும் அளவுக்கு நாம் சென்று விட்டோமெனில் அப்பொழுது, இயல்பாகவே, பௌதிக இயலுக்குத் தற்போது அவசியத்தை முன்னிட்டு ஒதுக்கப்பட்டுள்ளதின் பெரும்பகுதி இவ்விஷயத்திற்குள் வந்து அடங்கும்.

மூலக்கூறுகளின் உள் அமைப்பு மாற்றப்படுகிற அல்லது அழிக்கப்படுவதாகவும்கூட உள்ள பௌதிக மாற்றப்போக்கு களைப்பற்றிப் பின்னால் எடுத்துக்கொள்ளப்படும். பௌதிக வியலிலிருந்து இராசயனவியலுக்கு மாறுவது என்ற இடைநிலையில் அவை அடங்கும்.

மூலக்கூறு இயக்கத்தோடு மட்டுமே இயக்கத்தின் வடிவ மாற்றம் பூரண விடுதலை பெறுகிறது. இயந்திரவியலின் எல்லை யில் கட்டிகளின் இயக்கம் ஒரு சில இதர வடிவங்களை—வெப்பம் அல்லது மின்சாரம்—மட்டுமே தாங்க இயலும்; ஆனால், இங்கு வடிவ மாற்றத்திற்கான முற்றிலும் வேறுபட்ட, உயிர்த்துடிப்பு மிகுந்த திறனைக் காண இயலும். தெர்மோபைலில் வெப்பம் மின்சாரமாக மாறுகிறது; கதிர் வீச்சின் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்தில் அது ஒளியுடன் ஒருமை உள்ளதாக ஆகிறது; அது தன் முறைக்கு யாந்திரீக இயக்கத்தைத் திரும்பவும் உற்பத்தி செய்கிறது. வெப்பமும் ஒளியும் போல ஓர் இரட்டை ஜோடியாக உள்ள மின்சாரமும் காந்த சக்தியும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன என்பது மட்டுமின்றி வெப்பமாகவும், ஒளியாகவும், யாந்திரீக இயக்கமாகவும்கூட மாறுகின்றன. இவ்வடிவங்களின் எந்த ஒன்றின் ஒரு குறிப்பிட்ட தொகையை யும், பிறிதொன்றினதாக — கிலோகிராம்-மீட்டர்கள், வெப்ப அலகுகள், வோல்ட்டுகள்⁹¹ இப்படியாக—வெளியிடத்தக்க அப்படிப்பட்ட திட்டமான அளவை உறவுகளில் இது நடந்தேறுகிறது; இதற்கொத்த ரீதியில் அளவையின் எந்த ஓர் அலகையும் மற்றொன்றுக்குப் பெயர்த்துக் கூறவும் இயலும்.

யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டதின் நடைமுறைக் கண்டுபிடிப்பு மனித வரலாற்றின் துவக்கக்

காலத்தைக் குறிக்கிறது என்ற அளவுக்கு மிகத் தொன்மை வாய்ந்ததாகும். உழைப்புக் கருவிகள், மிருகங்களைப் பழக்குதல் என்ற ரீதியில் எந்தக் கண்டுபிடிப்புகள் அதற்குமுன் நிகழ்ந்திருந்தாலும் உராய்வின்மூலம் நெருப்பை உண்டாக்குவது என்பது மனிதர்கள் இயற்கையின் உயிர்வாழ்வற்ற ஒரு சக்தியைத் தங்களுக்கு ஊழியம் புரியப் பயன்படுத்தியதின் முதல் உதாரணமாகும். இந்த அசுர முன்னேற்றத்தின் ஏறக்குறைய அளவிடற்கரிய முக்கியத்துவம் எந்த அளவுக்கு மனித வர்க்கத்தின் மனதில் பதிந்துள்ளது என்பதை இன்றைய பாமர மூட நம்பிக்கைகள் இன்னும் காட்டுகின்றன. வெண்கலம், இரும்பு இவற்றின் உபயோகம் புகுத்தப்பட்ட வெகு காலத்திற்குப் பின்பும்கூட முதல் உழைப்புக் கருவியான கல்கத்தியின் கண்டுபிடிப்பு தொடர்ந்து கொண்டாடப்பட்டது; எல்லா மத சம்பந்தமான உயிர்பலிகளும் கல்கத்திகளைக் கொண்டே நிகழ்த்தப்பட்டன. யூதர்களின் பரம்பரைக் கதையின்படி, வனந்தரத்தில் பிறந்த மனிதர்களின் சுன்னத்துச் சடங்கு கல்கத்திகளைக் கொண்டே செய்ய வேண்டும் என ஜோஷுவா நியமம் செய்தார்;⁹² கெட்டுகளும் ஜெர்மானியர்களும் மனித உயிர்பலிச் சடங்குகளைக் கல்கத்திகளைக் கொண்டே நிறைவேற்றினர். ஆனால் இவையத்தையும் வெகு நாட்களுக்கு முன்னரே மறதி என்கிற இருளுக்குள் சென்று மறைந்தன. உராய்வின்மூலம் நெருப்பை உண்டாக்குவது என்பதின் விஷயம் வேறுவிதமாக இருந்தது. நெருப்பை உண்டாக்குவதின் இதர முறைகள் அறியப்பட்ட வெகு நாட்களுக்குப் பின்னரும் கூடப் பெரும்பாலான மக்களிடையே புனிதமான தீ ஒவ்வொன்றும் உராய்வின் மூலமே பெறப்பட வேண்டும். இன்னும்கூட, பெரும்பாலான ஐரோப்பிய நாடுகளில் அற்புதச் சக்தியுடைய நெருப்பு (உதாரணமாக, தொத்து நோய்களுக்கு எதிராக சொக்கப்பாளைக் கொடுத்துவது என்ற ஜெர்மனிய வழக்கம்) உராய்வின்மூலமே மூட்டப்பட வேண்டும் என்ற பாமர மூட நம்பிக்கை நீடித்திருக்கிறது. இவ்வாறு, நம்முடைய இன்றைய நாள் வரை, உலகிலேயே மிகக் கல்வி கற்ற மக்களிடையே பாமர மூட நம்பிக்கையிலும், பண்டைக்கால வழிபாட்டு-இதிகாச ரீதியான

நினைவுகளின் சொச்சங்களிலும் இயற்கையின்மீது மனித வர்க்கம் பெற்ற முதல் மகத்தான வெற்றியின் நன்றிபூர்வமான ரூபகம்—அரை பிரக்ஞையில்—தொடர்ந்து வாழ்கிறது.

இருந்த போதிலும், உராய்வின்மூலம் நெருப்பை உண்டாக்குவது என்ற மாற்றப்போக்கு இன்னும்கூட ஒருதலைப் பட்சமானதாகவே உள்ளது. இதன்மூலம் யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த மாற்றப்போக்கைப் பூரணத்துவம் பெறச் செய்யப் பின்னோக்கிப் போக வேண்டும்; வெப்பத்தை யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்ற வேண்டும். அப்பொழுதே, மாற்றப்போக்கின் வட்டம் — குறைந்தது முதல் கட்டத்திற்காவது—முழுமையடைவதால் மாற்றப்போக்கின் இயக்க இயலுக்கு நியாயம் வழங்கியதாக ஆகும். ஆனால், வரலாற்றிற்குச் சொந்த நடைவேகம் உண்டு; இறுதிப் பரிசீலனையில் அதனுடைய பாதை எவ்வளவுதான் இயக்க இயல்ரீதியாக இருந்தாலும், இயக்க இயல் வரலாற்றிற்காக நீண்ட காலம் அடிக்கடி காத்திருக்கும்படி நேர்கிறது. உராய்வின் மூலம் நெருப்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்கும், அலெக்ஸாண்டிரியா நகரத்து ஹீரோ (ஏறக்குறைய கி. மு. 120) என்பவர் நீராவி வெளிப்புறமாக ஊதப்படுவதால் சுழன்று இயங்கிய ஓர் யந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்ததற்குமிடையே பல்லாயிர மாண்டுகள் கழிந்திருக்க வேண்டும். மெய்யாகவே பயன்படுத்தத்தக்க யாந்திரீக இயக்கமாக வெப்பத்தை மாற்றக்கூடிய முதல் உபகரணமான முதல் நீராவி எஞ்சினை நிருமாணிக்க மேலும் ஏறக்குறைய இரண்டாயிரம் ஆண்டுகள் செல்ல வேண்டியதாயிற்று.

நீராவி எஞ்சின் உண்மையில் சர்வதேசரீதியான முதல் கண்டுபிடிப்பாகும்; இந்த யதார்த்த உண்மை, தனது முறைக்கு, ஒரு பிரம்மாண்டமான சரித்திரபூர்வமான முன்னேற்றத்திற்குச் சாட்சியம் பகர்கிறது. பாபேன் என்ற பிரெஞ்சுக்காரர் முதல் நீராவி எஞ்சினைக் கண்டுபிடித்தார்; அதை அவர் ஜெர்மனியில் வைத்துக் கண்டுபிடித்தார். பாபேன் கடிதப் போக்குவரத்திலிருந்து (அது கெர்லாந்து என்பவரால் வெளியிடப்பட்டது)⁹³ இப்போது நாம் அறிவது, சிலிண்டர், பிஸ்டன் இவைகளைப் பயன்படுத்தும் இயந்திரத்தைப் பற்றிய பிரதானக் கருத்தைப் பாபேனுக்கு அளித்தவர் தம்மைச் சுற்

றிலும் எப்போதும் ஒளிமிக்க கருத்துகளைத் தூவிக்கொண்டு அதனுடைய பெருமை தமக்கு அளிக்கப்படுமா அல்லது வேறு யாருக்காவதா என்பதைப் பற்றி அக்கறை கொள்ளாத ஜெர்மானியரான லைப்னிட்ஸ்தாம். இதைத் தொடர்ந்து உடனே ஆங்கிலேயர்களான சவேரி, நியூகாமென் ஆகியோர் அதையொத்த இயந்திரங்களைக் கண்டுபிடித்தனர்; இறுதியாக அவர்களுடைய நாட்டுக்காரரான வான் என்பவர் ஒரு தனியான கன்டென்ஸரைப் புகுத்தியதின் வாயிலாக நீராவி எஞ்சினைக் கோட்பாட்டளவில் இன்றைய நிலைக்குத் தூக்கினார். இத்துறையில் கண்டுபிடிப்புகளின் வட்டம் பூரணமாகியது; வெப்பத்தை யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்றுவது என்பது கைகூடியது. அதற்குப் பின்னால் நிகழ்ந்தது என்னவெனில் நுணுக்கங்களின் அபிவிருத்தியே.

ஆதலால், யாந்திரீக இயக்கத்திற்கும் வெப்பத்திற்கும் இடையே உள்ள உறவுகள் என்ற பிரச்சினையை நடைமுறை என்பது தனது சொந்தப் பாணியில் தீர்த்துக்கொண்டது. ஆரம்பத்தில், அது முதலாவதை இரண்டாவதாக மாற்றியது, அதன் பின்னர் இரண்டாவதை முதலாவதாக மாற்றியது. ஆனால் தத்துவத்தைப் பொறுத்தவரை நிலவரம் எவ்வாறு உள்ளது?

நிலைமை போதுமான அளவுக்குப் பரிதாபகரமாகவே இருந்தது. உராய்வினாலன்றி வேறுவிதமாக நெருப்பை உண்டாக்கத் தெரியாத காட்டுமிராண்டிகளான ஜனங்களைப் பற்றிய வர்ணனைகள் மலிந்துகிடக்கிற எண்ணற்ற பிரயாணக் குறிப்புகள் அதே பதினேழு, பதினெட்டு நூற்றாண்டுகளில் தோன்றிய போதிலும் பௌதிகவியல்வாதிகள் ஏறக்குறைய அவற்றில் அக்கறை கொள்ளவில்லை; அதற்குச் சம அளவிற்கு, பதினெட்டாவது நூற்றாண்டு முழுவதிலும், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்ப கால பத்தாண்டுக் கூறுகளில் நீராவி எஞ்சினைப் பற்றி அவர்கள் சிரத்தை கொள்ளவில்லை. யதார்த்த உண்மைகளைப் பெருமளவுக்குச் சும்மா பதிவு செய்வதோடு அவர்கள் திருப்தியுற்றனர்.

இறுதியாக, [19ம் நூற்றாண்டின்] இருபது-முப்பது ஆண்டுகளிடையே சாடி கார்ட்னோ என்பவர் விவகாரத்தைத் தன் கையில் எடுத்துக்கொண்டார்; பின்னால் க்ளாபெய்ரோன்

என்பவர் ஜியோமிதி வடிவத்தில் முன்வைத்த அவருடைய மிகச் சிறந்த கணக்கீடுகள் இன்றைக்கும் கிளாவுஸியஸ், கிளர்க் மாக்ஸ்வெல் ஆகியோரின் நூல்களில் தங்களது செல்லுபடியாகும் தன்மையைக் காப்பாற்றிக் கொண்டிருக்கும் அளவுக்கு அவ்வளவு திறமையாக இவ்வேலையைச் செய்து முடித்தார். சாடி கார்ட்னோ ஏறத்தாழப் பிரச்சினையின் அடித்தளத்திற்கே சென்றுவிட்டார். பிரச்சினைக்கு முழுமையான தீர்வு காண்பதிலிருந்து அவரைத் தடுத்தது யதார்த்த ஆதாரக்கூறுகளின் போதாமையல்ல, ஆனால் முன்பே புனைந்து கருதிக் கொள்ளப்பட்ட ஒரு பொய்யான தத்துவமே. இந்தப் பொய்யான தத்துவம் ஏதோ ஒரு வகை மனக் காழ்ப்புள்ள தத்துவவியலினால் பௌதிகவியல்வாதிகள் மீது திணிக்கப்பட்டதல்ல; ஆனால் இயக்க மறுப்பியல்-தத்துவவியல் முறையைக் காட்டிலும் மேம்பட்டதாகப் பௌதிகவியல்வாதிகள் சொல்லிக்கொள்கிற அவர்களுடைய சொந்த இயற்கைவாத ரீதியான சிந்தனையின் மூலமாக அவர்களாலேயே புனைந்து கொள்ளப்பட்டதொன்றாகும்.

பதினேழாவது நூற்றாண்டில், இங்கிலாந்திலாவது, வெப்பம் என்பது பண்டங்களின் ஒரு பண்பு என,

“அதனுடைய இயல்பு திருப்திகரமாக எப்போதுமே விளக்கப்படாத ஒரு பிரத்தியேக வகை இயக்கம்*” எனக் கருதப்பட்டது.

வெப்பத்தைப் பற்றிய யாந்திரீகத் தத்துவம் கண்டு பிடிப்பதற்கு இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இவ்விதமாகத் தான் தா.தாம்ஸன் அதை அழைத்தார். (“Outline of the Sciences of Heat and Electricity”, இரண்டாம் பதிப்பு, லண்டன், 1840.)⁹⁴ ஆனால் வெப்பம்—ஒளி, மின்விசை, காந்த விசை என்பனவும்கூட—ஒரு பிரத்தியேகப் பொருட் சத்து என்றும் இந்தத் தனி இயல்புக்கூறுள்ள பொருட்சத்துக்கள் எல்லாம் எடையற்றன, பளுவற்றன என்பதில் சாதாரண வஸ்துவிலிருந்து வித்தியாசப்படுகின்றன என்ற கண்ணோட்டம் பதினெட்டாவது நூற்றாண்டில் மேலும் மேலும் முன்னுக்கு வந்தது.

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

மின்விசை *

மின்விசையும் கூட, வெப்பத்தைப் போல, ஆனால் ஒரு வேறுபட்ட முறையில், நிச்சயமாகச் சர்வவியாபகமான இயல்பைப் பெற்றுள்ளது. மின்விசையார்ந்த இயற்கை நிகழ்ச்சிகள் பின் தொடராமல் ஏறக்குறைய எந்த மாற்றமும் பூமியின்மீது நிகழ்வதில்லை. தண்ணீர் ஆவியானால், ஒரு திக் கொழுந்து எரிகிறதெனில், மாறுபட்ட இரு உலோகங்கள் அல்லது மாறுபட்ட தட்பவெப்ப நிலையிலுள்ள இரு உலோகங்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டால், தாமிர சல்பேட் கரைசலில் இரும்பு பட்டால், இது முதலானவை நேரும்போது, அதிக மேலீடாக நிகழும் பௌதிக, இரசாயன வியல் நிகழ்ச்சிகளுடன் ஏகோபித்து மின்சார மாற்றப்போக்குகளும் நிகழ்கின்றன. மிகவும் மாறுபட்ட இயல்புகளுள்ள இயற்கை மாற்றப்போக்குகளை எந்த அளவுக்குக் கூர்மை

* இந்த அதிகாரத்தில் கண்ட யதார்த்தமான விஷயாதாரங்களுக்குப் பிரதானமாக வீடெமானின் "Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus", 2 B-de, in 3 abt., 2 Auflage, Braunschweig, 1872-74,⁹⁵ நூலையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளோம்.

"Nature" என்ற சஞ்சிகையின் 1882 ஜூன் 15ல் வெளியிடப்பட்ட இதழில், "இந்த வியக்கத்தக்க தனிநூல், அது வெளிவரவிருக்கும் உருவில், நிலை மின்னியலும் (electro-statics) சேர்ந்து, இப்போது இருப்பதிலேயே மின்விசையைப் பற்றிய மகத்தான பரிசோதனைரீதியான தனி நூலாக இருக்கும்"⁹⁶ என்று அதைப் பற்றிய குறிப்பு ஒன்று உள்ளது. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

யாகப் பரிசீலிக்கிறோமோ அந்த அளவுக்கு மின்விசை இருப்பதற்கான சான்றுகளையும் நாம் காண்கிறோம். மனித வர்க்கத்திற்குத் தொழில் துறையில் ஊழியம் புரியச் சென்ற அரை நூற்றாண்டாக மின்சாரம் மேலும் மேலும் பயன்படுத்தப்பட்டபோதிலும், அதற்குச் சர்வவியாபகமான தன்மை இருந்தபோதிலும் இந்த இயக்க வடிவத்தின் இயல்பே அதிகப்பட்டசம் இருளால் சூழப்பட்டதாக இன்னும் கூட உள்ளது. கால்வானிக் மின்னோட்டத்தின் கண்டுபிடிப்பு பிராணவாயுவின் கண்டுபிடிப்பிற்கும் சுமார் 25 ஆண்டுகள் பிந்தியதாகும்; பின்சொன்ன கண்டுபிடிப்பு இரசாயனவியலுக்கு எவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததோ அந்த அளவுக்குக் குறைந்தபட்சம் மின்விசைத் தத்துவத்திற்கு முன்சொன்னது முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இருந்தாலும், இரு துறைகளுக்கும் இன்று எவ்வளவு வித்தியாசம்! இரசாயனவியலில், விசேஷமாக டால்டனுடைய அணு எடை கண்டுபிடிப்பின் புண்ணியத்தால், பெற்ற சாதனைகளைக் குறித்து ஒழுங்கும் சார்புநிலை நோக்கில் உறுதிப்பாடும் உள்ளன, இன்னும் வெல்லப்படாத பிரதேசத்தின்மீது ஏறக்குறையத் திட்டமிட்ட, முறையான தாக்குதலும் இருக்கிறது; ஒரு கோட்டையின் முறையான முற்றுகைக்கே இதை ஒப்பிடலாம். மின்விசை தத்துவத்தில் ஐயப்பாடுள்ள புராதனப் பரிசோதனைகளின் வெறிச்சோடிய ஓட்டை உடைசல் குவை இருக்கிறது; அது திட்டமாக ஊர்ஜிதம் செய்யப்படவுமில்லை அல்லது திட்டமாக மறுதளிக்கப்படவுமில்லை; இருட்டில் நிச்சயமற்றுத் துழாவுவதாக உள்ளது; தனிமைப்பட்டு நிற்கிற பலபல தனிநபர்களின் ஒருங்கிணைக்கப்படாத ஆராய்ச்சியும் பரிசோதனைகளும் உள்ளன, அவர்கள் நாடோடிக் குதிரை வீரர்களின் கும்பலைப்போலத் தங்களது சிதறிய சக்திகளைக் கொண்டு தெரியாத பிரதேசத்தைத் தாக்குகின்றனர். இந்த விஞ்ஞானம் முழுவதற்கும் ஒரு மையமான இயங்கு புள்ளியைக் கொடுத்து ஆராய்ச்சிக்கு ஓர் உறுதியான அஸ்திவாரத்தை அளிக்கிற டால்டனுடையதைப் போன்றதொரு கண்டுபிடிப்பு மின்விசைத் துறையில் இன்னும் தேடப்பட வேண்டியுள்ளது என்பதை உண்மையில் ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டியதே. மின்

விசைத் தத்துவத்திலுள்ள இந்தக் குழப்பமான நிலைமையின் காரணமாகவே, சாராம்சத்தில், ஒரு விரிவான தத்துவத்தை ஸ்தாபிப்பதற்குத் தற்பொழுது சாத்தியமில்லாமல் இருக்கிறது; இத்துறையில் ஒருதலையான அனுபவவாதம் நிலவவும் அதுவே பொறுப்பாகவுள்ளது; இந்த அனுபவவாதம் முடிந்த வரை தன்னுடைய சிந்தனைக்குத் தடை விதித்துக்கொண்டு, இக்காரணத்தாலேயே பிழையுடன் சிந்திக்கிறது மட்டுமின்றி யதார்த்தமான ஆதாரக்கூறுகளை விசுவாசமாகத் தொடர்ந்து பின்பற்றிச் செல்லவோ அல்லது விசுவாசமாக அவைகளை அறிக்கை செய்யவோ அதனால் முடியவில்லை; ஆகையால் அது உண்மையான அனுபவவாதத்திற்கு எதிரான தொன்றாக மாறிவிடுகிறது.

இயற்கையைப் பற்றிய ஜெர்மன் தத்துவவியலின் கிறுக்குத்தனமான a priori* ரீதியான ஊகப்புனைவுகளைப் பற்றிப் போதிய அளவு மோசமாக எதுவுமே சொல்ல இயலாத அப்படிப்பட்ட இயற்கையியல் விஞ்ஞானிகளைப் பொதுவாக அனுபவவாதக் கருத்தோட்டத்தைச் சார்ந்த தத்துவார்த்த-பௌதிகவியல் நூல்களை—தற்காலத்தவையை மட்டுமின்றி அதற்கு முந்திய காலகட்டத்தைச் சேர்ந்தவைகளையும்—படிக்குமாறு சிபார்சு செய்தால் இது விசேஷமாக மின்விதைத் தத்துவத்திற்கு நலமாக இருக்கும். தாமஸ் தாம்ஸன் எழுதிய “An Outline of the Sciences of Heat and Electricity” என்று 1840-வது ஆண்டில் வெளிவந்த ஒரு நூலை எடுத்துக்கொள்வோம். முதியவர் தாம்ஸன் அவர் காலத்தில் உள்ளபடியாகவே ஒரு நிபுணர்; மேலும், இன்றைய வரைக்குமே மின்னியல்வாதிகளில் பெரியவரான பாரடே இயற்றியவற்றில் கணிசமான பகுதியை ஏற்கனவே அவர் தமது செயல் முடிவுக்காகக் கைப்பெற்றிருந்தார். இருந்தாலும் கூட, இவருடைய நூல் இயற்கையைப் பற்றிய மிக முந்திய ஹெகலியவாதத் தத்துவவியலின் இயைபான பகுதியிலுள்ள

* அனுபவத்தை அடிப்படையாகக் கொள்ளாத, அனுபவத்துக்கு முந்திய கருத்துமுதலான.—(ப-ர்.)

கிறுக்குத்தனங்களைக் குறைந்த பட்சம் அதே அளவுக்குத் தன்னுள்ளும் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, மின்பொறி (electric spark)யைப் பற்றிய விவரணை ஹெகலின் இயைபான பகுதியிலிருந்து நேரடியாக மொழிபெயர்க்கப்பட்டிருக்கலாம். மின்பொறியின் யதார்த்தமான இயல்பும் பல தரப்பட்ட தன்மையும் அறியப்படும் முன்னர் பல ஆட்கள் அதில் கண்டறிய முயன்ற எல்லா அதிசயங்களையும்—தற்போது அவை விசேஷ வழக்குகள் அல்லது பிழைகள் எனப் பிரதானமாக எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளன—அவர்கள் இருவருமே எண்ணிக்கையிட்டனர். இதற்கும் மேலே சென்று தாம்ஸன், பக்கம் 416ல் டெஸ்ஸேனின் அதைப் பாட்டிக் கதைகளையும் மிக முக்கியத்துவத்துடன் திருப்பிக் கூறுகிறார்; எடுத்துக்காட்டாக, பாரமானி மேலெழும்பிக்கொண்டும், வெப்பமானி கீழே நோக்கி வீழ்ந்து கொண்டும் இருக்கும் போது கண்ணாடி, பிசின், பட்டு முதலானவை பாதரசத்தில் அமிழ்த்தப்பட்டால் எதிர்மின்னேற்றம் பெறும், பாரமானி வீழ்ந்து கொண்டும் வெப்பமானி ஏறிக்கொண்டும் இருந்தால் நேர் மின்னேற்றம் பெறும்; வேனிற்காலத்தில் தங்கமும் இதர சில உலோகங்களும் வெப்பமேற்றப்படிநேர்மின் ஏற்றமும் குளிர்விக்கப்படில் எதிர்மின் ஏற்றமும் பெறும்; ஆனால் குளிர்காலத்தில் அவை பின்முன்னாக மாற்றமடையும்; பாரமானியின் ஏறிய நிலையில் வடக்குக் காற்று வீசும்போது அதிகமான மின்னேற்றத்தை அவை அடையும், வெப்பம் கூடினால் நேர்மின் ஏற்றமும், குறைந்தால் எதிர்மின் ஏற்றமும் பெறும் என்று சொல்லப்படும் முதலானவை. யதார்த்த உண்மைகள் கையாளப்பட்ட முறைக்கு இது போதுமானதாகும். A priori ஊகப்புனைவுகளைப் பொறுத்தவரை மின்பொறியைப் பற்றிய கீழ் கண்ட தத்துவத்தை நமக்குப் பரிந்தளிக்கிறார்; அது வேறு யாருமல்ல, பாரடேயிடமிருந்தே நேராகப் பெறப்பட்டதாகும்:

“மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட முடியாத அனேக துகள்களினுடைய துருவகரணம் செய்யப்பட்ட மின்தூண்டல் நிலை ஒரு மிகச் சிறிய, வரையறுக்கப்பட்ட இடத்தை வியாபித்

துள்ள ஒரு சில துகள்களின் பிரத்தியேகச் செயற்பாட்டால் தாழ்ப்படிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுவது அல்லது ஒரு மின் போக்கு (discharge) நிகழ்வது என்பதே மின்பொறியாகும். மின்போக்கு நிகழும் இடத்திலுள்ள ஒரு சில துகள்கள் கேவலம் பிரித்து உந்தப்படுகின்றன என்பது மட்டுமல்ல, ஆனால், அவை ஒரு தனியியல்பு சார்ந்த நிலையை, மிகவும் உன்னத நிலையை அப்போதைக்கு அடைகின்றன; அதாவது, சூழ்ந்துள்ள சகல சக்திகளையும் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாக அவைகளின்மீது உந்திவிடுகின்றன; இரசாயனவியல் ரீதியாக இணையும் அணுக்களின் உக்கிர நிலைக்கு ஒரு வேளை சமமாக உள்ள நிலைக்குத் தகவ்ப் பொருத்த அளவில் எழும்பி, நம்மால் இன்று அறியப்படாமல் உள்ள ஒரு வினைப்பாட்டின் மூலம் ஒருக்கால் அந்த அணுக்கள் தங்களுடைய சக்தியை வெளிவிடும் அதே பாணியில், இவையும் தங்களுடையதை வெளிவிடுகின்றன; இவ்விதம் இது முழுவதும் முடிவடைகின்றது என்று பாரடே கருதுகிறார். மின்போக்கை நிகழ்த்துகிற துகள்களின் ஸ்தானத்தில் ஓர் உலோகத் துகள் வைக்கப்பட்டிருந்தால் என்ன நிகழுமோ அதற்கு மிகப் பொருந்திய தொன்றே இறுதியான விளைவாக இருக்கும்; இரு வழக்குகளிலும் செயலின் கோட்பாடுகள் ஒன்றே என இதற்குப் பிறகு நிறுபிப்பது அசாத்தியமெனத் தோன்றவில்லை.⁹⁷ “பாரடேயின் விளக்கத்தை அவருடைய வார்த்தைகளிலேயே கொடுத்திருக்கிறேன்; ஏனெனில், அது எனக்குத் தெளிவாக விளங்கவில்லை” என்று தாம்ஸன் மேலும் கூட்டிச் சொல்லுகிறார்.

மின்பொறியில் “மின் ஏற்றம் பெற்ற பண்டத்தின் விசேஷ வஸ்துத்தன்மை மாற்றப்போக்கிற்குள் இன்னும் கூடப் புகவில்லை; ஆனால், சாதாரணமாகவும் ஆன்மீக முறையிலும் மட்டுமே அதற்குள் அது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது” என்றும், மின்விசை என்பது “அந்தப் பண்டத்திற்கு உகந்த சினம், பொங்கி நுரையும் தன்மை” என்றும், “ஒவ்வொரு பண்டமும் கிளர்ச்சியுறும் போது அது வெளிக்காட்டுகிற” அதனுடைய “சினமடைந்த ஆத்மாவே அது” என்றும் (“Naturphilosophie”, பாரா 324, அனுபந்தம்)⁹⁸ ஹெகலின் நூலில் படிக்கும் போது இதர ஆட்களின் அனுபவமும் கட்டாயம் அதே மாதிரியாகத்தான் இருக்கும். இருந்தாலும் கூட ஹெகல், பாரடே இருவரின் அடிப்படைக் கருத்தும் ஒன்றே. மின்விசை என்பது பொருளின் ஒரு நிலை அல்ல,

ஆனால் ஒரு விசேஷ, தனித்தன்மை வாய்ந்த வகை என்ற கருத்தை இருவருமே எதிர்க்கின்றனர். மின்பொறியில் மின் விசையானது எந்த ஓர் அயல் வஸ்துவின் பொது அடிப்படையிலிருந்தும் பிரிக்கப்பட்டுள்ள, எந்தச் சார்பும் இல்லாத சுதந்திரமானதொன்றாக, அதே சமயத்தில் புலன்களுக்குப் புலப்படக் கூடியதொன்றாக, மேலீடாகக் காட்சியளிக்கிறபடியால் விஞ்ஞானம் அன்று இருந்த நிலைமையில் அவர்கள் எல்லா வஸ்துவிருந்தும் ஒரு கண நேரத்திற்கு மட்டுமே பிரிந்துபோன ஒரு “சக்தி”யின் இடைநிலை இயற்கை நிகழ்ச்சி வடிவம் அது என்று கருத வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. நம்மைப் பொறுத்தவரை இயல்பாகவே இந்தப் புதிருக்குத் தீர்வு கண்டறியப்பட்டுவிட்டது; ஏனெனில், உலோக மின்வாய்களிடையே (electrodes) மின்பொறி வெளியேற்றம் நிகழும்போது மெய்யான “உலோகத் துகள்கள்” ஒன்றி விருந்து மற்றொன்றிற்குத் தாவுகின்றன என்பதும் எனவே “மின் ஏற்றம் பெற்ற பண்டத்தின் விசேஷ வஸ்துத் தன்மை” யதார்த்தத்தில் “மாற்றப்போக்கிற்குள் புகுகின்றது” என்பதும் நமக்குத் தெரியும்.

வெப்பம், ஒளி இவற்றைப்போலவே மின்விசையும், காந்தவிசையும் எடையீடற்ற விசேஷப் பொருட் கூறுகளாகவே ஆரம்பத்தில் கொள்ளப்பட்டன என்பது நன்கறியப்பட்டதே. மின்விசையைப் பொறுத்தவரை இரண்டு எதிரெதிரான பொருட் சத்துகள், இரண்டு “திரவப் பொருள்கள்”, ஒன்று நேர்த்தன்மை மற்றொன்று எதிர்த்தன்மை கொண்டவை, உள்ளன என்றதும், “பிரிக்கும் மின்சக்தி” என்று சொல்லப்படுகிறதொன்றால் வலுவைக் கொண்டு பிரிக்கப்படாதவரை அவை சகஜ நிலையில் ஒன்றையொன்று நடுநிலைப்படுத்திவிடும் என்றதுமான கருத்து வெகு துரிதமாக வளர்ந்தது என்பது நன்றாக அறியப்பட்டதே. ஆகவே இரண்டு பண்டங்களுக்கு—ஒன்றை நேர் மின்விசையுள்ளதாகவும், மற்றொன்றை எதிர் மின்விசையுள்ளதாகவும்—மின்னேற்ற மளிப்பது சாத்தியப்படும்; ஒரு மூன்றாவது மின்கடத்திப் பண்டத்தைக் கொண்டு அவ்விரண்டையும் இணைத்தால் அப்பொழுது சூழ்நிலைகளை அனுசரித்து திடீரென்று அல்லது ஒரு

தொடர்ச்சியான மின்னோட்டத்தின் வாயிலாகச் சரிநிகர் நிலையை அவை எய்துகின்றன. திடீரென்று ஏற்படும் சரிநிகர் நிலை என்பது எளிதாகவும் புரியத்தக்கதாகவும் தோன்றியது; ஆனால், மின்னோட்டம் என்பது இடையூறுகளை அளித்தது. ஒவ்வொரு வழக்கிலும் மின்னோட்டம் என்பது சுத்தமான நேர் மின்விசை அல்லது சுத்தமான எதிர் மின்விசையின் இயக்கமே என்ற மிக இலகுவான அனுமானத் தத்துவத்தை பேற்றனர் என்பவரும் கூடுதலான விபரங்களுடன் வேபர் என்பவரும் எதிர்த்தனர்; ஒவ்வொரு மூடிய மின் சுற்றிலும் பண்டங்களின் எடையீடுள்ள மூலக்கூறுகளிடையே அக்கம் பக்கமாகக் கிடக்கிற செல்வழிகளினூடே எதிரெதிரான திசைகளில் இரண்டு சம அளவு நேர், எதிர் மின்விசைகள் பாய்கின்றன என்ற கருத்தைக் கொண்டு அவர்கள் இந்த அனுமானத் தத்துவத்தை எதிர்த்தனர். இந்தத் தத்துவத்தை வேபர் கணிதவியல் ரீதியாக விபரமாக நுணுக்கப் படுத்திய தானது ஒரு சார்புப் பரிமாணம் (function)—நமக்கு இங்கு இதில் நாட்டம் இல்லை— $\frac{1}{r}$ பரிமாணத்தைக் கொண்டு

பெருக்குகிற விளைவுக்கு வந்து சேருகிறது; இதில் $\frac{1}{r}$ என்பது “ஒரு மிலிகிராமுக்கும் மின்விசையின் அலகுக்கும்... உள்ள விகிதத்தைக்” குறிக்கிறது. (வீடெமான்,—“Lehre von Galvanismus”, etc., 2. Aufl. III, 569ம் பக்கம்.) ஒரு பளுவின் அளவையுடன் இணைக்கப்பட்ட இந்த வகிதம், இயல்பாக, ஒரு பளு விகிதமாக மட்டுமே இருக்க முடியும். எனவே, எடையீடற்ற மின்விசையை எடையீடுள்ளதாக ஆக்கி, கணிதவியல் கணக்கீட்டிற்குள் பளுவைப் புகுத்திவிட்டு இங்கு கணக்கிடுவதில் சிந்தனையின் செயல்முறையையும் மறந்துபோகிற அளவுக்கு ஒருதலைப் பட்சமான அனுபவவாதம் ஏற்கனவே சென்றுவிட்டது.

வேபரால் வடித்தெடுக்கப்பட்ட சூத்திரங்கள் குறிப்பிட்ட வரையறைகளுக்குள் மட்டுமே பொருந்தியவையாக இருந்தன; பிரத்தியேகமாக, ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் ஆற்றலின் அழியாக் கோட்பாடுடன் முரண்படுகிற பலன்களைச் சில

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான் அவற்றைக்கொண்டு கணினித் தார். எதிரெதிர் திசைகளில் பாய்கிற இரட்டை மின்னோட்டம் என்கிற வேபரின் அனுமானத் தத்துவத்திற்கு எதிராக 1871ல் கா. நெய்மான் மற்றொரு அனுமானத் தத்துவத்தை முன்வைத்தார்; அதாவது, மின்னோட்டத்தில், இரண்டு மின்விசைகளில் ஒன்றுமட்டும்—உதாரணமாக நேர் மின்விசை—இயங்குகிறது; அதேபொழுதில், மற்றொன்றான எதிர்மின்விசை பண்டத்தின் கட்டியுடன் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். வீடெமான் இந்தக் குறிப்பையும் அதில் சேர்த்துக் கொள்கிறார்:

“எதிரெதிர் திசைகளில் பாய்கிற மின்கட்டிகளின் $\pm \frac{1}{2}e$ இரட்டை மின்னோட்டம் என்ற வேபரின் உத்தேசக் கருத்துடன் நேர் மின்னோட்ட திசையில் $\pm \frac{1}{2}e$ அளவுகளுள்ள மின்விசையை எடுத்துச் செல்கிற வெளிப்புறமாகச் செயல்பாடற்ற நடுநிலை மின்விசையின் ஓட்டம்* என்பதையும் கூட்டிக் கொண்டால் வேபரின் அனுமானத் தத்துவத்துடன் மேலே குறிப்பிட்ட அனுமானத் தத்துவத்தையும் இணைக்க இயலும்.” (III, 577ம் பக்கம்.)

இந்தத் தத்துவப் பிரேரணை ஒருதலை அனுபவவாதத்தின் இயல்பை மீண்டும் சித்திரிக்கிறது. மின்விசையைப் பாயச் செய்ய வேண்டுமென்றாலேயே அது நேர், எதிர் மின்விசைகளாகக் கூறுபடுத்தப்படுகிறது. இந்த இரு பொருட்சத்துக்களைக் கொண்டு மின்னோட்டத்தை விளக்கச் செய்யப்படும் முயற்சிகளெல்லாம் இன்னல்களுக்குள்ளாகின்றன: ஒவ்வொரு வழக்கிலும் அவைகளில் ஒன்று மட்டுமே மின்னோட்டத்தில் உள்ளதாக இருக்கிறது என்றும் அவை இரண்டும் ஏககாலத்தில் எதிரெதிர் திசைகளில் பாய்கின்றன என்றும் உள்ள இரண்டு அனுமானங்களும், இறுதியாக, ஒன்று பாய்கின்றது, மற்றொன்று ஓய்வு நிலையில் உள்ளது என்ற மூன்றாவது அனுமானமும். கடைசியாகச் சொன்ன அனுமானத்தை நாம் ஏற்றுக்கொள்வது என்றால், நிலை மின்னியல் கருவியிலும் லேய்டன் முகவையிலும் போதுமான சலனத் தன்மை பெற்று

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

உள்ள எதிர் மின்விசை, மின்னோட்டத்தில் பண்டத்தின் கட்டியுடன் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது என்ற விளக்க முடியாத கருத்தை நாம் எவ்வாறு விளக்குவது? மிக இலகுவாக. கம்பியின்வழியாக வலது பக்கம் பாய்கிற நேர் மின்விசை + eயும், இடப்பக்கமாகப் பாய்கிற எதிர் மின்விசை - eயும் இவற்றுடன் நாம் மற்றுமொரு மின்னோட்டத்தை, இப்போது நடுநிலை மின்விசையினுடையதை $\pm \frac{1}{2}e$ வலப்பக்கமாகப் பாயச் செய்கிறோம். முதலாவதாக, இரு மின்விசைகளும் பாய வேண்டுமென்றாலேயே ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிக்கப்பட வேண்டும் என அனுமானித்துக் கொள்கிறோம்; பின்னர் பிரிக்கப்பட்ட மின்விசைகளின் பாய்ச்சலால் நிகழ்கிற நிகழ்ச்சிகளை விளக்குவதற்காக அவை பிரிக்கப்படாமலும் பாய முடியும் எனவும் அனுமானித்துக்கொள்கிறோம். ஒரு குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சியை விளக்குவதற்கு முதலில் ஓர் உத்தேசத்தை மேற்கொள்கிறோம்; முதல் இன்னல் எதிர் பட்டவுடன் நாம் இரண்டாவது உத்தேசத்தை மேற்கொள்கிறோம்; இது முதலில் சொன்னதை நேரடியாகவே நிலைமறுப்பு செய்கிறது. இந்தக் கனவான்கள் புகார் கூற உரிமை பெற்றிருக்கிற தத்துவவியலின் ரகம் என்னவாக இருக்க வேண்டும்?

இருந்த போதிலும்கூட, மின்விசையின் வஸ்துத்தன்மையைப் பற்றிய இந்தக் கண்ணோட்டத்திற்கு அக்கம்பக்கமாகவே இரண்டாவது கண்ணோட்டமும் விரைவாகவே தோன்றியது; இதன்படி, அது பண்டத்தின் ஒரு வெறும் நிலையாக, ஒரு "சக்தி" யாக அல்லது, நாம் இன்று சொல்வதுபோல, இயக்கத்தின் விசேஷ வடிவம் எனக் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். ஹைகலும், பின்னாலும் பாரடேயும் இந்தக் கண்ணோட்டத்தையே பற்றியிருந்தனர் என்பதை மேலே கண்டோம். வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமானம் (mechanical equivalent) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது ஒரு பிரத்தியேக "வெப்பச் சக்தி" என்ற கருத்துக்கு முடிவு கட்டிய பிறகும், வெப்பம் என்பது மூலக்கூறு இயக்கமாகக் காட்டப்பட்ட பிறகும் மின்விசையையும் இந்தப் புதிய முறைக்கு உட்படுத்திப் பார்ப்ப

பதும் அதனுடைய யாந்திரீக சமானத்தை நிர்ணயிக்க முயல்வதும் அடுத்த நடவடிக்கையாயிற்று. இந்த முயற்சி முழுமையாகவே வெற்றி பெற்றது. பிரத்தியேகமாக ஜூல், பாவர், ராஜூல் இவர்களின் பரிசோதனைகளின் விளைவாக கால்வானிக் மின்னோட்டத்தின் "மின்னியக்கச் சக்தி" என்று கூறப்படுவதின் யாந்திரீக, வெப்பநிலைச் சமானங்கள் மட்டுமல்ல, கால்வானிக் மின்கலத்தில் இரசாயன மாற்றப்போக்குகளால் விடுவிக்கப்படுகிற அல்லது மின்னூற்பகுப்புக் கலத்தில் செலவிடப்படுகிற ஆற்றலுக்கு அது பூரணமாகவே சமமாக உள்ளது என்பதும் கூட ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. மின்விசை என்பது ஒரு விசேஷ வஸ்துத்தன்மை கொண்ட திரவப் பொருள் என்ற அனுமானத்தை இது மேலும் மேலும் கூடுதலாக நிற்க முடியாததாகக்கியது.

இருந்தபோதிலும், வெப்பத்திற்கும் மின் விசைக்கு மிடையே உவமை காண்பது நிறைவுள்ளதாக இருக்கவில்லை. கால்வானிக் மின்னோட்டம் இன்னும்கூட வெப்பக் கடத்த விலிருந்து மிக முக்கியமான அம்சங்களில் வேறுபட்டே இருந்தது. மின்விசை ரீதியாக பாதிக்கப்பட்ட பண்டங்களில் சலனமுறுவது என்ன என்பதைச் சொல்லுவது இன்னும் கூடச் சாத்தியமாக இருக்கவில்லை. வெப்பத்தின் வழக்கைப் போல மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு என்றுமட்டும் அனுமானித்துக் கொள்வது போதுமானதாகத் தோன்றவில்லை. ஒளியையும் கூட மிஞ்சுகிற,⁹⁹ மின்விசை இயக்கத்தின் பிரம்மாண்டமான நேர் வேகத்தின் காரணமாக இங்கு பண்டத்தின் மூலக்கூறுகளிடையே வஸ்துத் தன்மையுள்ள ஒரு பொருட்சத்து இயங்குகிறது என்ற கண்ணோட்டத்தைத் தாண்டுவது கடினமாகவே இருந்தது. இங்கு கிளர்க் மாக்ஸ்வெல் (1864), ஹாங்கெல் (1865), ரேனார் (1870), எட்லுண்டு (1872) இவர்களால் மிக சமீபத்தில் முன்வைக்கப்பட்ட தத்துவங்கள் ஏற்கனவே 1846ல் பாரடே ஓர் ஆலோசனையாக முதன்முதலில் முன்வைத்த அனுமானத்துடன் பூரண உடன்பாடு கண்டன; அதன் பிரகாரம், இடவெளி முழுவதையும், எனவே எல்லாப் பண்டங்களையும் கூட ஊடுருவி வியாபித்துள்ள,

துவளத்தக்க ஒரு சூழ்நிலையின் இயக்கமே மின்விசை; அந்தச் சூழ்நிலையின் தனிப்பட்ட துகள்கள் தூரத்தின் தலைகீழ் வாக்க விதியின்படி ஒன்றையொன்று எதிர்த்து ஒதுக்குகின்றன. வேறு வார்த்தைகளில் சொல்வதெனில், ஈதர் துகள்களின் இயக்கமே அது; பண்டத்தின் மூலக்கூறுகள் அந்த இயக்கத்தில் பங்கு கொள்ளுகின்றன. இந்த இயக்கத்தின் செயல்பாணியைப் பற்றியோ எனில் பல்வேறு சித்தாந்தங்களும் பல திசைகளில் செல்கின்றன; மாக்ஸ்வெல், ஹாங்கெல், ரேனார் இவர்களுடையவை, சுழிவட்ட இயக்கத்தைப் பற்றிய நவீன ஆராய்ச்சிகளைத் தங்களுக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டு, சுழிவட்டங்களின்மூலம் பல்வேறு வழிகளில் அதை விளக்குகின்றன; இதனால், பழைய டேக்கார்ட்டின் சுழிவட்டம் அதிகமாகிற எண்ணிக்கையில் உள்ள அனேகப் புதிய துறைகளிலும் ஆதரவு பெறத் தொடங்கிவிட்டது. இந்தத் தத்துவங்களின் விபரங்களுக்குள் இன்னும் ஆழமாகச் செல்லாமல் தவிர்க்கிறோம். அவை ஒன்றுக்கொன்று பலமாக வித்தியாசப்படுகின்றன; அவை இன்னும் கூடப் பல மாறுதல்களை நிச்சயமாகவே அனுபவிக்கும். ஆனால் அவைகளின் பொதுவான அடிப்படைக் கருத்தோட்டத்தில்—எல்லா எடையீடு கொண்ட பொருளையும் ஊடுருவியிருக்கிற ஒளிக் கதிர் வீச்சுள்ள ஈதர் துகள்களின் இயக்கமே மின்விசை; இந்த இயக்கம் பண்டத்தின் மூலக்கூறுகள்மீது எதிர்ச்செயல்பாடு கொள்கிறது என்பதில்—தீர்மானமான முன்னேற்றம் கிடக்கின்றது எனத் தென்படுகிறது; இதற்கு முந்திய இரண்டு கருத்தோட்டங்களை இது சமரசப்படுத்துகிறது. இதன் பிரகாரம், மின்விசை சம்பந்தப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளில் எடையீடுள்ள பொருளிலிருந்து வேறுபட்டதாய் உண்மையாகவே ஏதோ சத்துள்ள ஒன்று இயங்குகிறது. ஆனால் அந்த சத்துப் பொருள் மின்விசையல்ல; மாறாக, எடையீடுள்ள பொருளின் நேரடியான, உடனடியான இயக்க வடிவமாக இல்லாவிட்டாலும், இயக்கத்தின் ஒரு வடிவமாகவே அது அதிகமாக நிரூபணமாகிறது. ஒரு புறத்தில் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான இரண்டு மின்விசைத் திரவப் பொருள்கள் என்ற பழம்பாணியான, செயல் நலமற்ற கருத்திலிருந்து வெளி

யேற ஈதர் சித்தாந்தம் வழி காட்டும்; அதே சமயம், மற்றொரு புறத்தில், மின்விசை இயக்கத்தின் உண்மையான, பொருள் தன்மையுள்ள பொது அடிப்படை என்ன என்பதை, மின்விசை நிகழ்ச்சிகளை உண்டாக்குகிற இயக்கம் கொண்ட அந்த பொருள் என்ன வகைப்பட்டது என்பதை, விளக்கச் சாத்தியமாகும் என்ற நம்பிக்கையை அது அளிக்கிறது.

ஈதர் சித்தாந்தம் ஏற்கனவே ஒரு நிர்ணயமான வெற்றியைப் பெற்றுவிட்டது. நன்கு அறியப்பட்டதுபோல, ஒளியின் இயக்கத்தை மின்விசை நேரடியாக வேறுபடுத்துகிற ஒரு விஷயமாவது குறைந்தபட்சம் உள்ளது: ஒளியின் துருவகரண தளமட்டத்தை அது சுழலச் செய்கிறது. மேலே கூறிய தமது தத்துவத்தின் அடிப்படையில் கிளர்க் மாக்ஸ்வெல், ஒரு பண்டத்தினுடைய மின்விசையின் பிரத்தியேக எழுப்பு திறன் எண் (electric specific inductive capacity) அதுனுடைய ஒளிமுறிவு எண்ணின் வர்க்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கும் என்று கணக்கிடுகிறார். போல்ட்ஸ்மான் பல்வேறு மின் கடத்தாப் பொருள்களின் மின்விசை கடத்தாமை பற்றிய நிலைப் பரிமாணங்களை (dielectric constants) ஆராய்ந்து, கந்தகம், குங்கிலியம், பாராபின் ஆகியவற்றில் இந்த நிலைப் பரிமாணங்களின் வர்க்க மூலங்கள் முறையே அவற்றின் ஒளிமுறிவு எண்களுக்குச் சமமாக இருக்கின்றன என்பதைக் கண்டார். அதிகப்பட்ச பிழை—கந்தகத்தில்—4 சதவிகித அளவுக்கே இருந்தது. இதன்விளைவாக, இந்த விபரத்தில் மாக்ஸ்வெல்லின் ஈதர் தத்துவம் பரிசோதனைவாயிலாக ஊர்ஜிதமாகப்பட்டது.

இருந்தாலும், பரஸ்பர முரண்பாடுகளைக் கொண்ட இந்த அனுமானத் தத்துவங்களிலிருந்து உறுதியான உட்பருப்பைப் புதிய தொடர் பரிசோதனைகளின்மூலம் பிரித்தெடுப்பதற்குமுன்பு மிக அதிக உழைப்பும் நீண்ட காலமும் பிடிக்கும். இதுவரை, அல்லது ஈதர் தத்துவம்கூட முற்றிலும் புதியதொரு தத்துவத்தினால் ஒரு வேளை அப்புறப்படுத்தப்படும் வரை, மின்விசைத் தத்துவம் தானே பொய் என்று அங்கீகரித்த ஒரு சொல் வடிவப் பாணியை பயன்படுத்த வேண்டிய இக்கட்டான நிலையில் இருந்து கொண்டிருக்கும்.

அது உபயோகிக்கப்படும் விசேஷ வார்த்தைகள் இன்னும் கூட இரண்டு மின் திரவப் பொருள்கள் என்ற கருத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. “பண்டங்களில் பாய்ந்து செல்கிற மின்கட்டிகள்” என்றும், “ஒவ்வொரு மூலக் கூறிலும் உள்ள மின்விசைகளின் பிரிவினை” என்றும் சற்றும் வெட்கமின்றி அது இன்னும் கூடப் பேசிக்கொண்டுள்ளது. இது ஒரு துரதிருஷ்டமே; இதில் பெரும்பகுதி, ஏற்கனவே சொன்னபடி, விஞ்ஞானத்தினுடைய இன்றைய இடைநிலைக் கட்டத்திலிருந்தே தவிர்க்க முடியாமல் தொடர்கிறது; ஆனால் அதுவேகூட, ஆராய்ச்சியின் இந்தப் பிரிவில் விசேஷமாக மேலோங்கியுள்ள ஒருதலைப்பட்ச அனுபவவாதத்துடன் சேர்ந்து, இன்று நிலைபெற்றுள்ள குழப்பமான சிந்தனையைப் பாதுகாப்பதில் அதன் பங்கு குறைந்ததாக ஒன்றும் இல்லை.

மின் இயந்திரத்தின்மூலமாகத் தொடர்ச்சியான மின்னோட்டங்களை உற்பத்தி செய்யவும், மேலும் தலைமாறாக, கால்வானிக் மின்னோட்டத்தின்மூலமாக வேய்டன் முகவை, முதலானவற்றில் மின்னேற்றம் செய்வதற்கு நிலை மின்விசை என்று சொல்லப்படுவதை உற்பத்திசெய்யவும் நாம் சுற்றுக் கொண்டுவிட்டதினால் நிலை அல்லது உராய்வு மின்விசைக்கும் விசையியல் மின்சாரம் அல்லது கால்வானிக் மின்விசைக்கும் (galvanism) இருந்த எதிர்ப்பைத் தற்போது நேர்செய்து விட்டதாகக் கொள்ளலாம். நிலை மின்விசையின் உபவடிவத்தையோ, அல்லது மின்விசையின் உபவடிவமாகக் கூடத் தற்போது அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ள காந்தவியலையோ இங்கு நாம் தொட வேண்டியதில்லை. எவ்வழக்காயினும், இத்திறையைச் சேர்ந்த நிகழ்ச்சிகளின் தத்துவவீதியான விளக்கம் கால்வானிக் மின்னோட்டத் தத்துவத்திலேயே தேடப்பட வேண்டியுள்ளது; எனவே பிரதானமாக அதனையே தொடர்ந்து செல்வோம்.

ஒரு தொடர் மின்னோட்டத்தைப் பல்வேறு வழிகளில் உற்பத்தி செய்ய முடியும். யாந்திரிக் கட்டி இயக்கம் நேரடியாக, உராய்வின்மூலம், முதலாவதாக நிலை மின்விசையை மாத்திரமேயும், ஆற்றலின் மிகுந்த சிதைவுக்குப் பின்னரே

தொடர் மின்னோட்டத்தையும் உற்பத்தி செய்கிறது; குறைந்த பட்சம் பெரும்பகுதியாவது மின்விசை இயக்கமாக மாற வேண்டுமெனில், கிராம், சிம்மென்ஸ் இன்னும் இதரர்களின் நன்கறியப்பட்ட காந்த-மின்விசை யந்திரங்களில் உள்ளதைப் போல, காந்தவியலின் தலையீடு அவசியமாகிறது. எடுத்துக் காட்டாக இரண்டு வேறுபட்ட உலோகங்களின் தொடு முனையில் நிகழ்வதுபோல வெப்பம் நேரடியாகவே மின்னோட்டமாக மாற்றப்பட முடியும்: சாதாரணச் சூழ்நிலைமைகளில் வெப்ப வடிவத்தில் வெளிப்படுகிற இரசாயனச் செயற்பாடுமூலம் விடுபடுகிற ஆற்றல் பொருத்தமான சூழ்நிலைகளுக்குள் மின்விசை இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறது. தலைமாறாக, பின்சொன்ன இயக்கவடிவம், தேவையான சூழ்நிலைகள் நிலைபெற்றவுடனேயே, இயக்கத்தின் வேறெந்த வடிவமாகவும் மாறும்: கட்டி இயக்கமாக (மிகச் சிறிய அளவுக்கு நேரடியாகவே விசையியல் மின்சாரக் கவர்ச்சிகள், விலக்கல்களாக; ஆனால் பெருமளவுக்கு மின்காந்த யந்திரத்தில் மறுபடியும் காந்தவியலின் தலையீடு மூலமாகவும்) மாறும்; வெப்பமாக—இதர மாற்றங்கள் நிகழ்த்தப்படாத வரை மூடிய மின் சுற்று முழுவதிலும்—மாறும்; இரசாயன ஆற்றலாக—மின் சுற்றில் புகுத்தப்படும் வோல்டாமீட்டர்களிலும் மின்னாற்பகுப்புக் கலங்களிலும்; இவற்றில் இதர முறைகளில் விருதாவாகத் தாக்கப்படுகிற இரசாயன கூட்டுப் பொருள்கள் மின்னோட்டத்தால் தனிக்கூறுகளாகச் சிதைக்கப்படுகின்றன—மாறும்.

இயக்கத்தின் அளவுவீதியான சமநிலை என்ற அடிப்படை விதி, அதனுடைய எல்லா வடிவ மாற்றங்களினூடேயும், இந்த எல்லா மாறுதல்களையும் ஆளுகை செய்கிறது. அல்லது, வீடெமான் சொல்லுரு கொடுப்பதைப் போல: “சக்தியின் அழியா நிலை விதியின்படி, மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்ய யாந்திரிக் வேலை எவ்வழியில் பிரயோகிக்கப்பட்டாலும் அது மின்னோட்டத்தின் எல்லா விளைபயன்களையும் உண்டாக்கப் பிரயோகிக்கப்பட்ட வேலைக்குச் சரிசமமாக இருக்க வேண்டும்.” [III, 472ம் பக்கம்]. கட்டி இயக்கம் அல்லது வெப்பம்,

மின்விசையாக* மாற்றப்படுவது நமக்கு இங்கு எவ்விதச் சிக்கலையும் அளிப்பதில்லை; முதல் வழக்கில், “மின்னியக்கச் சக்தி” என்று சொல்லப்படுவது அந்த இயக்கத்திற்காகச் செலவிடப்படும் வேலைக்குச் சரிசமமாக இருக்கும் என்றும், இரண்டாவது வழக்கில், “தெர்மோபைலின் ஒவ்வொரு சந்திமுனையிலும் அதனுடைய சம்பூரண உச்சவரம்பு வெப்ப நிலைக்கு (absolute temperature)”, அதாவது ஒவ்வொரு சந்தி முனையிலும் உள்ள, சம்பூரண உச்ச வரம்பு அலகுகளைக் கொண்டு அளக்கப்பட்டிருக்கிற வெப்ப அளவுக்கு, “நேர் விகிதத் தகவுப் பொருத்தம்” உள்ளதாக அது இருக்கும் என்றும் எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளது. (ஸ்டெமான் III, 482ம் பக்கம்). இரசாயன ஆற்றலிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப் படுகிற மின்விசைக்கும் அந்த விதி செல்லத்தக்கதே என்று யதார்த்தத்தில் மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இங்கு விஷயம், குறைந்த பட்சம் தற்போது வழக்கிலுள்ள தத்துவத்திற்குக்கூட அவ்வளவு இலகுவானதாகத் தோன்றவில்லை. ஆதலால், இதற்குள் ஓரளவு ஆழமாகவே சென்று பார்ப்போம்.

கால்வானிக் மின்கல அடுக்கினுடைய செயற்பாட்டின் விளைவாக நிகழ்கிற இயக்க வடிவ நிலை மாறுதல்களைப் பற்றிய பரிசோதனைத் தொடர்களிலேயே மிக அழகானது பாவருடையதாகும் (1857-58).¹⁰⁰ அவர் ஒரு கலோரிமீட்டருக்குள் ஸ்மீ என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட, ஐந்து பகுதிகளைக் கொண்ட மின்கல அடுக்கை வைத்தார்; இரண்டாவது ஒரு கலோரிமீட்டருக்குள் ஒரு சிறிய மின்-காந்த மோட்டாரை,

* நமது புலன்கள் வெப்பமாக உணர்த்துகிற அந்த இயக்க வடிவத்திற்குச் சொல்லுரு கொடுக்க “வெப்பம்” என்ற பொதுச் சொல்லை உபயோகிக்கிற அதே நியாயப்படி “மின்விசை” என்ற சொல்லை நான் மின்விசை இயக்கம் என்ற பொருளில் உபயோகிக்கிறேன். இது ஆட்சேபனைக்கு அவ்வளவாக இடமளிக்காது; ஏனெனில், மின்விசையின் அழுத்தம் என்பதுடன் சாத்தியமாகிற குழப்பத்தைத் தவிர்க்க முன்கூட்டியே வெளிப்படையாக அதை விலக்கி வைக்கிறேன். (எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.)

அதன் பிரதான இருகம் உருளைச் சக்கரமும் எவ்வித இணைப்புக்கும் இலகுவாகக் கிடைக்கும் படியாக வெளியே நீட்டி, வைத்தார். அந்த அடுக்கில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஒவ்வொரு கிராம் நீர்வாயுவும் அல்லது 32.6 கிராம் துத்தநாகக் கரைசலும் (தற்போது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அணு எடை 65.2ல் பாதிக்குச் சரிசமமாக இருந்த துத்தநாகத்தின் பழைய இரசாயன சமானமும் கிராம்களில் கணக்கிடப்பட்டிருப்பதும்) கீழ்கண்ட பயனீடுகளை அளிக்கிறது:

அ. மோட்டாரை நீக்கி, கலோரிமீட்டரில் உள்ளடங்கியுள்ள அடுக்கு; வெப்ப உற்பத்தி 18,682 அல்லது 18,674 வெப்ப அலகுகள்.

ஆ. அடுக்கும் மோட்டாரும் மூடிய மின் சுற்றினால் இணைக்கப்பட்டு ஆனால் இயங்குவதிலிருந்து மோட்டார் தடுக்கப்பட்டிருத்தல்; அடுக்கில் உள்ள வெப்பம் 16,448, மோட்டாரில் 2,219, சேர்ந்து 18,667 வெப்ப அலகுகள்.

இ. ஆ—பாராவில் உள்ளதைப்போல, ஆனால் மோட்டார் இயக்கத்தில் இருக்கும். எவ்வித பளுவையும் தூக்குவதில்லை; அடுக்கில் வெப்பம் 13,888, மோட்டாரில்—4,769, சேர்ந்து 18,657 வெப்ப அலகுகள்.

ஈ. இ—பாராவில் உள்ளதைப் போல ஆனால் மோட்டார் ஒரு பளுவைத் தூக்கி, 131.24 கிலோகிராம்-மீட்டர்களுக்குச் சமமான யாந்திரீக வேலையைச் செய்கிறது: அடுக்கில் வெப்பம் 15,427, மோட்டாரில் 2,947, மொத்தம்—18,374 வெப்ப அலகுகள்; மேலே கூறிய 18,682உடன் எதிர் நிறுத்திப் பார்க்கும்போது நஷ்டம் 308 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமமாக இருக்கிறது. ஆனால் செய்யப்பட்டுள்ள 131.24 கிலோகிராம்-மீட்டர் அளவு யாந்திரீக வேலையை (கிலோகிராம்களை இரசாயனப் பயனீடுகளின் கிராம்களுடன் நேர்படுத்த) 1,000ஆல் பெருக்கி, வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமானமான 423.5 கிலோகிராம்-மீட்டர்களால்¹⁰¹ வகுத்தால் ஈவு 309 வெப்ப அலகுகள் ஆகின்றன; இதிலிருந்து, மேலே கூறிய நஷ்டமே, செய்யப்பட்டுள்ள யாந்திரீக வேலையின் வெப்ப சமானமாகப் பொருந்தியுள்ளது.

ஆதலால், தவிர்க்க முடியாத பிழைகள் என்ற வரை

யறைக்குள் இயக்கத்தினுடைய எல்லா மாறுதல்களிலும் அதனுடைய சமநிலை என்பது மின்விசை இயக்க விஷயத்திலும் கூடப் பளிச்சென மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. அதே மாதிரி யாக, கால்வானிக் மின் கல அடுக்கின் “மின் இயக்கச் சக்தி” யும் இரசாயன ஆற்றல் மின்விசையாக மாற்றப்பட்டதே யன்றி வேறல்ல என்பதும், ஒரு நீராவி எஞ்சின் தனக்குச் செலுத்தப்பட்ட வெப்பத்தை யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்றுவதைப் போல மின் கல அடுக்கும்கூட இரசாயன ஆற்றல் விடுவிக்கப்பட்டதும் அதை மின்விசையாக மாற்றும் ஒரு சாதனமே, ஓர் உபகரணமேயன்றி வேறல்ல என்பதும், அந்த இரு வழக்குகளிலும் மாற்றத்தை நிகழ்த்துகிற உபகரணம் சொந்தமாகக் கூடுதலான ஆற்றலை எவ்விதத்திலும் செலுத்துவதில்லை என்பதும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

இருந்தாலும், பரம்பரையாக வந்துள்ள ஒரு கருத்துப் பாங்கு சம்பந்தமான சிக்கல் இங்கு எழுகிறது. இந்தக் கருத்துப்பாங்கு மின் கல அடுக்கில் உலோகங்களுக்கும் திரவப் பொருள்களுக்குமிடையே உள்ள தொடுநிலையின் காரணமாக மின் கல அடுக்கிற்கு ஒரு “பிரிக்கும் மின்சக்தி” உண்டென ஏற்றிச் சொல்வதுடன் இந்தச் சக்தி மின்னியக்கச் சக்திக்குத் தகவுப் பொருத்தம் உடையதாதலால் குறிப்பிட்ட மின் கல அடுக்கிற்கு ஒரு திட்டமான அளவு ஆற்றலின் பிரதிநிதி யாகவும் அது உள்ளது என்றும் கூறுகிறது. இந்தப் பரம்பரையான கருத்துப்பாங்கின்படி இரசாயன செயற்பாடும் கூட இன்றி மின் கல அடுக்கின் உள்ளியல்பாக இருக்கிற, ஆற்றலின் இந்தத் தோற்றுவாய்க்கும் இந்தப் பிரிக்கும் மின் சக்திக்கும், இரசாயனச் செயற்பாட்டின்மூலம் விடுவிக்கப் படுகிற ஆற்றலுக்கும் இருக்கிற சம்பந்தம் என்ன? பின் சொன்னதின்மீது சார்பற்ற, ஆற்றலின் ஒரு தோற்றுவாய் அது என்றால் அது அளிக்கிற ஆற்றல் எங்கிருந்து பிறக்கிறது?

வோல்டா அவர்களால் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட தொடுநிலைத் தத்துவத்திற்கும் அதை உடனே தொடர்ந்து எழுந்த கால்வானிக் மின்னோட்டத்தின் இரசாயனத் தத்துவத்திற்குமிடையே கிட்டத்தட்ட ஒரு தெளிவற்ற வடிவத்தில் இந்தக் கேள்வி சர்ச்சையின் பிரச்சினையாக இருந்தது.

ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட திரவங்களை உலோகங்கள் தொடுவதால், அல்லது திரவங்களினிடையிலேயே நிகழும் வெறும் தொடுநிலையால்கூட, மின் கல அடுக்கிற்குள் எழுகிற மின் அழுத்தங்களிலிருந்தும் அவை நடுநிலை எய்துவதிலிருந்தும் அல்லது மின் சுற்றில் இவ்விதம் பிறப்பிக்கப்பட்ட எதிரெதிரான மின்விசைகள் நடுநிலை எய்துவதிலிருந்தும் தொடுநிலைத் தத்துவம் மின்னோட்டத்தை விளக்குகிறது. இதன்விளைவாக நிகழக்கூடிய எல்லா இரசாயன மாற்றங்களையும் இரண்டாம் நிலை சார்ந்தனவாகவே சுத்தமான தொடுநிலைத் தத்துவம் கருதியது. இதற்கு மறுபுறத்தில், 1805வது ஆண்டிலேயே ரிட்டர் மின் சுற்று மூடப்படுவதற்கு முன்னமேயே மின்விசை யூட்டும் பொருள்கள் இரசாயனரீதியாக எதிர்ச்செயல்பட்டால் மட்டுமே ஒரு மின்னோட்டம் நிகழ இயலும் என்று சாதித்தார். பொதுவாக இந்தப் பழைய இரசாயனத் தத்துவத்தை வீடெமான் (I, 784ம் பக்கம்) கீழ்க்கண்டவாறு சுருக்கமாகப் பொதுமைப்படுத்தினார்; அத்தத்துவத்தின்படித் தொடுநிலை மின்விசை எனச் சொல்லப்படுவது

“தொடுநிலைக்குள்ளாகும் பண்டங்களிடையே உண்மையான இரசாயனச் செயற்பாடு அல்லது, எவ்வாறாயினும், இரசாயனச் சமனநிலையில் ஒரு தடுமாற்றம், அது இரசாயன மாற்றப்போக்குகளுடன் நேரடியாகப் பிணைக்கப்படாவிடிலும் சரி, தொடுநிலையில் உள்ள பண்டங்களிடையே ‘இரசாயனச் செயற்பாட்டை நோக்கியதொரு போக்கியல்பு’ நிகழ்கிற அதே சமயத்தில்தான் வெளிப்படுகிறது”.

மின்னோட்டத்தினுடைய ஆற்றலின் தோற்றுவாய் என்ற பிரச்சினையை இரு சாராரும் சுற்றி வளைத்தே எழுப்புகின்றனர் என்பதைக் காணலாம்; அன்று அது அப்படியின்றி வேறு விதமாக இருப்பது கடினம். பல வகைப்பட்ட பண்டங்கள் ஒன்றையொன்று சுமமா தீண்டுவதாலேயே ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உற்பத்தியாக வேண்டும், இதன் விளைவாக, குறிப்பிட்ட வேலையை, அதற்குச் சமமான விளைபயனை அளிக்காமலேயே, புரிவதும் சாத்தியம் என்பதை வோல்டாவும் அவரைப் பின்பற்றியவர்களும் முற்றிலும்

சீருள்ளதாகவே கண்டனர். அவ்வாறே ரிட்டரும் அவருடைய ஆதரவாளர்களும் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க இரசாயனச் செயற்பாடு எவ்வாறு மின் கல அடுக்கிற்குச் சாத்தியப் பாட்டை உண்டாக்குகிறது என்பதைப் பற்றியும் அது வேலை புரிவதைப் பற்றியும் தெளிவில்லாமலும் இருந்தனர். ஆனால் இந்த விஷயம் ஜூல், பாவர், ராஜூல், இன்னும் இதரர்களால் இரசாயனத் தத்துவத்திற்காக வெகு நாட்களுக்குமுன்னரே தெளிவுபடுத்தப்பட்டிருந்தது என்றால் தொடுநிலைத் தத்துவத்தின் வழக்கு இதற்கு நேரெதிராக இருந்தது. இது விடாது தொடர்ந்தவரை, சாராம்சத்தில், புறப்பட்ட இடத்திலேயே நின்றது. மேல்பரப்பில் சுயமாக வந்து காட்சிக்குச் சிக்குகிற, முதலில் இலபிக்கிற மேலீடான காரணத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட செயற்பாட்டை இணைத்துச் சொல்வதுடன் ஒருவன் திருப்தியடைகிற ஒரு காலகட்டத்தை, இதன் விளைவாக இயக்கம் வெறுமையிலிருந்தா உண்டாக்கப்பட்டது என்பதைப் பற்றிக்கூட நாட்டமில்லாத கடந்துபோன ஒரு காலகட்டத்தை, தாண்டி வாழ்கிற கருத்துகள்—ஆற்றலின் அழியா நிலை விதிக்கு நேர்முரணாக உள்ள கருத்துகள்—இவ்விதம் மின்விசையைப்பற்றி இன்றைய தத்துவத்தில் தொடர்ந்து வாழ்கின்றன. இந்தக் கருத்துகளின் மிக ஆட்சேபகரமான அம்சங்களைக் கத்தரித்தெறிந்து, பலஹீனப்படுத்தி, திரவப்படுத்தி, விரையடித்து, மேனி மினுக்கினாலும், விஷயத்தில் எவ்வித அபிவிருத்தியும் உண்டாவதில்லை: குழப்பம் அந்த அளவுக்கு மோசமாகவே இருக்கும்.

நாம் கண்டதுபோல, மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய பழைய இரசாயனத் தத்துவமும் கூட மின்னோட்டம் உண்டாக்கப்பட மின் கல அடுக்கின் தொடுநிலை உறவுகள் பரிபூரணமாகவே இன்றியமையாதவை எனப் பிரகடனம் செய்கிறது; தொடுநிலைகளோடு அதே சமயத்தில் நிகழ்கிற இரசாயனச் செயற்பாடுமின்றி ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தைப் பெறுவது இயலாது என்று மட்டுமே அது சாதிக்கிறது. மின் கல அடுக்கின் தொடுநிலை ஏற்பாடுகள், விடுவிக்கப்பட்ட இரசாயன ஆற்றல் மின்விசையாக நிலைமாறுதல் அடைவதற்கான மிகப் பொருத்தமான உபகரணத்தை அளிக்கின்றன

என்றும் இரசாயன ஆற்றல் உள்ளபடியாகவே மின்விசை இயக்கமாக மாறுகிறதா, அது எந்த அளவில் என்பதெல்லாம் கூட இந்தத் தொடுநிலை ஏற்பாடுகளையே சாராம்சத்தில் சார்ந்துள்ளது என்றும் இன்றும் கூட சகஜமாகவே கொள்ளப்படுகிறது.

ஒருதலைச்சார்புள்ள அனுபவவாதியான வீடெமான் பழைய தொடுநிலைத் தத்துவத்தில் காப்பாற்ற இயலக்கூடியதைக் காப்பாற்ற வழிதேடுகிறார்: அவருக்குச் சொல்ல இருப்பதை நாம் பின்தொடர்வோம்.

வீடெமான் இப்படிக்கூறுகிறார் (I, 799ம் பக்கம்):

“முன்பு நம்பப்பட்டிருந்ததற்கு எதிர்மாறாக, இரசாயன ரீதியில் அசிரத்தையான பண்டங்கள், உதாரணமாக, உலோகங்கள் தொடுநிலைக்குள்ளாவதின் பயனீடு மின்நிறை தத்துவத்திற்கு இன்றியமையாததல்ல;* அது, ஓம் தமது விதியை—இந்த அனுமானமின்றியே வடிக்க இயலுகிற விதியை—அதிலிருந்து வடித்தார் என்கிற, இந்த விதியைப் பரிசோதனை ரீதியாக ஊர்ஜிதம் செய்த பேஹ்னர் அதே மாதிரியாகத் தொடுநிலைத் தத்துவத்தைக் காத்தார் என்கிற யதார்த்த ஆதாரக்கூறுகளால் நிரூபிக்கப்படவில்லை. இருப்பினும், குறைந்த பட்சம் தற்போது கிடைக்கிற பரிசோதனைகளினுடைய விளைவுகளின்படி, உலோகங்களின்** தொடுநிலையால் மின்விசை உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதை—தொடுநிலைக்குள்ளாகிற பண்டங்களின் மேல்பரப்புகளைப் பூரண சுத்தமாக வைத்திருப்பது அசாத்தியமாதலால் இவ்விதம் அடையப்படும் அளவுரீதியான பலன்கள் தவிர்க்க முடியாத ஐயப்பாட்டால் எப்போதும் களங்கமடைந்திருந்தாலும்—மறுக்கக் கூடாது.”

தொடுநிலைத் தத்துவம் மிக தன்னடக்கத்தைக் கொண்டுள்ளது என்பதைக் காணலாம். மின்னோட்டத்தை விளக்க அது எவ்விதத்திலும் இன்றியமையாததல்ல, அது ஓம் அவர்களால் தத்துவரீதியாகவும், பேஹ்னர் அவர்களால் பரிசோதனைரீதியாகவும் மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை என்று அது விட்டுக் கொடுக்கிறது. அடிப்படைப் பரிசோதனைகள் என்று சொல்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

லப்படுகின்றனவே அவையும் கூட—இவற்றின்மீது மட்டுமே அது இன்னும் நிலைபெற முடியும்—அளவுத் துறை அம்சத்தில் ஐயப்பாடுள்ள பலன்களையேயன்றி வேறு எதையும் அளிக்க இயலாது என்றும் கூட அது ஒத்துக் கொள்ளுகிறது; இறுதியாக, தொடுநிலையால் — அது உலோகங்களுடையதாக மட்டுமேயானால்!—பொதுவாக மின்விசை இயக்கம் நிகழ்கிறது என்று சும்மா அங்கீகரிக்கும்படி நம்மைக் கேட்டுக் கொள்கிறது.

தொடுநிலைத் தத்துவம் இத்துடன் திருப்தியடைவதாக இருந்தால் அதற்கு எதிராகச் சொல்ல நமக்கு ஒரு வார்த்தையும் இருந்திருக்காது. இரண்டு உலோகங்கள் தொடுநிலைக்குள்ளாகும் போது மின்விசை நிகழ்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன, இவைகளின்மூலம் பக்குவம் செய்யப்பட்ட ஒரு தவணையின் காலைத் துடிக்கச் செய்யவும், ஒரு மின்காட்டியில் மின் ஏற்றம் உண்டாக்கவும், இதர சலனங்களை நிகழ்த்தவும் இயலும் என்பன நிச்சயமாகவே ஒத்துக்கொள்ளப்படும். இங்கு முதலாவதாக எழுகிற ஒரே வினா: இதற்குத் தேவைப்படுகிற ஆற்றல் எங்கிருந்து பிறக்கிறது என்பதே.

இந்த வினாவிற்குப் பதிலளிக்க, வீடெமான் வாதத்தின் படி நாம் (I, 14ம் பக்கம்),

“கிட்டத்தட்ட கீழ்க்கண்ட* கவனக் குறிப்புகளையே சான்றாகக் கூறவேண்டும்: ‘அ’, ‘ஆ’ என்ற பலபடித்தான இரண்டு உலோகத் தகடுகள் ஒன்றுக்கொன்று மிக அருகிய தூரத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டால் அவை ஒட்டுப் பண்புச் சக்திகளின் விளைவாக ஒன்றையொன்று கவரும். பரஸ்பரத் தொடுநிலை ஏற்படுகிற பொழுது, இந்தக் கவர்ச்சியின் விளைவாக அவைகளுக்குச் செலுத்தப்பட்ட இயக்கத்தின் ஜீவசக்தியை அவை இழந்துவிடும். (அந்த உலோகங்களின் மூலக்கூறுகள் சாகவத அதிர்வு நிலையில் இருப்பதாக நாம் அனுமானித்துக் கொண்டால், வேறுபட்ட உலோகங்களின் தொடுநிலையில் ஒரேபொழுதில் அதிர்வுறாத மூலக்கூறுகள் தொடுநிலைக்குள்ளாகும் போது ஜீவசக்தி இழக்கப்படுவதுடன் அதன் மூலம் அவைகளின் அதிர்வில் ஒரு வேறுபாடு நிகழும் என்பதும் கூட நடக்கக் கூடியதே*). இழக்கப்பட்ட ஜீவசக்தி பெருமளவுக்கு* வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. இருந்தாலும், அதில்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்).

ஒரு சிறிய அளவு,* முன்பு பிரிக்கப்படாமல் இருந்த மின்விசைகள் வேறுவிதமாகப் பங்கிடப்படச் செலவிடப்படும். நாம் ஏற்கனவே மேலே கூறியபடி, நெருங்கிக்கொண்டு வரப்பட்ட பண்டங்கள் நேர், எதிர் மின்விசைகளின் சம அளவுகளால் மின் ஏற்றம் பெறும்; இந்த இரு மின்விசைகளுக்கான தாரதம்மியமான கவர்ச்சியின் விளைவாகவும் இது சாத்தியப்படலாம்.”*

தொடுநிலைத் தத்துவத்தின் தன்னடக்கம் மேலும் மேலும் பெருகிறது. பின்னால் அவ்வளவு அசுரத்தனமான வேலையைப் புரிய வேண்டியுள்ள பலம் பொருந்திய பிரிக்கும் மின்சக்தி தனது சொந்தத்தில் எவ்வித ஆற்றலையும் பெற்றிருக்கவில்லை என்றும், வெளிப்புறத்திலிருந்து அதற்கு ஆற்றல் செலுத்தப்படாவிடில் அது செயல்பட இயலாது என்றும் முதற்கண் ஒப்புக் கொள்ளப்படுகிறது. அதன் பிறகு, ஆற்றலின் சின்னஞ்சிறு தோற்றுவாயை, ஒட்டுப் பண்பின் ஜீவசக்தி என்பதை, அதற்கு ஒதுக்குகிறது; அளப்பதற்கே அரிதான தூரங்களில் மட்டுமே இதுவும் செயல்படுகிறது; அளப்பதற்கே அரிதான நீளத்திற்கு மட்டுமே பண்டங்கள் நகர இது அனுமதிக்கிறது. ஆனாலும் பரவாயில்லை; அது மறுக்க இயலாத வாறு இருக்கவே செய்கிறது; அதேபோல் மறுக்க இயலாத வாறு அது தொடுநிலையில் மறையவும் செய்கிறது. ஆனால், இந்த நுண்ணிய தோற்றுவாயும் நமது காரியத்திற்கு மிக அதிக ஆற்றலை இன்னும் அளிக்கவே செய்கிறது; பெருமளவு வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது, ஒரு சிறிய அளவு மட்டுமே பிரிக்கும் மின்சக்தியைக் கிளறிவிடும் பணி புரிகிறது. இப்போது, மிகவும் நுண்ணிய அளவுத் தூண்டுகைகள் மிகவும் வலிய பயன்களை விளைவிக்கிற வழக்குகள் இயற்கையில் போதுமான அளவுக்கு நிகழ்கின்றன என்பது நன்கு அறியப்பட்டிருந்தாலும் வீடெமான் அரிதாகத் துளித்து விழுகிற அவருடைய ஆற்றலின் தோற்றுவாய் இங்கு போதுமானதாக இருப்பது கடினம் என அவரே உணருவதாகத் தோன்றுகிறது; மேலும் இரண்டு உலோகங்களுடைய மேல்பரப்புகளின் தொடுநிலையில் மூலக்கூறுகளினுடைய அதிர்வின் குறுக்கீடு என்ற அனு

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்).

மானத்தில் அவர் ஆற்றலின் இரண்டாவது தோற்றுவாய்க் கான சாத்தியக்கூறைத் தேடுகிறார். இங்கு எதிர்முட்டுகிற இதர இடர்கள் ஒருபுறமிருக்க, முந்திய பக்கத்தில் வீடெமானே நமக்குச் சொன்னது போல, மின்விசையைக் கிளற வேண்டுமெனில் மெய்யான தொடுநிலை என்பது இன்றியமையாததல்ல என்று குரோவ், கலியோட் என்பவர்கள் எடுத்துக்காட்டியுள்ளனர். சுருக்கத்தில், நாம் எந்த அளவுக்கு இதைப் பரிசீலனை செய்கிறோமோ அந்த அளவுக்குப் பிரிக்கும் மின்சக்திக் கான ஆற்றலின் தோற்றுவாய் வெறுமையாக மறையவே செய்கிறது.

இருந்தாலும் இதுவரை உலோகத் தொடுநிலையால் மின்விசை கிளறப்படுவதற்கான இதர தோற்றுவாய் எதையும் நாம் அறிவது அரிதாகவே உள்ளது. நௌமான் கருத்துப் படி, ("Allgemeine und physikalische Chemie", ஹைடல்பர்க், 1877, 675ம் பக்கம்) "தொடுநிலை-மின்னியக்கச் சக்திகள் வெப்பத்தை மின்விசையாக மாற்றுகின்றன"; லெரு என்பவராலும் கூடப் பரிசோதனை ரீதியாக மெய்ப்பிக்கப்பட்டிருப்பதைப் போல, "மின் இயக்கத்தை உற்பத்தி செய்ய இந்தச் சக்திகளுக்குள்ள திறமை அங்கு உள்ளதான வெப்ப அளவைச் சார்ந்துள்ளது, அல்லது, வேறுவிதமாகச் சொல்லுவதெனில், அது வெப்பநிலையின் சார்புப் பரிமாணம் என்ற அனுமானம் இயற்கையானது" எனவும் அவர் (நௌமான்) காண்கிறார். இங்கும் கூட நாம் இருட்டில் துழாவுகிற நிலையிலேயே உள்ளோம். காற்று, அசுத்த நீர் இவற்றின் ஒரு மெல்லிய அடுக்கால்—இந்த அடுக்கு நம்மைப் பொறுத்தவரை பிரிக்க இயலாத ஒன்றிற்குச் சமமானதே—எப்போதுமே மூடப்பட்டுள்ள, தொடுநிலையிலுள்ள மேல்பரப்புகளில் ஒரு சிறிய அளவில் தொடர்ந்து நிகழ்கிற இரசாயன மாற்றப்போக்குகளைக் கையாள்வதின்மீறும் வோல்டாவின் உலோகத் தொடர் வரிசை விதி நம்மைத் தடுக்கிறது; எனவே, தொடுநிலை மேல்பரப்புகளிடையே கட்டிலாகாத செயல்திறனுள்ள மின்னூற்பகுப்புத் திரவம் உள்ளதென மின்விசைக் கிளறலை விளக்குவதின்மீறும் அது நம்மைத் தடுக்கிறது. மின்னூற்பகுப்புத் திரவம் மூடிய மின் சுற்றில் தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்ய வேண்டும்; ஆனால், வெறும் உலோகத் தொடுநிலையின் மின்விசையானது, அதற்கு நேர்மாறாக, மின் சுற்றை மூடியவுடன் மறைந்துவிடுகிறது. இங்குதான் விஷயத்தின் சாராம்சத்திற்கு வருகிறோம்: இரசாயனரீதியில் அசிரத்தையாக உள்ள பண்டங்கள் தொடுநிலைக்குள்ளாகும் போது தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்ய இந்தப் "பிரிக்கும் மின்சக்தி"க்குச் சாத்தியமா, எவ்வாறு சாத்தியமாயிற்று என்பதே; வெளிப்புறத்திலிருந்து ஆற்றல் செலுத்தப்படாமல் செயல்படத் திறமையற்றது எனப் பிரகடனம் செய்துவிட்டு, வீடெமான் அதை முதலில் உலோகங்களோடு வரையறுத்து நிறுத்திக்கொண்டார்; பின்னர், உண்மையிலேயே ஆற்றலின் மிக நுண்ணியதான ஒரே ஒரு தோற்றுவாயைக் குறிப்பிட்டுக் காட்டினார்.

ஒவ்வொன்றும் தனக்கு முந்தியதுடன் எதிர் மின் உறவு நிலையும் தனக்குப் பிந்தியதுடன் நேர் மின் உறவு நிலையும் உள்ளவாறு தொழிற்படுகிற ஓர் அடுக்கு சீரில் உலோகங்கள் வோல்டாவின் தொடர் வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால், இந்த ஒழுங்கில் நாம் உலோகங்களின் துண்களை, உதாரணமாக, துத்தநாகம், வெள்ளியம், இரும்பு, செம்பு, பிளாடினம் இவைகளை அமைத்தால் ஒவ்வொரு முனையிலும் மின் அழுத்தம் கிடைக்க நமக்குச் சாத்தியமாகும். ஆனால், துத்தநாகமும் பிளாடினமும் தொடுநிலையில் உள்ளவாறு ஒரு மூடிய மின் சுற்றை அமைக்க உலோகங்களைத் தொடர் வரிசைப்படுத்தினால் அப்போது மின் அழுத்தம் உடனே நடுநிலையை எய்தி மறைந்துவிடும். "ஆதலால், வோல்டாவின் தொடர் வரிசையைச் சேர்ந்த பண்டங்களின் ஒரு மூடிய மின் சுற்றில் தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்வது என்பது சாத்தியமில்லை." [1, 45ம் பக்கம்.]

கீழ்க்கண்ட தத்துவார்த்த ஆலோசனையைக் கொண்டு வீடெமான் இந்த வாக்கு மூலத்திற்கு மேலும் ஆதரவு அளிக்கிறார்:

"உள்ளபடியாகவே, மின் சுற்றில் தொடர்ந்த மின்னோட்டம் தோன்றுவதெனில், அது உலோக மின் கடத்திகளிலேயே வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்துவிடும்; அதிகப்

14-1429

பட்சம், உலோகங்களின் சந்திமுனைகளில் குளிர்ச்சி செய்வதின்மூலம் இவ்விதம் வெப்பமடைவதைச் சரிசம எதிரீடு செய்ய முடியும். எப்படியிருப்பினும், வெப்பம் தாரதம்மியமாகப் பகிர்ந்து பரவ இது இடமளிக்கும்; இதற்குமேல், வெளிப்புறத்திலிருந்து எவ்வகை சப்ளையும் இல்லாமலேயே ஒரு மின்காந்த மோட்டார் மின்னோட்டத்தால் தொடர்ந்து ஓட்டப்பட்டு, இவ்விதம் வேலையும் செய்யப்படலாம்; ஆனால் இது சாத்தியமில்லை; ஏனெனில் உலோகங்களை உறுதியாகப் பிணைத்துவிடுவதின்மூலம், உதாரணமாக உலோகப் பற்று வைப்பதின்மூலம், இந்த வேலையை ஈடு செய்வதற்கான புதிய மாறுதல்கள் தொடுநிலை மேற்பரப்புகளிலும்கூட நிகழ இயலா". [1, 44-45ம் பக்கங்கள்.]

உலோகங்களின் தொடுநிலை மின்விசை தானாக எந்த மின்னோட்டத்தையும் உற்பத்தி செய்ய முடியாது என்பதற்குத் தத்துவார்த்தமான, பரிசோதனைரீதியான நிரூபணம் கிடைத்ததும் திருப்தியுறாமல், மின்னோட்டத்தில் எங்காவது ஒரு வேளை தெளிவுபட அது தெரியுமென்றால் அங்கிருந்தும் கூட அதன் நடவடிக்கையை ரத்து செய்வதற்கு ஒரு விசேஷ அனுமானத் தத்துவத்தை முன்வைக்க வேண்டிய நிர்பந்த நிலையில் வீடெமான் இருக்கிறார் என்பதைக்கூட நாம் பார்ப்போம்.

ஆதலால், நாம் தொடுநிலை மின்விசையிலிருந்து மின்னோட்டத்திற்குச் செல்ல வேறு வழி தேடுவோம். வீடெமானுடன் சேர்ந்து நாமும் கீழ்க்கண்டவாறு கற்பனை செய்வோம்:

“ஒரு துத்தநாகக் கழியும் ஒரு தாமிரக் கழியுமான இரண்டு உலோகங்கள் ஒரு முனையில் பற்ற வைக்கப்பட்டுள்ளதாகவும் அவைகளின் இணைக்கப்படாத முனைகள், இந்த இரண்டு உலோகங்களைப் பொறுத்தவரை மின்னியக்கச் சக்தியாகச் செயல்படாத, ஆனால் அவைகளின் மேல்பரப்பில் சேகரமாகும் எதிரெதிரான மின்விசைகளை அதில் நடுநிலையாகும்படிக் கடத்தவும் மட்டும் செயற்படுகிற ஒரு மூன்றாவது பண்டத்தால் இணைக்கப்பட்டதாகவும் கொள்ளுவோம். அப்பொழுது, பிரிக்கும் மின்சக்தி இதற்கு முந்திய அமுத்த பேதத்தை எப்போதுமே திரும்பவும் நாட்டும்; இவ்விதம் ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் மின் சுற்றில் வெளிப்படும்; இந்த மின்னோட்டம் எவ்வித நஷ்ட ஈடுமின்றி அலுவல்புரிய முடியும்—ஆனால் இது, மறுபடியும், சாத்தியமல்ல.

இதன் பிரகாரம், இதர பண்டங்களைச் சார்ந்தவரை மின்னியக்கச் செயற்பாடற்று, மின் கடத்தியாக மட்டும் உள்ள ஒரு பண்டம் இருக்க இயலாது". [1, 45ம் பக்கம்.]

முன்பைவிடச் சிலாகிக்கத்தக்க நிலைக்கு நாம் வரவில்லை; இயக்கத்தைச் சிருஷ்டிப்பது சாத்தியமல்ல என்பது வழிமறித்து நிற்கிறது. இரசாயன ரீதியாக அகிரத்தையான பண்டங்களின் தொடுநிலையால், எனவே தொடுநிலை மின்விசை எனக் கூறப்படுவதினால், ஒரு மின்னோட்டத்தை எப்போதுமே நாம் உண்டாக்க முடியாது. ஆதலால், நாம் திரும்பிச் சென்று, வீடெமான் சுட்டிக்காட்டுகிற மூன்றாவது பாதையில் செல்ல முயன்று பார்ப்போம்.

“இருமூலக்க கூட்டுப் பொருள் (binary compound) என்று சொல்லப்படுவதைக் கொண்ட, ஆதலால் ஒன்றையொன்று பூரணமாகப் பூரிதமாக்கிக்கொள்கிற இரசாயனரீதியாக வேறுபட்டுள்ள இரண்டு ஆக்கக்கூறுகளாகச் சிதைய இயலுகிற திரவத்தில்—உதாரணமாக நீர்த்த ஹைட்ரோ-க்ளோரிக் அமிலம் (H + Cl) போன்றவற்றில்—ஒரு துத்தநாகத் தகடும் ஒரு தாமிரத் தகடும் அமிழ்த்தப்பட்டால், அப்போது 27 பாரா பிரகாரம் துத்தநாகம் எதிர் மின் ஏற்றமும் தாமிரம் நேர் மின் ஏற்றமும் பெறும். இந்த உலோகங்களை இணைத்தால், தொடுமுனையின் வழியே இந்த மின்விசைகள் ஒன்றையொன்று நடுநிலையாக்கிக்கொள்ளும்; ஆகவே அதன் வழியாகத் தாமிரத்திலிருந்து துத்தநாகத்திற்கு நேர் மின்விசையின் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. மேலும், இந்த உலோகங்களின் தொடுநிலையால் வெளிப்படும் பிரிக்கும் மின்சக்தி நேர் மின்விசையை அதே திசையில் ஏற்றிக் செல்வதால் உலோகங்களின் மூடிய மின் சுற்றில் நிகழ்வதைப்போலப் பிரிக்கும் மின்சக்தியின் விளைவுகள் ஒழிக்கப்படுவதில்லை. எனவேதான், நேர் மின்விசையின் தொடர்ந்த மின்னோட்டம் அங்கே உண்டாகிறது; அது மூடிய மின் சுற்றில் தாமிரத்திலிருந்து துத்தநாகத் துடன் உள்ள தொடுமுனை வழியாகப் பின்சொன்னதின் திசையிலும், திரவத்தின் மூலமாகத் துத்தநாகத்திலிருந்து தாமிரத்திற்கும் பாய்கிறது. மின் சுற்றில் உள்ள தனிப்பட்ட பிரிக்கும் மின்சக்திகள் எந்த அளவுக்கு இந்த மின்னோட்டம் உண்டாவதில் உண்மையிலேயே பங்கு கொள்கின்றன என்ற பிரச்சினைக்கு ஒரு விஷயத்தில் திரும்புவோம். (34 பாரா, பின்வருவன.)—இப்படிப்பட்ட ‘கால்வானிக் மின்னோட்டத்தை’

அளிக்கிற மின்கடத்திகளின் ஓர் இணைப்பையே நாம் கால்வானிக் மூலகம் அல்லது கால்வானிக் மின் கல அடுக்கு என்று அழைக்கிறோம்''. [1, 45ம் பக்கம்.]*

இவ்விதம் அற்புதம் ஒன்று நிகழ்த்தப்பட்டுள்ளது. தொடுநிலையின் வெறும் பிரிக்கும் மின்சக்தி — வீடெமானுடைய சொந்தக் கருத்துப்படி வெளிப்புறத்திலிருந்து ஆற்றல் செலுத்தப்படாமல் அது பயனற்றது—தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்துவிட்டது. இதற்கு விளக்கமாக வீடெமானின் மேற்கூறிய பகுதியைவிட அதிகமாக நமக்கு ஒன்றும் அளிக்கப்படவில்லையெனில் இது உண்மையிலேயே ஒரு முழுமையான அற்புதமாகவே இருந்திருக்கும். மாற்றப்போக்கைப்பற்றி நாம் இங்கு கற்றுக்கொண்டது என்ன?

1. இரு மூலக இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள் என்று அழைக்கப்படுவதைக் கொண்ட திரவத்தில் துத்தநாகமும் தாமிரமும் அமிழ்த்தப்பட்டால் அப்போது, 27 பாரா பிரகாரம், துத்தநாகம் எதிர் மின் ஏற்றமும், தாமிரம் நேர் மின் ஏற்றமும் பெறும். ஆனால், 27 பாரா முழுவதிலும் இரு மூலக இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளைப் பற்றி ஒரு வார்த்தைகூட இல்லை. அமில திரவத்தால் நனைக்கப்பட்ட துணியை இடையில் கொண்ட ஒரு துத்தநாகத் தகடும் ஒரு தாமிரத் தகடும் அடங்கிய ஒரு சாதாரண வோல்டா மூலகத்தையே அது விவரிக்கிறது; பின்னர், எந்த இரசாயன மாற்றப்போக்குகளைப் பற்றியும் கூறாமல், விளைவாகத் தோன்றுகிற அவ்விரு உலோகங்களின் நிலை மின் ஏற்றங்களையும் ஆராய்கிறது. எனவே, இரு மூலக இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள் என அழைக்கப்படுவது புறக்கடை வழியாகக் கள்ளக்கடத்தல் செய்யப்பட்டு இங்கு நுழைக்கப்பட்டுள்ளது.

2. இந்த இருமூலக இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள் இங்கு என்ன செய்கிறது என்பது ஒரு முழு மர்மமாக உள்ளது. அது “ஒன்றையொன்று பூரணமாகப் பூரிதமாக்கிக்கொள்கிற இரண்டு இரசாயன ஆக்கக்கூறுகளாகச் சிதைய இயலும்”

* எங்கும் கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.— (ப-ர்.)

(அவை சிதைந்தபிறகு ஒன்றையொன்று பூரணமாகப் பூரிதமாக்கிக்கொள்கின்றனவா?!) என்ற விஷயம், அது உள்ளபடியாகவே சிதைகிறது என்றால் அதிகப்பட்சம் நமக்கு ஏதோ ஒரு புதியதைக் கற்றுக்கொடுப்பதாக இருக்கும். ஆனால், அதைப்பற்றி நமக்கு ஒரு வார்த்தையும் கூடச் சொல்லப்படவில்லை, இதிலிருந்து, அது சிதைவதில்லை, உதாரணமாக பாராபின் வழக்கில் உள்ளதைப் போல, என்று நாம் தற்போதைக்கு அனுமானித்துக்கொள்ள வேண்டியதே.

3. திரவத்திலுள்ள துத்தநாகம் எதிர் மின் ஏற்றத்தையும் தாமிரம் நேர் மின் ஏற்றத்தையும் பெறுகிற பொழுது அவைகளை (திரவத்திற்கு வெளியே) தொடுநிலைக்குக் கொண்டு வருகிறோம். உடனே “இந்த மின்விசைகள் தொடுமுனை வழியே ஒன்றையொன்று நடுநிலையாக்கிக்கொள்ளும்; ஆகவே, அதன் வழியாகத் தாமிரத்திலிருந்து துத்தநாகத்திற்கு நேர் மின்விசையின் மின்னோட்டம் பாய்கிறது”. மறுபடியும், “நேர்” மின்விசையின் மின்னோட்டம் ஒரு திசையில் மட்டும் ஏன் செல்ல வேண்டும், எதிர் திசையில் “எதிர்” மின்விசையின் மின்னோட்டம்கூட ஏன் செல்லக் கூடாது என்பதையும் நம்மால் கற்க முடியவில்லை. இதுவரை நேர் மின்விசையைப் போல அவ்வளவு அவசியம் பெற்றிருந்த எதிர் மின்விசைக்கு என்ன நேர்ந்தது என்பதையும் நம்மால் கற்க முடியவில்லை; பிரிக்கும் மின்சக்தியின் விளைவு அவைகளை ஒன்றையொன்று எதிர்த்துக்கொள்ள விடுவித்துவிடுவதிலேயே அடங்கியிருந்தது. தற்போது அது, களையப்பட்டதற்கு ஒப்பாக, திடீரென ஒடுக்கப்பட்டுவிட்டது; நேர் மின்விசை மட்டுமே இருப்பதைக் காண்பதுபோல் தோன்றும் படிச் செய்யப்படுகிறது.

ஆனால், மறுபடியும் பக்கம் 51ல் இதற்கு நேர் எதிரானது சொல்லப்படுகிறது, இங்கு “இந்த மின்விசைகள் ஒரு மின்னோட்டத்தில் ஐக்கியமாகின்றன”; இதன் விளைவாக, நேர், எதிர் மின்விசைகள் இரண்டும் அதில் பாய்கின்றன! இந்தக் குழப்பத்திலிருந்து நம்மை யார்தான் கரை சேர்க்க முடியும்?

4. “மேலும், இந்த உலோகங்களின் தொடுநிலையால் வெளிப்படும் பிரிக்கும் மின்சக்தி நேர் மின்விசையை அதே

திசையில் ஏற்றிச்செல்வதால் உலோகங்களின் மூடிய மின் சுற்றில் நிகழ்வதைப் போலப் பிரிக்கும் மின்சக்திகளின் விளைவுகள் ஒழிக்கப்படுவதில்லை. எனவேதான், அங்கே ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உண்டாகிறது”, முதலானவை.

இது சற்று அளவுக்கு மீறியதே. ஏனெனில்,

“ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உண்டாகும் போது... உலோகங்களின் தொடுமுனையில் உள்ள பிரிக்கும் மின்சக்தி... செயல்திறனற்றதாகத்தான் இருக்க வேண்டும்”*

என்றும், இந்தச் சக்தி நேர் மின்விசையை அதே திசையில் ஏற்றிச்செல்வதற்குப் பதில் மின்னோட்டத்தின் எதிர் திசையில் செயற்படும்போதும் கூட மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது என்பது மட்டுமல்ல, இந்த வழக்கிலும் கூட மின் கல அடுக்கின் பிரிக்கும் மின்சக்தியின் ஒரு திட்டமான பங்கை அது நஷ்ட ஈடாகப் பெறுவதில்லை, எனவே, மறுபடியும் செயல்திறனற்றதாகவே இருக்கிறது என்றும் வீடெமான் சில பக்கங்கள் கழித்து (52ம் பக்கம்) நமக்கு நிரூபிக்கிறார். இதன்விளைவாக, பக்கம் 52ல் பிரிக்கும் மின்சக்தியை மின்னோட்டம் நிகழும் காலப்பகுதிக்குச் செயல்திறனற்றதாகிவிட்டு, பக்கம் 45ல் மின்னோட்டம் உண்டாவதில் ஓர் அவசியமான அம்சமாக அதைப் பங்கெடுக்கும்படிச் செய்ய வீடெமானுக்கு—அது வும்கூட, இந்த நோக்கத்திற்காகவே விசேஷமாகத் தூக்கி நிறுத்தப்பட்டுள்ள ஓர் அனுமானத் தத்துவத்தைக் கொண்டு—எவ்வாறு சாத்தியமாகும்?

5. “எனவேதான், நேர் மின்விசையின் ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உண்டாகிறது; அது மூடிய மின்சுற்றில் தாமிரத்திலிருந்து துத்தநாகத்துடன் உள்ள தொடுமுனை வழியாகப் பின்சொன்னதின் திசையிலும், திரவத்தின் மூலமாகத் துத்தநாகத்திலிருந்து தாமிரத்திற்கும் பாய்கிறது.”

ஆனால், அப்படிப்பட்ட ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டத்தின் வழக்கில், “மின்கடத்திகளிலேயே அதனால் வெப்பம்

* மேற்கோள் காட்டப்படுகிற இந்தப் பகுதிகளிலெல்லாம் கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

உற்பத்தி செய்யப்படும்”, இன்னும், “அதனால் ஒரு மின் காந்த மோட்டார் ஓட்டப்படவும் வேலை புரியப்படவும்” சாத்தியமேற்படும்; ஆனால் இது ஆற்றல் செலுத்தப்படாமல் சாத்தியமில்லை. அப்படி ஆற்றல் செலுத்தப்படுவது என்பது நிகழ்கிறதா, அது எங்கிருந்து வருகிறது என்பதைப் பற்றி வீடெமான் தற்போதுவரை ஒரு வார்த்தைகூட மூச்சு விடவில்லையாதலால் தொடர்ந்த மின்னோட்டம் என்பது இதற்கு முன்பு ஆராயப்பட்ட இரு வழக்குகளில் இருந்ததைப் போலவே இதுவரைக்கும் சாத்தியப்பாடற்றதாகவே நின்று விட்டது.

இதை வீடெமானைவிட அதிகமாக உணர்பவர் வேறு எவருமில்லை. ஆகவே அவர் மின்னோட்டம் உருப்பெறுவதைப் பற்றிய இந்த அபூர்வமான விளக்கத்தின் அனேக சங்கடமான முனைகளையும் முடிந்த அளவுக்குத் துரிதமாகக் கடந்துவிடுவதையே விரும்பத்தக்கதாகக் காண்கிறார்; இதற்குப் பிரதியாக, இன்னும் மர்மமாகவே உள்ள மின்னோட்டத்தின் வெப்ப, இரசாயன, காந்த, உடலியல் சம்பந்தமான விளைவுகளைப் பற்றிய எல்லா வகையான அரிச்சுவடி நொடிக்கதைகளையும் சில பக்கங்களில் அளித்து வாசகருக்குப் பொழுது போக வைக்கிறார்; இந்தப் போக்கினூடே விதிவிலக்கு போல அவர் ஒரு முற்றிலும் பாமரரஞ்சகமான தொனியையும் மேற்கொள்கிறார். பிறகு அவர் திடீரென இப்படித் தொடருகிறார் (49ம் பக்கம்):

“இரண்டு உலோகங்களும் ஒரு திரவமும், உதாரணமாக துத்தநாகம், தாமிரம், ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம் இவற்றின் ஒரு மூடிய மின்சுற்றில் பிரிக்கும் மின்சக்திகள் எவ்வகையில் செயல்படுகின்றன என்பதை நாம் தற்போது ஆராய வேண்டியுள்ளது.

“இந்தத் திரவத்தின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்கிற பொழுது, ஓர் ஆக்கக்கூறு (H) தாமிரத்தின்மீதும், மற்றொன்றின் (Cl) சம எடை அளவு துத்தநாகத்தின்மீதும் படிய விடுவிக்கப்பட்டு இதன் மூலம் பிற்சொன்ன ஆக்கக்கூறு சம எடை அளவு துத்தநாகத்துடன் ஐக்கியமாகி ZnCl₂-ஆக அமைகிற வகையில் அந்த இருமூலக இரசாயன கூட்டுப்

பொருளில் (HCl) அடங்கியுள்ள ஆக்கக்கூறுகளை அது பிரிக்கிறது என்பதை நாம் அறிவோம்!''*

நாம் அறிவோம்! இதை நாம் அறிவோமெனில், அதை நிச்சயமாகவே வீடெமானிடமிருந்து நாம் அறியவில்லை; நாம் முன்பே கண்டது போல அவர் இந்த மாற்றப்போக்கைக் குறித்து இதுவரை ஒரு வார்த்தை கூடச் சொல்லவில்லை; மேலும் இந்த மாற்றப்போக்கைக் குறித்து ஏதாவது நாம் நிச்சயமாக அறிந்திருக்கிறோமெனில் வீடெமான் விவரிக்கிற பாதையில் அது மேலே செல்ல இயலாது என்பதையே யாம்.

வாயுருபமான நீர்வாயு, வாயுருபமான க்ளோரின் இவற்றிலிருந்து HCl-ன் ஒரு மூலக்கூறு உருவாக வேண்டுமெனில் 22,000 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமமான அளவு ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுகிறது (யூலியஸ் தாம்ஸென்).¹⁰² ஆதலால், நீர்வாயுவுடன் இரசாயனக் கூடுகை அடைந்துள்ள க்ளோரினை உடைத்துப் பிரிக்க வேண்டுமெனில் HCl-ன் ஒவ்வொரு மூலக்கூறுக்கும் அதே அளவு ஆற்றல் புறத்திலிருந்து செலுத்தப்பட வேண்டும். மின் கல அடுக்கு இந்த ஆற்றலை எங்கிருந்து பெறுகிறது? வீடெமானின் விவரணை இதை நமக்குச் சொல்லுவதில்லை; ஆகவே நாமே தேடுவோம்.

நீர்வாயுவிலிருந்து க்ளோரினைப் பிரித்தெடுக்க அவசியமாகிறதைவிட, துத்தநாக க்ளோரைடு உண்டாக க்ளோரின் துத்தநாகத்துடன் இரசாயனக் கூடுகை பெறும்போது மிக அதிக அளவு ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுகிறது; (Zn, Cl₂) 97,210 வெப்ப அலகுகளையும், 2 (H, Cl) 44,000 வெப்ப அலகுகளையும் (யூலியஸ் தாம்ஸென்) உண்டாக்குகின்றன. இதைக் கொண்டு மின் கல அடுக்கில் நிகழும் மாற்றப்போக்கைப் புரிய முடிகிறது. இதிலிருந்து, வீடெமான் தெரிவிப்பதைப் போல, நீர்வாயு அதிக ஆர்பாட்டமின்றித் தாமிரத்தின் மீதும், க்ளோரினும் துத்தநாகத்தின் மீதும் படிய விடுவிக்கப்பட்டும், "இதன் மூலம்" பின்னர், இதைத் தொடர்ந்தும்,

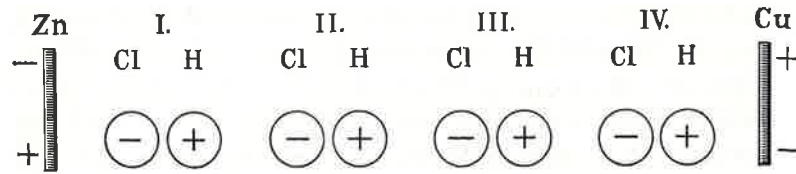
* எங்கும் கோடிட்டது எங்கெல்லாம்.—(ப-ர்.)

தற்செயலாகவும் துத்தநாகமும் க்ளோரினும் இரசாயனக் கூடுகை பெறுகின்றன என்பதல்ல. இதற்கு எதிர்மாறாக, க்ளோரினுடன் துத்தநாகம் ஐக்கியப்படுவது என்பது இந்த மாற்றப்போக்கிற்கே சாராம்சமான, அடிப்படையான நிபந்தனையாகும்; இது நடைபெறவிடில் தாமிரத்தின்மீது நீர்வாயு படிய ஒருவன் விருதாவாகக் காத்துக் கொண்டிருக்க வேண்டியதே.

HCl-ன் இரண்டு மூலக்கூறுகளிலிருந்து இரண்டு H அணுக்களை விடுவிக்கச் செலவிடப்பட்டதற்கும் அதிகமாக, ZnCl₂-ன் ஒரு மூலக்கூறை உருவாக்க விடுவிக்கப்பட்ட உபரியான ஆற்றலே மின் கல அடுக்கில் மின்விசை இயக்கமாக மாற்றப்பட்டு, மின்னோட்டத்தின் சுற்றில் வெளிப்படுகிற "மின்னியக்கச் சக்தி" முழுவதையும் அளிக்கிறது. ஆகவே, ஆற்றலின் வெளிக்காட்டத்தக்க எந்தத் தோற்றவாயுமின்றி நீர்வாயுவையும் க்ளோரினையும் தனியாகப் பிய்த்து வைப்பது ஒரு மர்மமான "பிரிக்கும் மின்சக்தி" என்பதல்ல; மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற முழு மொத்த இரசாயன மாற்றப்போக்கே மூடிய மின்சுற்றின் எல்லாப் "பிரிக்கும் மின்சக்திகளுக்கும்", "மின்னியக்கச் சக்திகளுக்கும்" அவற்றின் நிலை நிற்புக்கு அவசியமான ஆற்றலை அளிக்கிறது.

ஆதலால் மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய வீடெமானின் இரண்பாவது விளக்கம், முதலாவதைப் போலவே உதவி புரிவதில்லை என்பதைத் தற்போதைக்குப் பதிவு செய்து கொண்டு அவருடைய உரையுடன் மேலே செல்வோம்:

"உலோகங்களிடையே உள்ள இருமூலக வஸ்துவின் நடத்தை, உலோகங்களின் வழக்கில் உள்ளதைப் போலவே அதன் கட்டி முழுவதற்கும் ஒரு மின்விசை அல்லது மற்றொன்றின் பால் உள்ள கேவலம் ஒரு மேலோங்கிய கவர்ச்சியில் மட்டும் அடங்கிவிடவில்லை, ஆனால் அத்துடன் கூட, அதுனுடைய ஆக்கக்கூறுகளின் ஒரு விசேஷச் செயற்பாடும் அதில் வெளிப்படுகிறது என்பதை அந்த மாற்றப்போக்கு நிரூபணம் செய்கிறது. நேர் மின்விசையின் மின்னோட்டம் திரவத்தினுள் புகுமிடத்தில் Cl ஆக்கக்கூறும், எதிர் மின்விசை புகுமிடத்தில் H ஆக்கக்கூறும் வெளிவிடப்படுவதால், HCl என்ற கூட்டுப் பொருளில் உள்ள க்ளோரினின் ஒவ்வொரு சமான



அளவும் ஒரு திட்டமான அளவு எதிர் மின்விசையால் மின் ஏற்றம் பெற்று, உட்புகும் நேர் மின்விசையின்பால் அதன் கவர்ச்சியையும் நிர்ணயிக்கிறது என நாம் அனுமானிக்கிறோம். அந்தக் கூட்டுப்பொருளின் மின்-எதிர் நிலை ஆக்கக்கூறும் அதுவே. இதேவிதமாக H சமானம் நேர் மின்விசையினால் மின் ஏற்றம் பெற்றுக் கூட்டுப் பொருளின் மின்-நேர்நிலை ஆக்கக்கூறுக்குப் பிரதிநிதித்துவம் வகிக்கிறது. துத்தநாகம், தாமிரம் இவற்றின் தொடுநிலையிலிருந்து உற்பத்தி செய்வது போலவே H, Cl இவற்றின் கூடுகையிலிருந்தும் இந்த மின் ஏற்றங்களை உற்பத்தி செய்ய இயலும். HCl என்ற கூட்டுப் பொருள் அப்படியாக உள்ளதில் மின் தன்மையற்றிருப்பதால் இதை அனுசரித்து அதில் நேர், எதிர்நிலை ஆக்கக்கூறுகளின் அணுக்கள் சரிநிகர் அளவு நேர், எதிர் மின்விசைகளை உள்ளடக்கிக்கொண்டுள்ளன என நாம் அனுமானித்தேயாக வேண்டும்.

“இப்பொழுது, நீர்த்த ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்திற்குள் ஒரு துத்தநாகத் தகடும் ஒரு தாமிரத் தகடும் விடப்பட்டால், மின்-நேர்நிலை ஆக்கக்கூறின்பால் (H) உள்ளதை விட மின்-எதிர்நிலை ஆக்கக்கூறின்பால் (Cl) அதிக கவர்ச்சி துத்தநாகத்திற்கு உண்டு என்பதை நாம் உத்தேசித்துக்கொள்ளலாம். இதன்விளைவாக, துத்தநாகத்துடன் தொடுநிலையில் உள்ள ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறுகள், தங்களுடைய மின்-எதிர் நிலை ஆக்கக்கூறுகள் துத்தநாகத்தை நோக்கியும், மின்-நேர் நிலை ஆக்கக்கூறுகள் தாமிரத்தை நோக்கியும் திரும்பி நிற்கின்றவாறு தங்களைச் சீரமைத்துக் கொள்ளும். இவ்விதம் சீர்பெற்ற ஆக்கக்கூறுகள், HCl-ன் அடுத்துள்ள மூலக்கூறுகளினுடைய ஆக்கக்கூறுகளின்மீது தங்களுடைய மின் கவர்ச்சியைச் செயல்படுத்துவதால் துத்தநாக, தாமிரத் தகடுகளிடையே உள்ள மூலக்கூறுகளின் தொடர் வரிசை முழுவதுமே கீழ்கண்டவாறு சீராக அமையும்: எதிர்நிலை க்ளோரின்மீது துத்தநாகம் செயல்படுவதைப் போலவே இரண்டாவது உலோகமும் நேர்நிலை நீர்வாயுமீது செயல்பட்ட தெனில் அது இந்தச் சீரமைப்பை மேலே கொண்டு செல்லத் துணை புரியும். அது சற்றே பலவீனத்துடன்

மட்டும் எதிரான பாணியில் செயல்பட்டதெனில் குறைந்த பட்சம் திசையாவது வேறுக்கப்படாமல் இருக்கும்.

“Cl என்ற, மின்-எதிர்நிலை ஆக்கக்கூறின் எதிர் மின்-விசை, துத்தநாகத்திற்கு அண்மையில் நிகழ்த்துகிற செயலாட்சியினால், துத்தநாகத்திற்கு மிக நெருங்கியுள்ள அமில அணுவினுடைய¹⁰³ Cl-ஐ அண்டியுள்ள துத்தநாகப் பகுதிகள் நேர் மின் ஏற்றமும், தூரமாக உள்ள பகுதிகள் எதிர் மின் ஏற்றமும் பெறக்கூடிய வகையில் மின்விசை துத்தநாகத்தில் பரவிக் கிடக்கலாம். இதே மாதிரியாக, ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தினுடைய அண்மை அணுவின் மின்-நேர்நிலை ஊட்டமுள்ள ஆக்கக்கூறை (H) அண்டியுள்ள தாமிரத்தில் எதிர் மின்விசை திரண்டும், நேர் மின்விசை தூரமான பகுதிகளுக்கு விரட்டப்படும் நிலையிலும் இருக்கலாம்.

“அடுத்தபடியாக, துத்தநாகத்தின் நேர் மின்விசை Cl-ன் உடனடியான அண்மையில் உள்ள அணுவின் எதிர் மின்விசையுடன் இணையக் கூடும்; பின்சொன்ன அணு துத்தநாகத்துடன் [மின்விசையற்ற ZnCl-ஐ உண்டாக்க]* இணையக் கூடும். Cl-ன் இந்த அணுவுடன் முன்பு இணைந்திருந்த மின் நேர்நிலை H அணு, தன்னை நோக்கித் திரும்பியுள்ள, HCl-ன் இரண்டாவது அணுவைச் சேர்ந்த Cl அணுவுடன், இந்த அணுக்களில் உள்ள மின்விசைகள் இணையும் அதேபொழுதில், இணையக் கூடும்; அதே மாதிரியாக, HCl-ன் இரண்டாவது அணுவைச் சேர்ந்த H, மூன்றாவது அணுவின் Cl-உடன் இணையக் கூடும்; இப்படியாக, இறுதியில் தாமிரத்தின்மீது ஒரு H அணு சுதந்திரமாக விடப்படும்;** அதனுடைய நேர் மின்விசை, தாமிரத்தின் பரவலாக்கப்பட்ட எதிர் மின்விசையுடன் ஐக்கியப்படும்; இதனால் அந்த அணு மின்விசையற்ற நிலையில் தப்பித்துச் செல்லும்.” இந்த மாற்றப்போக்கு “உலோகத் தகடுகளை நோக்கித் திரும்பியுள்ள ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தின் ஆக்கக்கூறுகளினுடைய மின்விசைகளின்மீது நிகழ்கிற அத்தகடுகளில் திரண்டுள்ள மின்விசைகளின் விலக்கல் செயற்பாடு, அந்த ஆக்கக்கூறுகள் உலோகங்களால் இரசாயனரீதியாகக் கவர்ப்படுவது என்பதைச் சமநிலை செய்கின்றவரை திரும்பத் திரும்ப நிகழும். அப்படியிருந்தும், உலோகத் தகடுகள் ஒரு மின்கடத்தியால் இணைக்கப்பட்டனவெனில் அவற்றிலுள்ள சுதந்திரமான மின்விசைகள்

* அடைப்புகளுக்குள்ள சொற்களை எங்கெல்ஸ் விட்டு விட்டார்.—(ப-ர்.)

** எங்கும் கோடிட்டது எங்கெல்ஸ். (ப-ர்.)

ஒன்றுடன் மற்றொன்று ஐக்கியப்பட்டு, மேலே கூறிய மாற்றப் போக்குகள் திரும்பவும் தொடங்க இயலும். இம்முறையில் மின்விசையின் இடையறாத போக்கு நிகழக் கூடும்.

“இதன்மூலமாக, இரு மூலகக் கூட்டுப் பொருளின் ஆக்கக் கூறுகள் ஒரு திட்டமான நேர் வேகத்தில் உலோகங்களை நோக்கிச் சென்று, பிறகு ஒரு கூட்டுப் பொருள் (ZnCl) உண்டா வதின் மூலமாகவோ அல்லது விடுபட்ட நிலையில் (H) தப்பிச் செல்வதினாலோ ஓய்வு நிலை எய்துவதின் காரணமாக ஜீவ சக்தி தொடர்ந்து இழக்கப்படுகிறது என்பது தெளிவு. ([வீடெமானின்] குறிப்பு: Cl, H ஆகிய ஆக்கக்கூறுகள் பிரிவ தால் ஜீவசக்தியில் நிகழ்கிற பெருக்கத்தை... இந்த ஆக்கக் கூறுகள் அண்மையில் உள்ள அணுக்களின் ஆக்கக்கூறுகளுடன் இணைவதில் நிகழ்கிற ஜீவசக்தியின் இழப்பு ஈடு செய்வதால், இந்த மாற்றப்போக்கின் செயலாட்சியைப் புறக்கணித்து விடலாம்.) ஜீவசக்தியின் இந்த இழப்பு, கண்ணுக்குத் தெரிகிற முறையில் நிகழ்கிற இரசாயன மாற்றப்போக்கில், ஆகையினால், சாராம்சத்தில், துத்தநாகத்தின் சமானம் நீர்த்த அமிலத்தில் கரைவதிலும் கூட, விடுவிக்கப்படுகிற வெப்பத்தின் அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும். இந்த மதிப்பு, மின் விசைகளைப் பிரிக்கச் செலவிடப்பட்ட வேலையின் மதிப்பிற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். ஆதலால், ஒரு மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க மின்விசைகள் இணைந்தனவெனில், அப்பொழுது, திரவத்தில் துத்தநாகத்தின் சமானம் கரைந்து நீர்வாயு வின் சமானம் திரவத்திலிருந்து வெளிவிடப்படும்போது இந்த இரசாயன மாற்றப்போக்கிற்கு ஒத்திசைவான வெப்ப வளர்ச்சிக்கு அது போலவே சமமாகவுள்ள வேலையின் அளவு, வெப்பத்தின் வடிவத்திலோ அல்லது வெளிப்புறமாக வேலை செய்யப்படுவதின் வடிவத்திலோ, அந்த மின் சுற்று முழுவதிலும் வெளிப்பட வேண்டும்”. [1, 49-51ம் பக்கங்கள்.]

“நாம் அனுமானிப்போமாக—இயலும்—நாம் அனுமானித்தாக வேண்டும்—நாம் உத்தேசிக்க இயலும்—பரவலாக் கப்படலாம்—மின் ஏற்றம் பெறலாம்”, முதலியன. வெறும் யூகமும் ஐயப்பாட்டை வெளிப்படுத்தும் சொற்றொடர்களே; இவற்றிலிருந்து உள்ளபடியாக மூன்று நிச்சயமான விஷயங்கள் மட்டுமே திட்டமாக வடிக்கப்பட முடியும்: முதலாவதாக, நீர்வாயு விடுபடுவதற்குத் துத்தநாகம் க்ளோரினிடன் இணைவது என்பது தற்போது நிபந்தனையாகச் சாற்றப்படுகிறது; இரண்டாவதாக, இத்துடன் விடுவிக்கப்படுகிற

ஆற்றலே, மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையான முழு ஆற்றலுக்கும் தோற்றுவாய், அதுவும் தனி விலக்கான தோற்றுவாய், என்று முடிவிலும் அதுவும் தற்செயலாகவும், நாம் அறிகிறோம். மூன்றாவதாக, மின்னோட்டம் உண்டாக்கப்படுவதைக் குறித்து முன்பு கொடுக்கப்பட்ட இரண்டு விளக்கங்கள் பரஸ்பரம் எவ்வளவு முரண்பட்டனவோ அதே அளவுக்கு இந்த விளக்கம் நேரடியாக அவ்விரண்டிற்கும் முரண்படுகிறது.

மேலும் சொல்லப்படுவதாவது:

“ஆதலால் ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உண்டாக்கப்படச் சுத்தமாகவும், தன்னந்தனித்ததாகவும்* செயல்படுவது பிரிக்கும் மின்சக்தி மட்டுமே; இது மின் கல அடுக்கினுடைய மின்கிளர்ச்சி உள்ள திரவத்தில் இருக்கிற இரு மூலகக் கூட்டுப் பொருளின் அணுக்கள் உலோக மின்வாய்களால் தாரதம்மிய கவர்ச்சிக்குள்ளாக்கப்பட்டு, துருவ கரணம் செய்யப்படுவதினால் பெறப்படுகிறது; மேற்கொண்டு எந்த யாந்திரீக மாற்றங்களும் நிகழ இயலாத உலோகங்களின் தொடு முனையில் பிரிக்கும் மின்சக்தி, மறுபுறத்தில், செயல் திறன்றதாகவே இருக்க வேண்டும்.** திரவத்தினால் உலோகங்கள் மின்னியக்கக் கிளர்ச்சி பெறுவதை இந்தச் சக்தி (பொட்டாசியம் சையனைடு கரைசலில் வெள்ளீயமும் ஈயமும் மூழ்குவிக்கப்படும்போது நிகழ்வதைப் போல) ஒரு வேளை மறுதளித்துச் செயற்பட்டதெனில் இது தொடுமுனையில் பிரிக்கும் மின்சக்தியின் ஒரு திட்டமான பங்கால் ஈடு செய்யப்படுவதில்லை; இது, மூடிய மின்சுற்றில் உள்ள ஒட்டு மொத்த பிரிக்கும் மின்சக்திக்கும், (மின்னியக்கச் சக்திக்கும்), இரசாயன மாற்றப்போக்குகளின் மேலே கூறிய வெப்ப சமானத்துக்கும் இருக்கிற மேலே கூறிய பரிபூரண தகவுப் பொருத்தத்தால் நிரூபிக்கப்படுகிறது. எனவே அது மற்றொரு வழியிலேயே நடுநிலையாக்கப்பட வேண்டும். மின்கிளர்ச்சியுள்ள திரவம் உலோகங்களுடன் தொடுநிலைக்குள்ளாகும்போது மின்னியக்கச் சக்தி இரண்டு முறைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது என அனுமானித்துக்கொள்வதின்மூலம் அது மிக இலகுவாகவே நிகழ்கிறது: ஒரு புறத்தில், ஒரு அல்லது மற்றொரு மின்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

விசையின்பால் திரவத்தின் கட்டி* முழுவதற்கும் உள்ள தாரதம்மிய வலுகொண்ட கவர்ச்சியினால்; மற்றொரு புறத்தில், திரவத்தினுடைய எதிரெதிர் மின்விசைகளால் ஏற்றம் பெற்றுள்ள ஆக்கக்கூறுகளின்பால் உலோகங்களுக்குள்ள தாரதம்மியமான கவர்ச்சியினால்.... இந்த மின்விசைகளின் பால் முதலில் சொல்லப்பட்ட தாரதம்மிய (கட்டியின்) கவர்ச்சி என்பதின் காரணமாக திரவங்கள் வோல்டாவின் உலோகத் தொடர் வரிசை விதிக்கு முற்றிலும் ஒப்புரவு உள்ளதாக இருப்பதுடன், ஒரு முடிய மின்சுற்றில்... பிரிக்கும் மின்சக்திகள் (மின்னியக்கச் சக்திகளும்) பூஜ்ஜிய நிலைக்கு முழுமையாகவே நடுநிலைப்படுத்தப்படும்; இரண்டாவது (இரசாயன*) செயற்பாடு... இதற்கு மாறாக, மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையான பிரிக்கும் மின்சக்தியையும் அதற்கு ஒத்த மின்னியக்கச் சக்தியையும் அது தன்னிலிருந்தே* அளிக்கும்". (1, 52-53ம் பக்கங்கள்.)

இத்துடன் மின்னோட்டம் உண்டாவதிலிருந்து தொடு நிலைத் தத்துவத்தின் கடைசி சொச்சங்களும், அதே காலத்தில் 45ம் பக்கத்தில் அளிக்கப்பட்டுள்ள மின்னோட்டம் உண்டாவதைப் பற்றிய வீடெமானின் முதல் விளக்கத்தின் கடைசி சொச்சங்களும் தற்போது மகிழ்ச்சிகரமாகக் களையப்படுகின்றன. வெப்ப ஆற்றலை யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்ற நீராவி எஞ்சின் ஓர் உபகரணமாக இருப்பதைப் போலவே, விடுபடுகிற போக்கிலுள்ள இரசாயன ஆற்றலை மின்விசை இயக்கமாக, பிரிக்கும் மின்சக்தி, மின்னியக்கச் சக்தி என்று சொல்லப்படுவதாக உருமாற்றம் செய்கிற ஓர் எளிய உபகரணம் என்று கால்வானிக் மின் கல அடுக்கு தங்குதடையின்றி இறுதியாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. இந்த வழக்கில், மற்றொன்றினைப் போலவே, ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுவதற்கும் மேற்கொண்டு நிலை மாறுதல் பெறுவதற்கும் அவசியமான நிபந்தனைகளை மட்டுமே ஓர் உபகரணம் அளிக்கிறது; ஆனால் அது தனது சொந்தத்தில் யாதோர் ஆற்றலையும் அளிப்பதில்லை. இது ஒரு தடவை ஸ்தாபிக்கப்பட்டுப்போன பிறகு, மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய வீடெமான் விளக்கத்தின் இந்த மூன்றாவது உரைவாசகத்தை இன்னும் ஆழமாகப் பரி

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

சீலித்துப் பார்ப்பது மட்டுமே நமக்கு எஞ்சி நிற்கிறது. மின் கல அடுக்கின் முடிய மின்சுற்றில் நடைபெறும் ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்கள் எவ்வாறு சித்திரிக்கப்படுகின்றன?

அவர் கூறுகிறார்: மின் கல அடுக்கில் "இரு மூலக் கூட்டுப் பொருளின் ஆக்கக்கூறுகள் ஒரு திட்டமான நேர் வேகத்தில் உலோகங்களை நோக்கிச் சென்று பிறகு ஒரு கூட்டுப் பொருள் (ZnCl) உண்டாவதின் மூலமாகவோ அல்லது விடுபட்ட நிலையில் (H) தப்பிச் செல்வதிலவோ ஓய்வு நிலை எய்துவதின் காரணமாக ஜீவசக்தி தொடர்ந்து இழக்கப்படுகிறது" என்பது தெளிவு. கண்ணுக்குப் புலப்படுகிற முறையில் நிகழ்கிற இரசாயன மாற்றப் போக்கில், அதாவது, சாராம்சத்தில், நீர்த்த அமிலத்தில் துத்தநாகத்தின் சமானம் கரைவதில், விடுபடுகிற வெப்பத்தின் அளவுக்கு இந்த இழப்பு சமமாகும்".

முதலாவதாக, சூய வடிவத்தில் இந்த மாற்றப்போக்கு நிகழுமெனில் துத்தநாகம் கரைவதினால் மின் கல அடுக்கில் எவ்வித வெப்பமும் விடுவிக்கப்படுவதில்லை; உள்ளபடியாகவே, விடுபடுகிற ஆற்றல் நேரடியாக மின்விசையாக மாற்றப்படுகிறது, இதிலிருந்து மட்டுமே மின்சுற்று முழுவதின் தடையினால் மேற்கொண்டு வெப்பமாகவும் மாற்றப்படுகிறது.

இரண்டாவதாக, கட்டி, நேர் வேகத்தின் வர்க்கம் இவற்றினுடைய பெருக்கற்பலனின் பாதியே ஜீவசக்தியாகும். ஆகவே மேற்கூறிய உரையின் வாசகம் கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்: நீர்த்த ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தில் துத்தநாகத்தின் சமானம் கரைவதினால் விடுபடுகிற, குறிப்பிட்ட கலோரிகளுக்குச் சமமான ஆற்றல், அயனிகளின் (ions) கட்டி, அவைகள் உலோகங்களை நோக்கிப் பெயர்ந்து செல்லும் நேர் வேகத்தின் வர்க்கம் இவற்றின் பெருக்கற்பலனின் பாதிக்கு அதே மாதிரி சமமாக இருக்கும். இம்மாதிரியான சொல்வடிவம் கொடுப்பதில், இந்த வாசகம் பொய் என்பது கண்கூடு; அயனிகள் பெயர்ந்து செல்வதினால் வெளித்தோன்றுகிற ஜீவசக்தி இரசாயன மாற்றப்போக்கினால் விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றலுக்குச் சமமாக இருப்பதிலிருந்து வெகு தூரத்தில்

உள்ளது.* ஆனால் அது அப்படியிருப்பது எனில், மின்னோட்டம் உண்டாக்கச் சாத்தியமில்லை; ஏனெனில், மூடிய மின்சுற்றின் மீதத்தில் மின்னோட்டத்திற்கான ஆற்றல் மிச்சம் இருக்காது. எனவேதான், “ஒரு கூட்டுப்பொருள் உண்டாவதின் மூலமாகவோ அல்லது விடுபட்ட நிலையில் தப்பிச் செல்வதினாலோ” அயனிகள் ஓய்வு நிலை எய்துகின்றன என்ற குறிப்பு

* நீர் கரைப்பானின் (water solvent) ஊடே அயனிகளை ஓட்டுவதெனில் “பிரம்மாண்டமான சக்திகள்” தேவைப்படுகின்றன என்று பி. கோல்ராவுஷ் சமீபத்தில் கணக்கிட்டுள்ளார். (“Wiedemanns Annalen”¹⁰⁴, VI [ஸீப்ஸிக், 1879], 206ம் பக்கம்.) ஒரு மிலிகிராம் அளவை ஒரு மிலிமீட்டர் தூரத்திற்கு நகர்த்த H-க்கு 32,500 கிலோகிராம், Cl-க்கு 5,200 கிலோகிராம், ஆக, HCl-க்கு 37,700 கிலோகிராம் முக்குச் சமமான கவர்ச்சிச் சக்தி தேவைப்படுகிறது. இந்த எண்ணிக்கைகள் முழுமையாகவே சரி என்று இருந்தாலும் இவை மேலே சொல்லப்பட்டதைப் பாதிப்பதில்லை. ஆனால், மின்விசைத் துறையில் இதுவரை தவிர்க்க முடியாதவையாக இருந்த அனுமான அம்சங்கள் இந்தக் கணக்கீட்டில் அடங்கியுள்ளன; எனவே பரிசோதனை வாயிலாகக் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டியுள்ளன. இவ்வாறு கட்டுப்படுத்துவது என்பதும் சாத்தியமென்றே தோன்றுகிறது. முதலாவதாக, இந்தப் “பிரம்மாண்டமான சக்திகள்” எங்கு அவை செலவழிக்கப்பட்டுத் தீர்க்கப்படுகின்றனவோ, அங்கு, அதாவது, மேலே சொன்ன வழக்கில், மின் கல அடுக்கில், ஒரு திட்டமான அளவு வெப்பமாகத் திரும்பவும் தோன்ற வேண்டும். இரண்டாவதாக, அவைகளால் செலவழித்துத் தீர்க்கப்படும் ஆற்றல், மின் கல அடுக்கில் இரசாயன மாற்றப்போக்குகளால் அளிக்கப்படுவதை விடச் சிறிய அளவுள்ளதாகவும் திட்டமான வித்தியாசம் உடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். மூன்றாவதாக, இந்த வித்தியாசம் மூடிய மின் சுற்றில் எஞ்சியதில் உபயோகிக்கப்பட்டுத் தீர்க்கப்பட வேண்டும்; அதே போல் அளவுரீதியாக வெளிக்காட்டப்படத்தக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும். இப்படிப்பட்ட கட்டுத் திட்டத்தால் அது ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்ட பின்னரே மேற்கூறிய எண்ணிக்கைகளை இறுதியானவை எனக் கருத இயலும். மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தில் இதை வெளிக்காட்டுவது என்பது அதிக அளவில் நிறைவேற்றக்கூடியதாகவே தோன்றுகிறது. [எங்கெல்ஸ்குறிப்பு.]

வாசகம் மேற்கொண்டு நுழைக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஜீவ சக்தியின் இழப்பு என்பதில் இந்த இரண்டு மாற்றப்போக்குகளில் நிகழ்கிற ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்களும் அடங்குகின்றன என்றால் அப்போது நாம் உண்மையிலேயே ஒரு முட்டுக் கட்டை நிலையை எய்திவிட்டோம் என்றே பொருள். ஏனெனில், விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றல் முழுவதற்கும் நாம் ஒட்டாக எடுத்துக்கொள்ளுகிற இந்த இரண்டு மாற்றப்போக்குகளுக்கே கடமைப்பட்டிருக்கிறோம்; இதனால் ஜீவசக்தியின் இழப்பு என்பதற்குக் கிஞ்சிற்றும் இடமில்லை என்பது மட்டுமல்ல, அதற்குப் பதிலாக, அதிகப் பட்சம் ஒரு பெருக்கமே நிகழ்கிறது.

ஆதலால், வீடெமானும் கூடத் தமது இந்தப் பிரேரணையால் எதையும் திட்டமாக அர்த்தப்படுத்துவதில்லை என்பது தெளிவு; ஒரு விதத்தில் அவருடைய “ஜீவசக்தியின் இழப்பு” என்பது பழைய தொடுநிலைத் தத்துவத்திலிருந்து மின்னோட்டத்தை இரசாயனரீதியாக விளக்குவது என்பதற்கு மரணப் பாய்ச்சல் நடத்துவதை அவருக்குச் சாத்தியமாக்க *deus ex machina** ஆக உள்ளது. உள்ளபடியாக ஆலோசித்தால், ஜீவசக்தியின் இழப்பு என்பது தற்போது தனது தொழில் முடித்துவிட்டதால், அது நீக்கப்படுகிறது; இனிமேற்கொண்டு, மின்னோட்டம் உண்டாக ஆற்றலின் ஒரே தோற்றுவாயாக மின் கல அடுக்கின் இரசாயன மாற்றப்போக்கு ஐயந்திரிபின்றி அங்கீகரிக்கப்படுகிறது; நமது ஆசிரியருக்கு இனி மிச்சமுள்ள ஒரே ஒரு கவலை என்னவெனில், இரசாயனரீதியாக அகிரத்தையான பண்டங்களின் தொடுநிலையில் மின்விசை கிளறப்படுவதின் கடைசிச் சொச்சத்திலிருந்து, அதாவது இரண்டு உலோகங்களின் தொடுமுனையில் செயல்திறனுள்ள பிரிக்கும் சக்தியிலிருந்து, மின்னோட்டத்தை எவ்வாறு அவர் நாசுக்காக விடுவிப்பது என்பதே.

மின்னோட்டம் உண்டாவதைப் பற்றி மேலே வீடெமான் கொடுத்த விளக்கத்தைப் படிக்கும்பொழுது, ஷட்ராவுஸ், வில்கே, புரூனோ பெளவர் முதலானவர்களின் விவிலிய நூலைப் பற்றிய மொழியியல்-வரலாற்றுரீதியான விமர்சனத்திற்கு

* தெய்வக் குறுக்கீடு.—(ப-ர்.)

எதிர்வாதம் புரிய ஏறக்குறைய நாற்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் முழு, அரைகுறை சனாதன சமயவாதிகள் எழுதிய தன்கோள் விளக்கும் எழுத்து மூலத்தின் ஒரு வகையான மாதிரிக்கு முன்னால் ஒருவன் நிற்பதாகப் பாவித்துக்கொள்ளலாம். அவற்றின் முறை ஒரே மாதிரியாக உள்ளது; அது அப்படி இருக்கவும் வேண்டியுள்ளது. ஏனெனில், இரு வழக்குகளிலும் விஞ்ஞானரீதியான சிந்தனையிலிருந்து பரம்பரைப் பரம்பரையாகப் பெற்ற சம்பிரதாயத்தைக் காப்பாற்றுவது என்பதே பிரச்சினை. மிக அதிகப் பட்சம் கணிதவியல் கணக்கீட்டு வடிவத்தில் சிந்திக்கத் தன்னை அனுமதித்துக்கொள்கிற தனிவிலக்கான அனுபவவாதம், மறுக்க முடியாத ஆதாரக் கூறுகளைக் கொண்டேதான் செயல்படுவது என்பதாகக் கற்பித்துக்கொள்கிறது. ஆனால், யதார்த்தத்தில், பெரும்பாலும் அதன் முன்னோடிகளுடைய சிந்தனையின் வழக்கிழந்த விளைபொருள்களைக் கொண்டும் சம்பிரதாய எண்ணப்பாங்குகளைக் கொண்டும் அது செயற்படுவதே மேலோங்கியுள்ளது; நேர், எதிர் மின்விசை, பிரிக்கும் மின்சக்தி, தொடுநிலைத் தத்துவம் ஆகியன அப்படிப்பட்டவையே. இவை முடிவற்ற கணிதவியல்ரீதியான கணக்கீடுகளுக்கு அஸ்திவாரமாக அமைகின்றன; இதில் கணிதவியல் வரையறுப்பின் கண்டிப்பின் காரணமாக மூலக்கூற்றுகளின் அனுமானத் தன்மை மிக சௌகரியமாக மறந்துவிடப்படுகிறது. இவ்வகை அனுபவவாதம், தனது முன்னோடிகளின் சிந்தனையின் விளைவுகளை எந்த அளவுக்கு வெகுளித்தனமாக நம்புகிறதோ அதே அளவுக்குத் தற்கால சிந்தனையின் விளைவுகளைச் சமுசயிக்கவும் செய்கிறது. பரிசோதனைபூர்வமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்ட ஆதாரக்கூறுகளும் கூடப் படிப்படியாக அவற்றின் பரம்பரை வியாக்கியானங்களிலிருந்து பிரிக்க முடியாதவையாகிவிட்டன; மிகச் சாதாரண மின் இயல் நிகழ்ச்சியும் கூடப் பொய்யாக—உதாரணமாக, இரண்டு மின்விசைகளைக் கள்ளக்கடத்தல் செய்து புகுத்துவதின் மூலம்—முன்வைக்கப்படுகிறது; இந்த அநுபவவாதத்திற்கு இனிமேற்கொண்டு ஆதாரக்கூறுகளையும் கூடச் சரியாக விவரிக்க இயலாது; ஏனெனில், இவற்றின் பரம்பரை வியாக்கியானம் அந்த விவரணைக்குள் இழைத்து

விடப்படுகிறது. சுருக்கத்தில், சமயவாதத் துறையில் மிக வளர்ச்சி பெற்ற பாரம்பரிய சம்பிரதாயம் இருப்பதைப் போலவே மின்விசைத் தத்துவத் துறையிலும் நாம் ஒரு சம்பிரதாயத்தைப் பெற்றிருக்கிறோம். இந்த இரண்டு துறைகளிலும் சமீபத்திய ஆராய்ச்சியின் விளைவுகள், இதுவரை அறியப்படாத அல்லது சர்ச்சைக்கிடமான ஆதாரக்கூறுகள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டதும் இவற்றிலிருந்து அவசியமாகவே வடிந்து தோன்றிய தத்துவார்த்த முடிபுகளும், பழைய சம்பிரதாயங்களுக்கு எதிராகத் தாட்சண்யமற்று நிற்பதால், இச்சம் பிரதாயங்களைக் காத்து நிற்போர் மிக சங்கடத்தில் சிக்கித் தவிக்கின்றனர். எல்லாவகை யுத்திகளையும், நிலையில்லாத தோதுக்களையும் கையாண்டும், தீர்க்க முடியாத முரண்பாடுகளைப் பூசி மெழுகிச் சென்றும் இவ்வாறு இறுதியாக முரண்பாடுகளின் கந்தர கோளத்திற்குள் இறங்கிவிடுகின்றனர்; இதிலிருந்து தப்புவதற்கான மார்க்கமும் அவர்களுக்கு இல்லை. பழைய மின்விசைத் தத்துவம் முழுவதிலும் உள்ள இந்த நம்பிக்கையே வீடெமானைத் தம்மைத் தாமே விடுவித்துக்கொள்ள முடியாதரீதியில் முரண்படுத்திக்கொள்வதில் சிக்கவைக்கிறது; மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய பழைய விளக்கமான “தொடுநிலைச் சக்தி” என்பதையும் இரசாயன ஆற்றல் விடுவிக் கப்படுத்தல் என்ற நவீன விளக்கத்தையும் பகுத்தறிவுக்குட்பட்ட முறையில் நேர்படுத்தச் செய்யப்படும் விருதாவான முயற்சியே இதற்குக் காரணமாகும்.

மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய வீடெமானின் விளக்கத்தைக் குறித்த, மேலே கூறிய விமர்சனம், வார்த்தைகளை வைத்து செப்படி வித்தை செய்வதையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது என்றும், ஆரம்பத்தில் வீடெமான் ஏதோ கவனக் குறைவுடனும் பிழையுடனும் தமது கருத்தை வெளியிட்ட போதிலும் இறுதியாக ஆற்றலின் அழியா நிலைக் கோட்பாட்டிற்கு ஒத்தரீதியாகச் சரியான விளக்கத்தைக் கொடுத்து, எல்லாவற்றையும் நேர் செய்துவிட்டார் என்றும் ஒரு வேளை ஆட்சேபனை செய்யலாம். இந்தக் கண்ணோட்டத்திற்கு எதிரான மற்றோர் உதாரணத்தை, மின் கல

அடுக்கில் நிகழும் மாற்றப்போக்கைக் குறித்த—துத்தநாகம், நீர்த்த கந்தக அமிலம், தாமிரம்—அவருடைய விவரணையைக் கீழே அளிக்கிறோம்:

“இருந்த போதிலும், இரண்டு தகடுகளும் ஒரு கம்பியினால் இணைக்கப்பட்டால் ஒரு கால்வாளிக் மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது.... மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கின் விளைவாக*, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தின் நீரிலிருந்து** தாமிரத்தின் மீது நீர்வாயுவின் ஒரு சமானம் வெளியிடப்பட்டு, இந்த நீர்வாயு குமிழிகளாகத் தப்பிச் செல்கிறது. துத்தநாகத்தின்மீது பிராண வாயுவின் ஒரு சமானம் உருப்பெறுகிறது; இது துத்தநாகத்தை ஆக்ஸிகரணம் செய்து துத்தநாக ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது. பின்சொன்னது சுற்றிலும் உள்ள அமிலத்தில் கரைந்து கந்தகத் துத்தநாக ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.” (I, பக்கம் 593ம்.)

தண்ணீரை வாயுருபமான நீர்வாயுவாகவும், வாயுருபமான பிராண வாயுவாகவும் உடைத்துப் பிரிக்கத் தண்ணீரின் ஒவ்வொரு மூலக்கூறுக்கும் 68,924 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமமான ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. அப்பொழுது, மேலே சொன்ன மின் கல அடுக்கில் எங்கிருந்து இந்த ஆற்றல் பிறக்கிறது? “மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கின் விளைவாக.” மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கு அதை எங்கிருந்து பெறுகிறது? இதற்குப் பதில் கொடுக்கப்படவில்லை.

ஆனால், “[மின்னாற்பகுப்பு சம்பந்தமான] சமீபத்திய பரிசோதனைகளின்படித் தண்ணீர் தான் மாத்திரம் சிதைவதில்லை” எனவும், நமது வழக்கில் H_2SO_4 என்கிற கந்தக அமிலமே, ஒரு புறம் H_2 -ஆகவும், மற்றொரு புறம் $SO_3 + O$ -வாகவும் பிரிகிறது எனவும், இதன்மூலம் பொருத்தமான சூழ்நிலைகளில் H_2 -வும் O -வும் வாயுருபமாகத் தப்பிச் செல்வது சாத்தியம் எனவும் ஒரு தடவையல்ல, குறைந்த பட்சம் இரண்டு தடவை (I, 472ம் பக்கம், 614ம் பக்கம்) வீடெமான் மேலும் சொல்லுகிறார். ஆனால் இது மாற்றப்போக்கின் சுபாவம் முழுவதையுமே வேறுபடுத்துகிறது. H_2SO_4 ல் உள்ள

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

H_2 -ஐ ஈரிணைவலுவெண்ணுடைய (bivalent) துத்தநாகம் நேரடியாக அப்புறப்படுத்தித் துத்தநாக சல்பேட் $ZnSO_4$ -ஐ உண்டாக்குகிறது. இதனால், ஒரு புறம் H_2 -வும் மற்றொரு புறம் $SO_3 + O$ -வும் எஞ்சி நிற்கின்றன. தண்ணீரை உண்டாக்க எந்தத் தகவுப் பொருத்த அளவுகளில் ஐக்கியப்படுகின்றனவோ அதே அளவுகளில் அவ்விரு வாயுக்களும் தப்பிச் செல்கின்றன; H_2SO_4 -ஐ, அதாவது கந்தக அமிலத்தை, மறுபடியும் உண்டாக்க SO_3 , கரைசலில் உள்ள நீரான H_2O -வுடன் ஐக்கியப்படுகிறது. இருந்தாலும் $ZnSO_4$ -வின் உற்பத்தியானது கந்தக அமிலத்தின் நீர்வாயுவை விடுவித்து வெளியேற்றுவதற்கு மட்டுமின்றி, ஒரு கணிசமான அளவு உபரி மிச்சத்தை விட்டுச் செல்வதற்கும் போதுமான ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்கிறது; நமது வழக்கில், இந்த உபரி மிச்சம் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கச் செலவிடப்படுகிறது. ஆகவே, முதலில் ஆக்ஸிகரணமடைவதற்காகவும், பின்னர் அமிலத்தில் கரைவதற்காகவும் மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கு துத்தநாகத்தின் செயல்முடிவுக்காகச் சுதந்திர பிராண வாயுவை வைக்கும் வரை துத்தநாகம் காத்திருப்பதில்லை. இதற்குமாறாக, மாற்றப்போக்கிற்குள் நேராக அது பிரவேசிக்கிறது; துத்தநாகம் இவ்விதம் பங்கு பற்றுவதினால்* மட்டுமே இந்த மாற்றப்போக்கு தோன்றுகிறது.

வழக்கொழிந்த இரசாயனக் கருத்துப்பாங்குகள் எவ்வாறு வழக்கொழிந்த தொடுநிலைக் கருத்துப்பாங்குகளின் உதவிக்கு வருகின்றன என்பதை நாம் இங்கே பார்க்கிறோம். நவீன காலத்துக் கருத்தோட்டங்களின்படி, உப்பு என்பது, நீர்வாயு நீக்கப்பட்டு அதற்குப் பதில் உலோகம் இணைந்துள்ள அமிலமேயாகும். நமது விசாரணையிலுள்ள மாற்றப்போக்கு இந்தக் கருத்தோட்டத்தை ஊர்ஜிதம் செய்கிறது; அமிலத்திலுள்ள நீர்வாயுவை நேரடியாக நீக்கிவிட்டு அதற்குப் பதில் துத்தநாகம் இணைவதானது, ஆற்றலின் நிலைமாறுதலை முழுமையாகவே விளக்குகிறது. வீடெமான் இதுபற்றிக் கொண்டுள்ள பழைய கருத்தோட்டம் உப்பு என்பது, உலோக ஆக்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

லைடு அமிலத்துடன் இணைந்த கூட்டுப்பொருளே எனக் கருதுகிறது; ஆதலால், துத்தநாக சல்பேட் என்பதற்குப் பதில் கந்தகத் துத்தநாக ஆக்ஸைடு என்றே உரைக்கிறது. ஆனால், துத்தநாகமும் கந்தக அமிலமும் கொண்ட நமது மின் கல அடுக்கில் கந்தகத் துத்தநாக ஆக்ஸைடு பெறப்பட வேண்டுமெனில் முதலில் துத்தநாகம் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட வேண்டும். துத்தநாகத்தைப் போதிய அளவு தூரிதமாக ஆக்ஸிகரணம் செய்யச் சுதந்திரமான பிராண வாயுவை நாம் பெற்றிருக்க வேண்டும். சுதந்திரமான பிராண வாயுவைப் பெறுவதற்கு—நீர்வாயு தாமிரத்தின் மீது தோன்றுவதால்—தண்ணீர் இரசாயனச் சிதைவு அடைகிறது என நாம் அனுமானித்துக்கொள்ள வேண்டும். தண்ணீர் இரசாயனச் சிதைவு அடைய நமக்கு பிரம்மாண்டமான ஆற்றல் தேவையாகிறது. இதை நாம் பெறுவது எப்படி? மிக எளிதாக “மின்ஊற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கின் விளைவாக”; இந்த மாற்றப்போக்கு, அதனுடைய முடிவான இரசாயன விளைபொருளான “கந்தகத் துத்தநாக ஆக்ஸைடு” உற்பத்தியாக ஆரம்பிக்காதவரை, செயலுக்கு வரமுடியாது. குழந்தை தாயைப் பெற்றெடுக்கிறது.

இதன்விளைவாக, வீடெமான் இங்கு மறுபடியும் மாற்றப்போக்கு முழுவதையும் பூரணமாகவே தவறாகவும் தலைகீழாகவும் முன்வைக்கிறார். இரண்டு நேரெதிரான மாற்றப்போக்குகளான செயல்திறனுள்ள, செயல்திறனற்ற மின்ஊற்பகுப்பை அவர் சும்மா மின்ஊற்பகுப்பு என்று ஒன்றாகக் குழப்புவதே இதன் காரணமாகும்.

மின் கல அடுக்கின் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றி, அதாவது, இரசாயனச் செயற்பாட்டினால் உபரியான ஆற்றல் விடுவிக் கப்பட்டு, மின் கல அடுக்கின் ஏற்பாடுகளினால் அது மின் விசையாக மாற்றப்படுகிற அந்த மாற்றப்போக்கைப் பற்றி, இதுவரை பரிசீலனை மட்டும் செய்தோம். ஆனால் இந்த மாற்றப்போக்கைப் பின்முன்னகையும் நிகழ்த்த முடியும் என்பது நன்கறியப்பட்டதே: மின் கல அடுக்கில் இரசாயன ஆற்றலி லிருந்து உற்பத்தி செய்யப்பட்ட தொடர்ந்த மின்னோட்டத்

தின் மின்விசை, தனது முறைக்கு, மூடிய மின்சுற்றில் செருகப் பட்ட மின்ஊற்பகுப்புக் கலத்தில் இரசாயன ஆற்றலாகத் திரும்பவும் மாற்றப்பட இயலும். இந்த இரண்டு மாற்றப் போக்குகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரானவை என்பது தெளிவு; முதலாவது இரசாயன-மின்விசை சார்ந்தது என்று கருதப்பட்டால், இரண்டாவது மின்விசை-இரசாயனப் போக் காகும். அதே மின்சுற்றில் அதே ஆக்கப் பொருள்களைக் கொண்டு இரண்டும் நிகழ முடியும். இவ்விதம், வாயு மூலகங் களைக் கொண்ட மின் கல அடுக்கு—தண்ணீரை உண்டாக்க நீர்வாயுவும் பிராண வாயுவும் ஐக்கியப்படும்போது இது னுடைய மின்னோட்டம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது—மின் சுற்றுக்குள் செருகப்பட்ட மின்ஊற்பகுப்புக் கலத்தில் வாயு ரூபமான நீர்வாயுவையும் வாயுரூபமான பிராண வாயுவையும் அவை எந்தத் தகவுப் பொருத்த அளவுகளில் தண்ணீரை உண்டாக்க ஐக்கியப்படுகின்றவோ அதே அளவுகளில் அளிக்க முடியும். வழக்கமான கருத்தோட்டம், இந்த இரண்டு எதிரெதிரான மாற்றப்போக்குகளையும் மின்ஊற்பகுப்பு என்ற ஒரே சொல்வடிவத்தின்கீழ் மொத்தப்படுத்தி விடுகிறது; செயல்திறனுள்ள, செயல்திறனற்ற மின்ஊற்பகுப்புகளுக்கிடையே, மின்கிளர்ச்சியூட்டும் திரவம், செயல்திறனற்ற மின்ஊற் பகுப்புத் திரவம் இவற்றிற்கிடையேகூட வித்தியாசப்படுத்தி அது பார்ப்பதில்லை. இவ்விதமாக வீடெமான் 133 பக்கங் களுக்கு மின்ஊற்பகுப்பைப் பற்றிப் பொதுப்படையாகப் பேசுகிறார்; பிறகு முடிவில் “மின் கல அடுக்கில் மின்ஊற் பகுப்பு” என்பதைப் பற்றிய சில குறிப்புகளைச் சேர்க்கிறார்; இதில், இந்தப் பிரிவின் பதினேழு பக்கங்களில் உண்மையான மின் கல அடுக்குகளில் நிகழும் மாற்றப்போக்குகள் மிகக் குறைந்த பகுதியையே வியாபிக்கின்றன. அதைத் தொடர்ந்து வருகிற “மின்ஊற்பகுப்புத் தத்துவம்” என்பதிலும் கூட மின் கல அடுக்கிற்கும் மின்ஊற்பகுப்புக் கலனுக்கும் உள்ள இந்த வேறுபாட்டு முனைப்பு சொல்லப்படுவதும் கூட இல்லை; அடுத்த அத்தியாயமான “மின்சுற்றில், மின்னியக்கச் சக்தி, கடத்திகளின் தடை இவற்றின்மீது மின்ஊற்பகுப்பின் செயலாட்சி” என்பதில், மூடிய மின்சுற்றில் ஆற்றலின் நிலைமாறு

தலைக் குறித்து ஏதாவது சொல்லப் பட்டிருக்கிறதா என்ற யாராவது பார்த்தால் அவர்கள் மனமுடைந்துதான் போவார்கள்.

ஆற்றலின் கண்கூடான வரத்து இன்றியே H₂-வை O-விலிருந்து பிரிக்க முடிகிற, இதற்கு முந்திய மர்மமான "பிரிக்கும் மின்சக்தியை"ப் போல நூலின் இந்தப் பிரிவுகளில் அதே பாத்திரத்தை வகிக்கிற பெருவலியுடன் ஈர்க்கிற அந்த "மின்னிற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கை" நாம் தற்போது ஆலோசனைக்கு எடுத்துக் கொள்வோம்.

"அயனிகளைப் பிரிப்பது என்ற முதல் நிலைக் கலப்பற்ற மின்னிற்பகுப்பு* மாற்றப்போக்கிற்கு அக்கம் பக்கமாகவே அனேக இரண்டாம் நிலைத் தூய இரசாயன* மாற்றப்போக்குகளும், முதலில் சொன்னதின்மீது எவ்விதச் சார்புமின்றி, மின்னோட்டத்தால் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட அயனிகளின் செயல்பாட்டால் நிகழ்கின்றன. மின்வாய்ச் சாதனங்களின்மீதும் இரசாயனச் சிதைவு அடைகிற பண்டங்களின்மீதும், கரைசல்களின் வழக்கில் கரைப்பான்மீதும் இந்தச் செயற்பாடு நிகழ முடியும்". (I, 481ம் பக்கம்.)

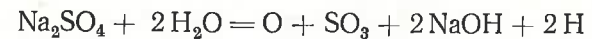
மேலே சொன்ன மின் கல அடுக்கிற்கு மறுபடியும் நாம் திரும்புவோம்: நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் துத்தநாகமும் தாமிரமும். இங்கு, வீடெமானின் சொந்த வாக்கு மூலத்தின் படி, தண்ணீரின் H₂-வும் O-வுமே பிரிக்கப்பட்ட அயனிகளாகும். இதன்விளைவாக, அவரைப் பொறுத்தவரை துத்தநாகம் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு, ZnSO₄ உற்பத்தியாதல் என்பது இரண்டாம் நிலைத் தூய இரசாயன மாற்றப்போக்காகும்; இது மின்னிற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கின்மீது சார்பற்றது; இதன்மூலமாக மட்டுமே முதல் நிலை மாற்றப்போக்கு சாத்தியப்படும் என்பதே யதார்த்த உண்மையாக இருந்தாலும்கூடப் பரவாயில்லை. நிகழ்ச்சிகளின் உண்மையான வளர்ச்சிப் போக்கு இவ்விதம் தலைகீழாக வைக்கப்பட்டிருப்பதினாலும் இயல்பாகவே எழுகிற குழப்பத்தை ஓரளவு விபரமாகவே பரிசீலிப்போம்.

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

முதலாவதாக, மின்னிற்பகுப்புக் கலத்தில் இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகள் என்று சொல்லப்படுபவற்றை—இவற்றைப்பற்றி வீடெமான் சில உதாரணங்களை முன்வைக்கிறார் (481-82ம் பக்கங்கள்)—ஆலோசனைக்கு எடுத்துக் கொள்வோம்:*

1. நீரில் கரைக்கப்பட்ட சோடியம் சல்பேட் (Na₂SO₄)-ன் மின்னிற்பகுப்பு.

இது "SO₃ + O-ன் 1 சமானமாகவும்... NA-வின் 1 சமானமாகவும்... உடைகிறது.... இருந்தாலும், பின்சொன்னது கரைப்பானாகிய நீரின்மீது எதிர்ச்செயல் புரிந்து அதிலிருந்து H-ன் 1 சமானத்தை உடைத்துப் பிரிக்கிறது; அதே பொழுதில் காஸ்டிக் சோடாவின் [NaOH] 1 சமானம் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, சுற்றிலும் உள்ள தண்ணீரில் கரைகிறது."

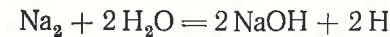


என்பதே சமன்பாடு.

உள்ளபடியாகவே, இந்த உதாரணத்தில்



என்ற இரசாயனச் சிதைவை முதல் நிலை, மின்-இரசாயன மாற்றப்போக்காகவும்,



என்ற தொடர்ந்த நிலைமாறுதலை இரண்டாம் நிலைத் தூய இரசாயன மாற்றப்போக்காகவும் கருதலாம். ஆனால் இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்கு, நீர்வாயு தோன்றுகிற அந்த மின்வாயில் உடனே விளைவிக்கப்படுகிறது; இதன்மூலம் விடுவிக்கப்படுகிற மிகக் கணிசமான ஆற்றல் (யூலியஸ் தாம்

* HO, ZnCl என்ற பழைய இரசாயன சமான மதிப்புகளையே வீடெமான் எங்கும் உபயோகிக்கிறார் என்பதை இங்கு திட்டமாகக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். எனது சமன்பாடுகளில் நவீன அணு எடைகளையே எல்லா இடங்களிலும் உபயோகித்து, எனவே H₂O, ZnCl₂ என்று முன்வைத்துள்ளேன், முதலியன. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

ஸென் கணக்கீட்டுப்படி Na, O, H, நீர் இவற்றிற்கு 111, 810 வெப்ப அலகுகள்) குறைந்த பட்சம் பெரும்பகுதியாவது, மின்விசையாக மாற்றப்படுகிறது; கலத்தின் ஒரு சிறு பகுதி மட்டுமே நேரடியாக வெப்பமாக நிலைமாறுதல் பெறுகிறது. ஆனால், பின்சொன்னது மின் கல அடுக்கில் நேரடியாகவோ அல்லது முதல் நிலையாகவோ விடுவிக்கப்படுகிற இரசாயன ஆற்றலுக்கும் கூட நிகழ முடியும். இருந்தாலும், இவ்விதமாகப் பெறப்பட்டு, மின்விசையாக மாற்றப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு Na_2SO_4 -ஐத் தொடர்ந்து இரசாயனச் சிதைவு செய்ய மின்னோட்டம் அளிக்கும் ஆற்றலிலிருந்து கழிக்கப்பட வேண்டும். மொத்த மாற்றப்போக்கின் முதல் வினாடியிலேயே சோடியம், ஹைட்ரேட் ஆன ஆக்ஸைடு (Hydrated oxide) ஆக மாறி இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்காகத் தோன்றுகிறது எனில் அது இரண்டாவது வினாடிக்குமேல் மொத்த மாற்றப்போக்கின் சாராம்சமான காரணக்கூறுக மாறி, அதனால் இரண்டாம் நிலைத் தன்மையை இழந்துவிடுகிறது.

ஆனாலும் கூட, இந்த மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தில் மூன்றாவது மாற்றப்போக்கும் கூட நிகழ்கிறது: நேர் மின்வாயின் உலோகத்துடன் SO_3 இரசாயனக் கூடுகை பெறவில்லையெனில்—அப்படியானால் திரும்பவும் ஆற்றல் விடுவிக்கப்படும் SO_3 H_2O -வுடன் இணைந்து H_2SO_4 என்கிற கந்தக அமிலம் உண்டாகும். ஆனால், இந்த மாற்றம் மின்வாயில் உடனடியாகவும் அவசியமாகவும் நிகழ்ந்தேற வேண்டுமென்பதில்லை; இதன் விளைவாக, இதன்மூலம் விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றலின் அளவு (21,320 வெப்ப அலகுகள்—யூ. தாம்ஸென்) மின் கலனிலேயே முழுமையாக அல்லது பிரதானமாக வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது; அதிகப்பட்சம் ஒரு சிறிய அளவு மின்விசையையே மின்னோட்டத்தில் அளிக்கிறது. ஆதலால், இந்த மின் கலனில் உண்மையாகவே நிகழ்கிற ஒரே ஓர் இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்கைப்பற்றி வீடெமான் எதுவுமே சொல்வதில்லை.

II. “தாமிர நேர் மின்வாய்க்கும் பிளாடினம் எதிர் மின்வாய்க்கும் இடையே தாமிர சல்பேட் கரைசல் [$\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$]

மின்னாற்பகுப்பு செய்யப்பட்டால், எதிர் பிளாடினம் மின்வாயில் இரசாயனச் சிதைவு அடையும் தண்ணீரின் 1 சமானத்துக்கு, தாமிரத்தின் 1 சமானம் பிரிந்து போகிற அதே சமயத்தில் அதே மின்னோட்டச் சுற்றில் கந்தக அமிலமும் இரசாயனச் சிதைவு பெறுகிறது; நேர் மின்வாயில் SO_4 -ன் 1 சமானம் தோன்ற வேண்டும்; ஆனால் இது மின்வாயின் தாமிரத்துடன் CuSO_4 -ன் 1 சமானத்தை உண்டாக்க இணைகிறது; இது மின்னாற்பகுப்பு செய்யப்படும் கரைசலில் கரைந்து போகிறது.” [1, 481ம் பக்கம்.]

ஆதலால், நவீன இரசாயனச் சொல்வடிவப் பாங்கில் இந்த மாற்றப்போக்கைக் கீழ்க்கண்டவாறு நாம் வெளியிட வேண்டும்; தாமிரம் பிளாடினத்தின்மீது வண்டலாகப் படிக்கிறது; விடுவிக்கப்பட்ட SO_4 , அது அப்படியாக நிலைக்க இயலாததால், $\text{SO}_3 + \text{O}$ -ஆக சிதைவுற்று, பின்சொன்னது சுதந்திர நிலையில் தப்பிச் செல்கிறது; நீராக உள்ள கரைப்பானிலிருந்து H_2O -வை SO_3 பற்றிக்கொண்டு H_2SO_4 உண்டாக்கிறது; இது திரும்பவும் மின்வாயின் தாமிரத்துடன் இணைந்து CuSO_4 உண்டாக்கிறது, H_2 விடுவிக்கப்படுகிறது. சரியாகச் சொல்லுவதெனில், இங்கு நாம் மூன்று மாற்றப்போக்குகளைப் பெற்றிருக்கிறோம்: (1) Cu -வும், SO_4 -வும் பிரிதல்; (2) $\text{SO}_3 + \text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$; (3) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{H}_2 + \text{CuSO}_4$. முதலில் சொன்னதை முதல் நிலையைச் சார்ந்ததாகவும் மற்றிரண்டையும் இரண்டாம் நிலையைச் சார்ந்ததாகவும் கருதுவது இயல்பு. ஆனால், ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்களுக்குள் நாம் ஆய்ந்து பார்த்தால் முதல் மாற்றப்போக்கு மூன்றாவது மாற்றப்போக்கின் ஒரு பகுதியால்— SO_4 -விலிருந்து தாமிரம் பிரிதல் என்பது மற்ற மின்வாயில் இரண்டும் திரும்ப ஐக்கியப்படுவது என்பதால்—பூர்த்தியாகவே ஈடு செய்யப்பட்டுப் போகிறது என்பதைக் காண்கிறோம். ஒரு மின்வாயிலிருந்து மற்றொரு மின்வாய்க்குத் தாமிரத்தைக் கடத்தத் தேவைப்படும் ஆற்றலையும், அதேபோல் வெப்பமாக மாற்றப்படுவதால் மின் கல அடுக்கில் தவிர்க்க முடியாமல் நிகழ்கிற, சரியாக நிர்ணயிக்க இயலாத ஆற்றலின் இழப்பையும் நாம் கணக்கிலெடுக்காமல் விட்டுவிட்டோமெனில், மின்னோட்டத்திலிருந்து எவ்வித ஆற்றலையும் பெறாத ஒரு

முதல் நிலை மாற்றப்போக்கு என்று சொல்லப்படுகிறதொன்றையே வழக்காகப் பெறுகிறோம். H_2 -வையும் O-வையும் பிரிப்பதற்கு — அதுவும்கூட மறைமுகமாகவே — தனி விலக்காக ஆற்றலை மின்னோட்டம் அளிக்கிறது; இதுவே மாற்றப்போக்கு முழுவதின் உண்மையான இரசாயனப் பலனாக — எனவே இரண்டாம் நிலை, மூன்றாம் நிலை மாற்றப்போக்கையும் கூட நிறைவேற்றுவது என்று — நிரூபணமாகிறது.

இருந்தபோதிலும், மேற்கூறிய இரண்டு உதாரணங்களிலும், இதர வழக்குகளில் இருப்பது போலவே, முதல் நிலை, இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளிடையே பண்பு வேறுபாட்டைக் காண்பதில் ஒரு சார்பு நிலையான நியாயம் உண்டு என்பதை மறுக்க இயலாது. இவ்வாறு அவ்விரண்டு வழக்குகளிலும், மற்ற விஷயங்களிடையே, தண்ணீரும் கூட இரசாயனச் சிதைவு அடைந்து எதிரெதிரான மின்வாய்களில் நீரின் மூலகங்கள் வெளிப்படுகின்றன என்பது சாத்தியம். மிக சமீபத்திய பரிசோதனைகளின்படி முற்றிலும் தூய்மையான தண்ணீர், ஏறக்குறைய ஒரு லட்சிய மின்கடத்தாப் பொருளாக, ஆகவே, மின்னாற்பகுப்புக்குட்படாத திரவமாகக்கூட, இருக்கிறது; ஆதலால், இதிலும் இதைப்போன்ற பிற வழக்குகளிலும் நேரடியாக மின்-இரசாயனச் சிதைவு பெறுவது தண்ணீர் அல்ல, ஆனால் அமிலத்திலிருந்து தண்ணீரின் மூலகங்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன என்பதைக் காட்டுவது மிக முக்கியமாகும்; இங்கு, அமிலத்தை உண்டாக்க அந்தக் கரைசலின் தண்ணீர் பங்கெடுத்தாக வேண்டும் என்பது உண்மையே.

III. “இரண்டு U வடிவக் குழாய்களில் ஏககாலத்தில்... ஒரு குழாயில் துத்தநாக நேர் மின்வாயையும், மற்றொன்றில் தாமிர மின் வாயையும் பயன்படுத்தி... ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தை $[HCl + 8H_2O]$ மின்னாற்பகுப்பு செய்தால்... அப்பொழுது முதல் குழாயில் 32.53 அளவு துத்தநாகம் கரைகிறது; மற்றொன்றில் 2×31.7 அளவுள்ள தாமிரம் கரைகிறது.” [1, 482ம் பக்கம்.]

தற்போதைக்கு, தாமிரத்தைக் கணக்கிலெடுக்காமல் துத்தநாகத்தைப் பற்றி ஆலோசிப்போம். HCl-ன் இர

சாயனச் சிதைவு இங்கு முதல் நிலை மாற்றப்போக்காகவும், Zn-ன் கரைதல் இரண்டாம் நிலையானதாகவும் கருதப்படுகிறது.

ஆதலால், இந்தக் கருத்தோட்டத்தின்படி, H-ஐயும் Cl-ஐயும் பிரிப்பதற்கு அவசியமான ஆற்றலை மின்னாற்பகுப்புக் கலத்திற்கு வெளிப்புறத்திலிருந்து மின்னோட்டம் கொண்டு வருகிறது; இந்தப் பிரிவினை பூர்த்தியானதற்குப் பின்னர் Zn-உடன் Cl இணைகிறது; இதன்மூலம் H-ஐயும், Cl-ஐயும் பிரிப்பதற்கு அவசியமான ஆற்றலிலிருந்து கழிக்கப்படுகிற ஓர் அளவு ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுகிறது; இந்த வித்தியாசத்தை சப்ளை செய்வதற்கு மட்டுமே மின்னோட்டம் தேவையாகிறது. இதுவரை எல்லாம் அழகாகவே பொருந்தி வருகின்றன; ஆனால், ஆற்றலின் இந்த இரண்டு அளவுகளையும் சற்று கூர்ந்து கவனித்தால் அப்பொழுது $ZnCl_2$ உண்டாகும் போது விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றல், $2 HCl$ -ஐப் பிரிப்பதற்குச் செலவிடப்பட்டதொன்றைவிட அதிகமானது என்பதை நாம் காண்கிறோம்; இதன் விளைவாக, மின்னோட்டம் ஆற்றலை சப்ளை செய்ய வேண்டிய அவசியமில்லை என்பது மட்டுமல்ல, ஆனால் அதற்குமாறாக, அது ஆற்றலைப் பெறுகிறது. எனவே, இனியும் நம் எதிரில் நிற்பது செயல்திறனற்ற மின்னாற்பகுப்புத் திரவம் அல்ல, ஆனால் மின் கிளர்ச்சியுள்ள திரவம், மின்னாற்பகுப்புக் கலன் அல்ல, ஆனால் மின் கல அடுக்கு. இது மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகிற வோல்டா மின்நிரையை ஒரு புதிய மூலகத்தைக் கொண்டு பலப்படுத்துகிறது; நாம் இரண்டாம் நிலையானது எனக் கருத உத்தேசித்த மாற்றப்போக்கு முழுமையாகவே முதல் நிலையானதாக, மாற்றப்போக்கு முழுவதின் ஆற்றலுக்கும் தோற்றுவாயாக மாறி, வோல்டா மின்நிரையிலிருந்து சப்ளையாகிற மின்னோட்டத்தின்மீது சார்பு அற்றதாக இந்த மாற்றப்போக்கைச் செய்து விடுகிறது.

வீடெமானின் தத்துவார்த்த வர்ணனையில் ஒங்கி நிற்கிற குழப்பம் முழுவதின் தோற்றுவாயையும் இங்கு நாம் தெளிவாகப் பார்க்கிறோம். வீடெமானின் ஆரம்பமுனை மின்னாற்பகுப்பாக உள்ளது; இது செயல்திறனுள்ளதா அல்லது

செயல்திறனற்றதா, மின் கல அடுக்கா அல்லது மின்னாற் பகுப்புக் கலமா என்பதெல்லாம் அவருக்கு ஒன்றாகவே இருக்கிறது; தமது ஓராண்டு ராணுவ சேவைக் காலத்தில் தத்துவவியலில் டாக்டர் பட்டம் பெற்றவரிடத்தில் எலும்பு அறுப்பவன் எலும்பு அறுப்பவனே என அந்த முதிய ராணுவ மேஜர் கூறியதற்கு¹⁰⁵ ஒப்பாக இது உள்ளது. மின் கல அடுக்கைவிட, மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தில் மின்னாற் பகுப்பு முறையை ஆராய்தல் எளிதாதலால் அவர், உள்ளபடியாகவே, மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தையே தமது ஆரம்ப முனையாகக் கொண்டார்; மேலும் அவர் அதில் நிகழும் மாற்றப் போக்குகளையும், அவைகளிடையே உள்ள முதல் நிலை, இரண்டாம் நிலை என்ற ஓரளவு நியாயமுள்ள பாகுபாட்டையும் மின் கல அடுக்கில் பூரணமாகவே எதிர்திசையில் நிகழும் மாற்றப்போக்குகளின் அளவையாகக் கொண்டார்; அவருடைய மின்னாற்பகுப்புக் கலம் வஞ்சகத்துடன் மின் கல அடுக்காக மாறிவிடுவதையும் கூட அவர் கவனிப்பதில்லை. எனவே கீழ்க்கண்ட உத்தேசப் பிரேரணையை முன்வைப்பது என்பது அவருக்குச் சாத்தியமாகிறது.

“பிரிக்கப்படுகிற வஸ்துக்களுக்கு மின்வாய்களின்பால் உள்ள இரசாயன உறவுக்கவர்ச்சி மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப் போக்குகளின்மீது ஆளுகை என்று சொல்லத்தக்கது எதுவும் இல்லை”. (I, 471ம் பக்கம்);

வரம்பற்ற வடிவத்தில் முன்வைக்கப்படும் இந்த உத்தேசப் பிரேரணை முழுமையாகவே பொய் என்பதை நாம் ஏற்கனவே கண்டோம். இதிலிருந்து, மேற்கொண்டு, மின்னோட்டம் உருபெறுவதைப் பற்றிய அவருடைய முப்பிரிவுத் தத்துவம் கிளம்புகிறது: முதலாவதாக, சுத்தமான தொடுநிலையால் உருபெறுகிறது என்கிற பழைய பரம்பரையானதொன்று; இரண்டாவதாக, மேலோட்டமாகக் கருதி உண்டாக்கப்பட்ட பிரிக்கும் மின்சக்தியைக் கொண்டு வடித்தெடுக்கப்பட்ட தொன்று; இப்பிரிக்கும் மின்சக்தி, மின் கல அடுக்கில் H-ஐயும் Cl-ஐயும் பிரித்தெடுக்கவும் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கவும் கூடச் சேர்த்துத் தேவைப்படுகிற ஆற்றலைத் தனக்கோ

அல்லது “மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கிற்கோ” விளக்க இயலாதரீதியில் பெறுகிறது; இறுதியாக, மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற எல்லா இரசாயன எதிர்ச்செயல்களின் அல் ஜிப்ராக் கூட்டுப் பயனாக இந்த ஆற்றலின் தோற்றுவாயை வெளிப்படையாகக் காட்டுகிற நவீன இரசாயன-மின்விசைத் தத்துவம். இரண்டாவது விளக்கம் முதலாவதைத் தூக்கி எறிவதை அவர் கவனிக்காதது போலவே மூன்றாவது, தனது முறைக்கு, இரண்டாவதைத் தூக்கி எறிகிறது என்பதைப் பற்றிய கருத்தும் கூட அவருக்கு இல்லை. எதிர்மாறாக, ஆற்றலின் அழியா நிலைக் கோட்பாடும் கூட மாமூல் நடைமுறையிலிருந்து கைமாறி வந்துள்ள பழைய தத்துவத்துடன்—ஒரு புதிய ஜியோமித்ரிதியான தேற்றம் ஆரம்பகாலத்தவைகளுடன் இணைக்கப்படுவதைப்போல—மேலெழுந்தவாரியாக வெறுமனே சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. அந்தக் கோட்பாடு, இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் ஏனைய துறைகளில் போலவே இத்துறையிலும் பாரம்பரியக் கருத்தோட்டப் பாணி முழுவதையும் திருத்தியமைப்பதை அவசியமாக்குகிறது என்பதையும் பற்றிய சூசகமான உணர்வும்கூட அவருக்கு இல்லை. எனவேதான், வீடெமான் மின்னோட்டத்தைப்பற்றி விளக்கும் பொழுது இந்தக் கோட்பாட்டைக் குறித்துக்கொள்வதுடன் நின்றுவிடுகிறார்; பிறகு அதைச் சாந்தமாக ஒரு பக்கத்தில் வைத்துவிட்டு, நூலின் முடிவில், மின்னோட்டம் புரிகிற வேலையைப் பற்றிய அதிகாரத்தில் மட்டுமே, திரும்பவும் அதை எடுத்துக்கொள்கிறார். தொடுநிலையால் மின்விசை கிளர்ச்சி யுறுவதைப் பற்றிய தத்துவத்திலும் கூட (I, பக்கம் 781, பின்வருவன) ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட பிரதான விஷயம் சம்பந்தமாகவும் ஆற்றலின் அழியா நிலை விதி எவ்விதப் பாத்திரமும் வகிப்பதில்லை; துணையாக வரும் விஷயங்கள்மீது ஒளிவீச அது தற்செயலாக மட்டுமே நுழைக்கப்படுகிறது; அது “இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்” காக இருக்கிறது, அப்படியாகவே தங்கியும் விடுகிறது.

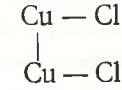
மேலே குறிப்பிட்ட III-வது உதாரணத்திற்குத் திரும்புவோம்; அங்கு இரண்டு U வடிவக் குழாய்களில் ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தை மின்னாற்பகுப்பு செய்ய ஒரே

மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்பட்டது; ஆனால் ஒன்றில் துத்தநாகமும் மற்றொன்றில் தாமிரமும் நேர் மின்வாய்களாகச் செயல்புரிந்தன. பாரடேயின் அடிப்படையான மின்னாற்பகுப்பு விதியின்படி, ஒரே கால்வானிக் மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு கலத்திலும் சமமான அளவுகள் உள்ள மின்னாற்பகுப்புத் திரவத்தையே இரசாயனச் சிதைவு செய்கிறது; அந்த இரண்டு மின்வாய்களிலும் விடுவிக்கப்படுகிற வஸ்துக்களின் அளவுகள் அவைகளின் சமானங்களுக்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளவை. (I, 470ம் பக்கம்.) மேலே கூறிய வழக்கில், முதல் குழாயில் 32.53 அளவுள்ள துத்தநாகமும், இரண்டாவது குழாயில் 2×31.7 அளவுள்ள தாமிரமும் கரைக்கப்பட்டன எனவும் காணப்பட்டது.

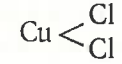
“இருந்தபோதிலும்கூட,” வீடெமான் தொடருகிரார், “இந்த மதிப்புகளில் சமானத் தன்மைக்கு இது ருசுவல்ல. ஒரு புறத்தில்... துத்தநாகக் க்ளோரைடும் மற்றொரு புறத்தில்... தாமிர க்ளோரைடும் உண்டாவதுடன் மிக பல வீனமான மின்னோட்டங்களின் வழக்கிலேயே இவை காணப்படுகின்றன. வலுவுள்ள மின்னோட்டங்களின் வழக்கில், அதே அளவு துத்தநாகம் கரையும் அதேபொழுதில் க்ளோரைடு பெருகிவரும் அளவுகளில் உண்டாக்கப்பட்டு, கரையும் தாமிரத்தின் அளவு... 31.7 ஆக வீழ்ந்துவிடும்.”

க்ளோரினுடன் இணைந்து துத்தநாகம் ஒரே ஒரு கூட்டுப் பொருளை மட்டுமே, துத்தநாகக் க்ளோரைடு, $ZnCl_2$ -ஐ மட்டுமே உண்டாக்குகிறது என்பது நன்கறியப்பட்டதே; தாமிரம், இதற்கு மாறாக, இரண்டு கூட்டுப் பொருள்களை, குப்ரிக் க்ளோரைடு (cupric chloride) $CuCl_2$ -ஐயும், குப்ரஸ் க்ளோரைடு Cu_2Cl_2 -ஐயும் (cuprous chloride) உண்டாக்குகிறது. எனவே, நிகழ்கிற மாற்றப்போக்கு என்னவெனில், பலவீனமான மின்னோட்டம் இரண்டு க்ளோரின் அணுக்களுக்கும் மின்வாயிலிருந்து இரண்டு தாமிர அணுக்களை உடைத்துப் பிரிக்கிறது; இரண்டு தாமிர அணுக்களும் தங்களுடைய இரண்டு இணைவலுவெண்களில் (valencies) ஒன்றால் ஐக்கியப்பட்டு நிற்கும் அதே சமயத்தில் தங்களுடைய சுதந்திரமான

இரண்டு இணைவலுவெண்களால் இரண்டு க்ளோரின் அணுக்களுடன் ஐக்கியப்படுகின்றன:



இதற்கு மாறாக, மின்னோட்டம் வலுப்படும்போது அது இரண்டு தாமிர அணுக்களையும் பூர்த்தியாகவே உடைத்துப் பிரித்துவிடுகிறது; ஒவ்வொன்றும் இரண்டு க்ளோரின் அணுக்களுடன் ஐக்கியப்படுகிறது.



நடுத்தர வலுவுள்ள மின்னோட்டங்களின் வழக்கில், இரண்டு கூட்டுப் பொருள்களும் அக்கம்பக்கமாகவே உண்டாகின்றன. இங்ஙனமாக, ஒரு கூட்டுப் பொருளோ அல்லது மற்றொன்றோ உண்டாவது என்பதை நிர்ணயிப்பது மின்னோட்டத்தின் வலு ஒன்றேயாகும்; ஆதலால் இந்த மாற்றப்போக்கு சாராம்சத்தில் மின்-இரசாயனத் தன்மையதாகும்—இந்தச் சொல்லுக்கு ஏதாவது பொருள் உண்டு என்றால். இருந்த போதிலும்கூட, இது இரண்டாம் நிலையைச் சேர்ந்ததே என்றும், எனவே மின்-இரசாயனத் தன்மை வாய்ந்தது அல்ல, ஆனால் சுத்தமான இரசாயனத் தன்மை மட்டுமே உள்ளது எனவும் வீடெமான் வெளிப்படையாகவே பிரகடனம் செய்கிறார்.

மேற்கூறிய பரிசோதனை ரெனோ என்பவர் நடத்திய தொன்றாகும் (1867); ஒரே மின்னோட்டம் ஒரு U வடிவக் குழாயில் உப்பு கரைசலின் (நேர் மின்வாய்—துத்தநாகம்) மூலமாகவும், மற்றொரு கலத்தில் வெவ்வேறு மின்னாற்பகுப்புத் திரவங்களில் வெவ்வேறு உலோகங்களை நேர் மின்வாயாகக் கொண்டு அவை மூலமாகவும் செலுத்தப்படுகிற ஒரே மாதிரியான பரிசோதனைகளின் ஒரு முழுத் தொடரைச் சார்ந்ததே மேலே கூறப்பட்ட பரிசோதனையும் ஆகும். துத்த

நாகத்தின் ஒவ்வொரு சமானத்துக்கும் இங்கு கரைந்து போகிற இதர உலோகங்களின் தொகைகள் மிகக் கணிசமாக வேறுபடுகின்றன; வீடெமான் பரிசோதனைகளின் முழுத் தொடரின் பலன்களையும் கொடுக்கிறார்; அவை, உள்ளபடியாகவே, பெருமளவு இரசாயன ரீதியாகச் சுயதெளிவுடன் விளங்குகின்றன, வேறுவிதமாக இருக்கவும் இயலா; இங்ஙனம், துத்தநாகத்தின் 1 சமானத்துக்கு மூன்றில் இரண்டு பங்கு சம எடைத் தங்கமே ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தில் கரைகிறது. வீடெமானைப் போலப்பழைய சம எடைகளுடன் ஒட்டிக் கொண்டு துத்தநாக க்ளோரைடு என்பதற்கு $ZnCl$ என்று எழுதுகிற—இதன் பிரகாரம், க்ளோரினும் துத்தநாகமும் க்ளோரைடில் ஒரே ஓர் இணைவலுவெண்ணுடன் மட்டுமே வெளிப்படுகின்றன—ஒருவருக்கு மட்டுமே இது அற்புதமாகத் தோன்றலாம். யதார்த்தத்தில், இரண்டு க்ளோரின் அணுக்கள் ஒரு துத்தநாக அணுவுடன் ஒட்டுகின்றன ($ZnCl_2$); இந்தச் சூத்திரத்தை அறிந்தவுடனே மேற்கூறிய ரீதியில் சமானங்களை நிர்ணயிப்பதில் துத்தநாக அணுவல்ல, ஆனால் க்ளோரின் அணுவே ஓர் அலகாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும் என்பதை நாம் உடனே பார்க்கிறோம். இருந்த போதிலும், தங்க க்ளோரைடிற்குச் சூத்திரம் $AuCl_3$; இது விருந்து $2 AuCl_3$ -ல் எவ்வளவு க்ளோரின் உள்ளதோ அதே அளவு க்ளோரின் $3 Zn Cl_2$ -விலும் இருக்கிறது என்பதையும், எனவே, மின் கல அடுக்கில் அல்லது மின் கலத்தில் எல்லா முதல் நிலை, இரண்டாம் நிலை, மூன்றாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளும், துத்தநாகக் க்ளோரைடு ஆக மாறிய துத்தநாகத்தின் ஒவ்வொரு எடைக்கும்¹⁰⁶ சற்றும் கூடுதலோ, குறைவோ இன்றித் தங்க எடையில் மூன்றில் இரண்டு பங்கைத் தங்க க்ளோரைடாக மாற்றும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்படுகின்றன என்பதை உடனே பார்க்க முடியும். கால்வானிக் முறையில் $AuCl$ கூட்டுப் பொருள்கூட உற்பத்தி செய்யப்பட இயலும் வரை இது முழுமையாகவே செல்லத்தக்கது; அப்பொழுது, துத்தநாகத்தின் ஒரு சமானத்துக்குத் தங்கத்தின் இரண்டு சமானங்கள் கூடக் கரைக்கப்பட வேண்டி நேரலாம்; மேலும், மின்னோட்டத்தின் வலுவை அனுசரித்து, மேலே சொன்ன

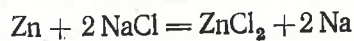
தாமிரம், க்ளோரின் வழக்கில் நிகழ்வதைப்போல, அதே மாதிரியான வேறுபாடுகள்கூட நிகழலாம். பாரடேயின் விதி, அதை முரண்படுத்துகிறதாகக் தோன்றும் ஆதார்க்கூறுகளால் எவ்வாறு ஊர்ஜிதம் செய்யப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுவதே ரெனோ பரிசோதனைகளின் சிறப்பாகும். ஆனால், மின்னாற்பகுப்பில் இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளின் மீது ஒளி வீசி அவை எந்தப் பங்கை ஆற்ற வேண்டும் என்பது தெளிவாக இல்லை.

வீடெமானின் மூன்றாவது உதாரணம் நம்மை மறுபடியும் மின்னாற்பகுப்புக் கலத்திலிருந்து மின் கல அடுக்கிற்கே இட்டுச் செல்கின்றது. யதார்த்தத்தில், இங்கு நிகழ்கிற ஆற்றலின் நிலை மாறுதல்கள் சம்பந்தப்பட்ட வகையில் மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்குகளை ஒருவன் ஆராய்வதெனில் மிக அதிகப்பட்ட சுவாரசியம் அளிப்பது மின் கல அடுக்கே யாகும். இவ்விதம், இரசாயன உறவு நிலை கவர்ச்சிக்கு எதிராகவும், ஆற்றலின் அழியா விதிக்கு நேர்முரணாகவும் நிகழ்கிறதாகத் தோன்றும் இரசாயன-மின்விசை மாற்றப்போக்குகள் நடக்கிற மின் கல அடுக்குகளை நாம் சந்திப்பது அரிதல்ல.

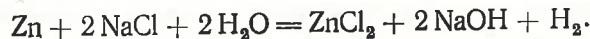
போகென்டோர்ப்¹⁰⁷ அளவிடு செய்ததின் பிரகாரம், துத்தநாகம்—செறிவுமிக்க உப்புக் கரைசல்—பிளாடினம் இவற்றைக் கொண்ட மின் கல அடுக்கு 134.6 வலுவுடைய* மின்னோட்டத்தை அளிக்கிறது. இதிலிருந்து, மின்விசையின் நல்ல படியாகவே மதிக்கத்தக்க அளவை, டேனியல் மின் கலத்தில் இருப்பதைவிட மூன்றில் ஒரு பகுதி அதிகமாகவே, நாம் இங்கு பெற்றிருக்கிறோம். இங்கு மின்விசையாகத் தோற்றமளிக்கும் ஆற்றலின் தோற்றுவாய் என்ன? க்ளோரின் கூட்டுப் பொருளில் உள்ள சோடியம் துத்தநாகத்தால் வெளியேற்றப்படுவதே “முதல் நிலை” மாற்றப்போக்காகும். ஆனால், சாதாரண இரசாயனவியலின்படி சோடியத்தை வெளியேற்றுவது துத்தநாகமல்ல, தலைமாறாக, க்ளோ

*“டேனியல் கலத்தின் மின்னோட்ட வலு 100க்குச் சமமாகும் என்று கொண்டால்...” [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

ரினிலிருந்தும், இதரக் கூட்டுப் பொருள்களிலிருந்தும் சோடியம் துத்தநாகத்தை வெளியேற்றுகிறது. இந்த “முதல் நிலை” மாற்றப்போக்கு, மின்னோட்டத்திற்கு மேற்கூறிய அளவு ஆற்றலை அளிக்க இயலுவதற்குப் பதிலாக, நேர் மாறாக, அது உண்டாவதற்கு அதற்கே வெளிப்புறத்திலிருந்து ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. எனவே, வெறும் “முதல் நிலை” மாற்றப்போக்குடன் நாம் மறுபடியும் அசைவற்ற நிலைக்கு வந்து சேர்கிறோம். ஆதலால் உண்மையான மாற்றப்போக்கை இங்கு நோக்குவோமாக. அப்பொழுது மாறுதல் என்பது,



அல்ல, ஆனால்



வேறு சொற்களில் குறிப்பதெனில், எதிர் மின்வாயில் சுதந்திர நிலையில் சோடியம் உடைத்துப் பிரிக்கப்படுவதில்லை, ஆனால் I உதாரணத்தில் உள்ளது போல் ஒரு ஹைட்ராக்ஸைடாக அமைகிறது. (143-144ம் பக்கங்கள்).

இங்கு நிகழ்கிற ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்களைக் கணக்கிட யூலியஸ் தாம்ஸெனின் நிர்ணயங்கள் நமக்குச் சில முக்கியமான சான்றுகளையாவது அளிக்கின்றன. அவைகளின்படி, இரசாயனக் கூடுகையால் விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றல் கீழ்க்கண்டவாறு உள்ளது:

(ZnCl_2) = 97,210, (ZnCl_2 , தண்ணீர்) = 15,630 என்பது
கீழ்க்கண்ட ஒட்டுமொத்தத்தை உண்டாக்குகிறது.

கரைந்த ZnCl_2 வழக்கில் = 112,840 வெப்ப அலகுகள்
2 (Na, O, H, தண்ணீர்) வழக்கில் = 223,620 “ “
336,460 “ “

பிரியும்போது செலவழிந்துபோகும் ஆற்றலைக் கழித்தால்:

2(Na, Cl, தண்ணீர்) = 193,020 வெப்ப அலகுகள்
2(H_2 , O) = 136,720 “ “
329,740 “ “

விடுவிக்கப்பட்ட ஆற்றலின் உபரி, 6,720 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமமாக இருக்கும்.

பெறப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் வலுவை வைத்துப் பார்க்கும்போது இந்த அளவு சிறிதே என்பது தெளிவு; ஆனால், ஒரு புறம், க்ளோரினிலிருந்து சோடியம் பிரிவதையும், மறுபுறம், பொதுவாக மின்னோட்டம் உண்டாவதையும் விளக்குவதற்கு இது போதுமானதே.

முதல் நிலை, இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளிடையே உள்ள வேறுபாடு சுத்தமாகவே சார்புநிலை கொண்டது; அதை வரம்பற்றதாக நாம் எடுக்கத் துணிந்தவுடனே நம்மை அது ab absurdum* இட்டுச் செல்கின்றது; இதற்கு மேலே கூறியது துலாம்பரமான உதாரணமாகும். முதல் நிலை மின்னூற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கைத் தனித்து எடுத்துக் கொண்டால் அது எவ்வித மின்னோட்டத்தையும் உண்டாக்காது என்பது மட்டுமல்ல. அதுவே கூட நிகழ முடியாததாகும். இரண்டாம் நிலையைச் சார்ந்த, வெளித்தோற்றத்தில் சுத்தமான இரசாயன மாற்றப்போக்காக உள்ள அதுவே முதல் நிலை மாற்றப்போக்கிற்குச் சாத்தியப்பாட்டை உண்டாக்குகிறது; மேலும், மின்னோட்டம் உண்டாவதற்கான உபரி ஆற்றல் முழுவதையும் அளிக்கிறது. ஆதலால், யதார்த்தத்தில், முதல் நிலை மாற்றப்போக்கு என்பது இதுவே எனவும், பிறிதொன்றே இரண்டாம் நிலை சார்ந்தது எனவும் நிரூபணமாகிறது. இயக்க மறுப்பியல்வாதிகளும் இயக்க மறுப்பியல் இயற்கையியல்வாதிகளும் கற்பித்துக்கொண்ட குறுகிய வேறுபாடுகளையும் எதிர்நிலைகளையும் ஹெகல்¹ இயக்க இயல்நியாக அவற்றின் எதிர்நிலைகளாக அவைகளை மாற்றிய பொழுது தங்களுடைய வாயிலுள்ள சொற்களை அவர் திரிக்கிறார் என்று சொல்லப்பட்டது. முதிய ஹெகலைப் போல

* அபத்தத்திற்கு.— (ப-ர்.)

இயற்கையே இம்மியும் பிசகாது மாறுதல் கதியில் செல்கின்றது எனில், விஷயத்தை இன்னும் கூர்ந்து பரிசீலிப்பதற்கு நேரம் வந்துவிட்டது என்பது நிச்சயம்.

மின் கல அடுக்கின் இரசாயன-மின்விசை மாற்றப்போக்கின் அல்லது மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தின் மின்-இரசாயன மாற்றப்போக்கின் பின்விளைவாக நிகழும்பொழுது, சுதந்திரமாகவும் தனியாகவும் அவ்வாறு நிகழ்கிற, எனவே, மின்வாய்களிலிருந்து சிறிது விலகிய தூரத்தில் நிகழ்கிற அவ்வித மாற்றப்போக்குகளை இரண்டாம் நிலை சார்ந்தவை எனக் கூடுதலான நியாயத்துடன் ஒருவன் கருத முடியும். எனவே, இப்படிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளில் நிகழ்கிற ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்கள் அதுபோலவே மின்விசை மாற்றப்போக்கில் பிரவேசிப்பதில்லை; அதிலிருந்து அவை ஆற்றலை நேரடியாகப் பெறுவதோ அல்லது அதற்கு அளிப்பதோ இல்லை. இப்படிப்பட்ட மாற்றப்போக்குகள் மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தில் மிக அடுத்தடுத்து நிகழ்கின்றன; சோடியம் சல்பேட்டை மின்னாற்பகுப்பு செய்யும்பொழுது கந்தக அமிலம் உண்டாகிற உதாரணம் I-ல் இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் காண்கிறோம். இருந்தாலும் அவை இங்கு அவ்வளவு அக்கறை செலுத்தப்பட வேண்டியவை அல்ல. மறுபுறத்தில், மின் கல அடுக்கில் அவைகளின் நிகழ்ச்சி அதிகமான செயல்துறை முக்கியத்துவம் படைத்ததாகும். ஏனெனில், இரசாயன-மின்விசை மாற்றப்போக்கிலிருந்து அவை ஆற்றலைப் பெறாமலும், அதற்கு நேரடியாகக் கொடுக்காமலும் இருந்தாலும்கூட மின் கல அடுக்கில் உள்ள கிடைக்கத்தக்க மொத்த ஆற்றலை வேராகத் திருத்தி, இவ்விதம் மறைமுகமாக அதைப் பாதிக்கின்றன.

இதன் பின்தொடர்பான, சாதாரண வகையைச் சார்ந்த இரசாயன மாற்றங்களுடன் சேர்ந்து, அயனிகள் சுதந்திரமான நிலையில் வழக்கமாக உண்டாவதிலிருந்து மாறுபட்ட நிலைமையில் மின்வாய்களிலிருந்து விடுவிக்கப்படும் பொழுதும் அவை மின்வாய்களிலிருந்து விலகிச் சென்ற பிறகே முன்சொன்ன நிலைக்கு மாறிச் செல்லும் பொழுதும் நிகழ்கிற இயல் நிகழ்ச்சிகளும் இப்பகுதியின் பாற்பட்டனவேயாம்.

இத்தன்மையதான வழக்குகளில், அயனிகள் வேறுபட்ட அடர்த்தியை அல்லது வேறுபட்ட திரட்சி நிலையை எடுத்துக் கொள்ள இயலும். தங்களுடைய மூலக்கூறு அமைப்பைப் பொறுத்தவரை கணிசமான மாறுதல்களையும் அவை பெற முடியும்; இவ்வழக்கே இங்கு ஊன்றி கவனிக்கத்தக்கதாகும். இவ்வழக்குகளிலெல்லாம், ஓர் உவம ஒற்றுமையுள்ள வெப்ப மாறுதல், மின்வாய்களிலிருந்து குறிப்பிட்ட தூரத்தில் நிகழ்கிற அயனிகளின் இரண்டாம் நிலை இரசாயன அல்லது பௌதிக மாறுதலுக்கு ஒத்திசைந்து இருக்கிறது; வழக்கமாக வெப்பம் விடுவிக்கப் படுகிறது, சில வழக்குகளில் அது செல வழிக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்ப மாறுதல், இயல்பாகவே, அது எங்கு நிகழ்கிறதோ அவ்விடத்தோடு முதன்மையில் அறுதியிடப்பட்டுள்ளது: மின் கல அடுக்கில் அல்லது மின்னாற்பகுப்புக் கலத்தில் உள்ள திரவம் வெப்ப நிலையை அல்லது குளிர்ந்த நிலையை எய்துகிற அதேபொழுதில் மின்சுற்றின் எஞ்சிய பகுதி இந்த மாற்றத்தால் பாதிக்கப்படாமல் நிற்கிறது. எனவே, இந்த வெப்பம் ஸ்தல வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. ஆதலால், மின் கல அடுக்கில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற இந்த நேர் நிலை அல்லது எதிர் நிலை ஸ்தல வெப்பத்தின் சம எடையின் அளவுக்கு மின் விசையாக மாற்றப்படப் பெறப்படும் விடுவிக்கப்பட்ட இரசாயன ஆற்றல் குறைக்கப்படுகிறது அல்லது கூட்டப்படுகிறது. பாவரின் கருத்துப்படி, நீர்வாயு பெராக்கஸைடையும் ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலத்தையும் கொண்ட ஒரு மின் கல அடுக்கில் விடுவிக்கப்படுகிற மொத்த ஆற்றலில் மூன்றில் இரண்டு பகுதிகள் ஸ்தல வெப்பமாகச் செலவழிந்து போகின்றன; மாறாக, குரோவின் மின்கலம் மின்சுற்று மூடப்பட்டதும் கணிசமாகக் குளிர்ச்சியடைகிறது; எனவே, வெப்பத்தை உட்கொள்ளுவதின்மூலம் வெளிப்புறத்திலிருந்து ஆற்றலை மின்சுற்றுக்கு அளிக்கிறது. இதிலிருந்து, இந்த இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகள் முதல் நிலையைச் சார்ந்ததின்மீதுகூட எதிர்ச்செயல் புரிகின்றன என்பதைக் காண்கிறோம். நாம் விரும்பும் எந்த அணுகு நெறியைக் கைக் கொண்டாலும் முதல் நிலை, இரண்டாம் நிலை மாற்றப்போக்குகளிடையே

உள்ள வேறுபாடு வெறும் சார்பு நிலைத் தன்மையுடையதாக வே நிலைக்கிறது; ஒன்றுக்கும் மற்றொன்றுக்கும் நிகழ்கிற பரஸ்பரச் செயல்பாட்டில் அது முறையாகத் தள்ளிவைக்கப்படுகிறது. இது மறக்கப்பட்டு, இவ்விதச் சார்பு நிலையான எதிர்நிலைகள் வரம்பற்றவைகளாக நடத்தப்பட்டால், நாம் மேலே கண்டதுபோல, முரண்பாடுகளுக்குள் இறுதியாகத் திசை தெரியாமல் மாட்டிக்கொள்ள வேண்டியதே.

மின்னிற்பகுப்பு முறையில் வாயுக்கள் விடுவிக்கப்படும் பொழுது உலோக மின்வாய்கள் ஒரு துல்லியமான வாயுப் படலத்தால் மூடப்பட்டு நிற்கும் என்பதும் இதன்பின்விளைவாக, மின்வாய்கள் வாயுவினால் பூரிதமாக்கப்படும் வரை மின்னோட்டத்தின் வலு குறைந்துவரும்; பிறகு அந்தப் பல வீணப்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டம் மீண்டும் ஒரே நிலையானதாக மாறும் என்பதும் நன்கு அறியப்பட்டது. பாவரும் சில்பர்மாலும் இவ்விதமான ஒரு மின்னிற்பகுப்புக் கலத்தில் ஸ்தல வெப்பமும் கூட எழும் என எடுத்துக்காட்டியுள்ளனர்; வாயுக்கள் வழக்கமாக எந்நிலையில் உண்டாகின்றனவோ அதே நிலையில் மின்வாய்களில் அவை விடுவிக்கப்படுவதில்லை; ஆனால், அவை மின்வாய்களிலிருந்து பிரிந்து சென்ற பிறகு வெப்பம் தோன்றிவளருவதுடன் பிணைக்கப்பட்ட ஒரு கூடுதலான மாற்றப்போக்கினால் அவ்வழக்கமான நிலையை எய்துகின்றன; இதை முன்னிட்டே ஸ்தல வெப்பம் எழுகிறது. ஆனால் மின்வாய்களிலிருந்து எந்த நிலையில் வாயுக்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன? வீடெமானைவிட இதைக் குறித்து அதிக ஜாக்கிரதையுடன் ஒருவன் சொல்லில் உருவகப்படுத்த முடியாது. அதை அவர் “ஏதோ ஒன்று” என்றும், “சாரம் மாறாமல் பெளதிக இயல்புகள் மட்டும் மாறிய மறுவடிவம்” என்றும், “செயல்திறன் உள்ளது” என்றும், இறுதியாக, பிராண வாயுவைப் பொறுத்தவரை “ஓஜோன் மயமான” நிலை எனப் பல தடவைகளிலும் சொற்களைக் கையாளுகிறார். நீர்வாயு விஷயத்தில் அவருடைய வாக்குமூலங்கள் இன்னும் மர்மமாகவே உள்ளன. இடைநிகழ்வாக, இந்தச் “செயல்திறனுள்ள” நிலை, ஓஜோன், நீர்வாயு பெராக்கலைடு இவைகளின் வடிவங்களிலேயே கைகூடுகிறது என்ற கருத்தோட்டம்

வெளிப்படுகிறது. சில பெராக்கலைடுகளின் மிக அதிக மின் எதிர் நிலைப் பண்புகளுக்குக் காரணம் அவற்றில் “ஓஜோன் மயமான நிலையில்” உள்ள பிராண வாயுவின் ஒரு பகுதி உள்ளடங்கியிருக்கலாம்” (1, 57ம் பக்கம்) என விளக்கும் அளவுக்கு ஓஜோனைத் துரத்திச் செல்வதில் நமது நூலாசிரியர் அக்கறை உள்ளவராக இருக்கிறார். தண்ணீரின் இரசாயனச் சிதைவு என்று சொல்லப்படுவதில் நிச்சயமாகவே ஓஜோனும் நீர்வாயு பெராக்கலைடும் உண்டாகின்றன; ஆனால் அவைகளின் அளவுகள் மிகச் சிறியன. சொல்லப்பட்ட வழக்கில் முதலாவதாக மேலே கூறிய இரண்டு கூட்டுப் பொருள்களின் பிறப்பாலும், அதன்பின்னர் பெரிய அளவுகளிலே அவற்றின் இரசாயனச் சிதைவினாலும் ஸ்தல வெப்பம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது என்று அனுமானித்துக்கொள்ள எவ்வித ஆதாரமில்லை. பிராண வாயுவின் சுதந்திரமான அணுக்களிலிருந்து ஓஜோன் (O₃) உற்பத்தியாவதினுடைய வெப்பத்தை நாம் அறியோம். பெர்த்லோ என்பவரின் கருத்துப்படி¹⁰⁸ H₂O (திரவம்)+O-விலிருந்து நீர்வாயு பெராக்கலைடு உண்டாவதின் வெப்பம், 21,480 வெப்ப அலகுகளுக்குச் சமம்; இந்தக் கூட்டுப் பொருள் பெரிய அளவில் தோன்றினாலும் அது ஆற்றலின் பெரிய உபரிக்கு இடமளிக்கும் (H₂-வையும் O-வையும் பிரிப்பதற்குத் தேவைப்படுகிற ஆற்றலில் இது ஏறக்குறைய 30 சதவிகிதமாகும்); இது கட்டிலகைத்தக்கதாகவும், வெளிக்காட்டத்தக்கதாகவும் இல்லாமல் இருக்க முடியாது. இறுதியாக, ஓஜோனும் நீர்வாயு பெராக்கலைடும் பிராண வாயுவை மட்டும் (மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றங்கள் ஒரு புறமிருக்க, இதில் அவ்விரு வாயுக்களும் ஒரே மின்வாயில் ஒன்று கூடும்) கணக்கிலெடுக்குமே தவிர நீர்வாயுவை அல்ல. இருந்தாலும், பிளாடினம் மின்வாய்களிடையிட்ட பொட்டாஸியம் நைட்ரேட் கரைசல் என்கிற கூட்டமைப்பில் பின்சொன்னதும் கூட (நீர்வாயு), அம்மோனியாவை உற்பத்தி செய்யும்படியாக, அமிலத்திலிருந்து உடைத்துப்

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.— (ப-ர்.)

பிரிக்கப்படுகிற நைட்ரஜனுடன் நேரடியாக இணைந்து “செயல்திறனுள்ள” நிலையில் தப்பிச் செல்கிறது.

உள்ளபடியாகவே நோக்குமிடத்து, இந்த இடையூறுகள், ஐயப்பாடுகள் எல்லாம் இருக்க இடமில்லை. “செயல்திறனுள்ள நிலையில்” பண்டங்களை உடைத்துப் பிரிப்பதில் மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கிற்கு ஏகபோக உரிமை ஏதுமில்லை. ஒவ்வொரு இரசாயனச் சிதைவும் அதைத்தான் செய்கிறது. விடுவிக்கப்பட்ட இரசாயன மூலகத்தை முதலாவதாக O, H, N, முதலானவைகளின் சுதந்திர நிலையிலுள்ள அணுக்களின் வடிவத்தில் அது உடைத்துப் பிரிக்கிறது; விடுவிக்கப்பட்ட பிறகே O₂, H₂, N₂, முதலான மூலக்கூறுகளை உண்டாக்க அவை இணைய இயலும்; அவ்விதம் இணையும்போது ஒரு திட்டமான அளவு—இது இன்றுவரை நிர்ணயிக்க இயலாததாக இருந்தாலும்—ஆற்றலை வெளிவிடுகிறது; இது வெப்பமாக வெளித்தோன்றுகிறது. ஆனால் அணுக்கள் சுதந்திரமாக இருக்கிற சின்னஞ்சிறிய நேரத்திற்கு அவை எடுத்துக்கொள்ளக்கூடிய ஆற்றலின் முழு அளவையும் சுமப்பவையாகவே உள்ளன; அவைகள் உச்சபட்ச ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும் வரை அவைகளுக்கு அளிக்கப்படுகிற எந்த இரசாயனச் சேர்க்கையிலும் ஈடுபடச் சுயேச்சையாகவே உள்ளன. எனவே அவை O₂, H₂, N₂ மூலக்கூறுகளைப் போலன்றிச் “செயல்திறனுள்ள நிலையில்” இருக்கின்றன; இந்த மூலக்கூறுகள் இந்த ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை ஏற்கனவே கொடுத்துவிட்டதால், அப்படிக்கொடுக்கப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு திரும்பவும் அவைகளுக்கு வெளிப்புறத்திலிருந்து அளிக்கப்படாமல், இதர மூலகங்களுடன் இரசாயனச் சேர்க்கையில் ஈடுபட முடியாது. ஆதலால் நாம், இந்தச் செயல்திறனுள்ள நிலையின் வெறும் விளைபயன்களாக உள்ள ஒஜோன், நீர்வாயு பெராக்சைடு இவைகளை மட்டும் பயன்படுத்த வேண்டியதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, வெறும் இரசாயன முறைகளைக் கொண்டு பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டை மின் கல அடுக்கின்றியே மின்னாற்பகுப்பின்மூலம் மேலே சொன்ன விதத்தில் அம்மோனியாவை உண்டாக்க முனையலாம்; ஓர் இரசாயன மாற்றப்போக்கினால் எந்தத் திரவத்தில் நீர்வாயு விடுவிக்கப்படு

கிறதோ அத்துடன் நைட்ரிக் அமிலம் அல்லது நைட்ரேட்கரைசலைச் சேர்ப்பதின்மூலம் இது சாத்தியமே. இரு வழக்குகளிலும் நீர்வாயுவின் செயல்திறனுள்ள நிலை என்பது ஒரே மாதிரியானதே. ஆனால், மின்னாற்பகுப்பு மாற்றப்போக்கின் சுவாரசியத்திற்குரிய விஷயம் என்னவெனில் இங்கு சுதந்திர அணுக்களின் தாற்காலிக இருப்பு தொட்டு உணரக் கூடியது போலவே ஆகிறது. இந்த மாற்றப்போக்கு இங்கு இரண்டுகட்டங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது: மின்னாற்பகுப்பு மின்வாய்களில் சுதந்திர அணுக்களை ஏற்படுத்துகிறது; ஆனால் அவை மூலக்கூறுகளாக இணைவது என்பது மின்வாய்களின் சற்று தூரத்திலேயே நிகழ்கிறது. கட்டிகளுக்குச் சம்பந்தப்பட்ட அளவீடுகளுடன் ஒப்பு நோக்கும்போது இந்த தூரம் எவ்வளவுதான் மிக நுண்ணியதாக இருந்தாலும்கூட, மூலக்கூறுகள் உண்டாகும்போது விடுவிக்கப்படும் ஆற்றல், குறைந்தபட்சம் பெரும்பகுதியாவது, மின்விசை மாற்றப்போக்கிற்குப் பயன்படுவதிலிருந்து தடுக்கவும், எனவே, அது வெப்பமாக—மின் கல அடுக்கின் ஸ்தல வெப்பமாக—மாற்றப்படுவதை நிர்ணயிக்கவும் போதுமானதாக உள்ளது. இதன் காரணமாகவே, மூலகங்கள் சுதந்திர அணுக்களாக உடைக்கப்பட்டு, மின் கல அடுக்கில் சுதந்திர அணுக்களாக ஒரு விஷய நேரம் ஜீவிக்கின்றன என்ற யதார்த்த உண்மை ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. சுத்தமான இரசாயனவியலில் தத்துவார்த்த முடிவுகளால் மட்டும் ஸ்தாபிக்கப்பட இயலுகிற இந்த யதார்த்த உண்மை, அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றைப் புலணுணர்விற்குட்படுத்தாமல் சாத்தியமாகிற அளவுக்குப் பரிசோதனை வாயிலாகவே இங்கு நிரூபிக்கப்பட்டது. மின் கல அடுக்கின் ஸ்தல வெப்பம் என்று சொல்லப்படுவதின் விஞ்ஞானரீதியான பெரும் முக்கியத்துவம் இதன்கண்தான் உள்ளது.

இரசாயன ஆற்றல் மின் கல அடுக்கின் வாயிலாக மின்விசையாக மாற்றப்படுவது என்பது நாம் ஏற்க்குறைய அறியாத வளர்ச்சிக் கதியை உடையதொரு மாற்றப்போக்காகும்;

மின்னியக்கத்தின் modus operandi*-யை இன்னும் செவ்வையாக நாம் அறியும் போதே அதைப் பற்றிய நெருங்கிய அறிமுகம் நமக்கு ஏற்பட முடியும்.

“ஒரு பிரிக்கும் மின்சக்தியை” மின் கல அடுக்கு அதன் மீது ஏற்றியுள்ளது; ஒவ்வொரு பிரத்தியேக மின் கல அடுக்கிற்கும் அது குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. துவக்கத்திலேயே நாம் கண்டதுபோல இந்தப் பிரிக்கும் மின்சக்தி, ஆற்றலின் ஒரு திட்டமான வடிவம் அல்ல என்பதை வீடெமான் ஏற்றுக் கொள்கிறார். இதற்கு எதிர்மாறாக, விடுவிக்கப்பட்ட இரசாயன ஆற்றலின் திட்டமான அளவை அலகு நேரத்தில் மின் விசையாக மாற்ற ஒரு மின் கல அடுக்கிற்கு உள்ள திறன், பண்பு என்பதற்குமேல் முதன்மையாக அது வேறு ஒன்றும் அல்ல. இந்த மாற்றப்போக்கு முழுவதின் போதும், இந்த இரசாயன ஆற்றல் அதுவே “பிரிக்கும் மின்சக்தி”யின் வடிவத்தை எப்போதும் தாங்குவதில்லை; ஆனால், அதற்கு எதிர்மாறாக, உடனே நேரடியாக “மின்னியக்கச் சக்தி” என்று சொல்லப்படுவதின், அதாவது மின்னியக்கத்தின், வடிவத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஒரு நீராவி எஞ்ஜின், ஒரு திட்டமான அளவு வெப்பத்தை அலகு நேரத்தில் கட்டிகளின் இயக்கமாக மாற்றத் திறன் உள்ளது என்ற பொருளில் நாம் சாதாரண வாழ்க்கையில் நீராவி எஞ்ஜினின் சக்தியைப் பற்றிப் பேசினால் கருத்துக்களின் அதே குளறுபடியை விஞ்ஞான ரீதியான சிந்தனையிலும் கூடப் புகுத்திவிடுவதற்கு அது ஒரு காரணமாக இருக்க முடியாது. அப்படியெனில், நாம் ஒரு கைத் துப்பாக்கி, ஒரு கார்பைன் துப்பாக்கி, வழுவழுப்பான குழாய் உள்ள துப்பாக்கி, ரைபிள் இவைகளின் வேறுபாடுள்ள சக்தியைப் பற்றிக்கூடப் பேசலாம்; ஏனென்றால், சம அளவு மருந்தால் கெட்டிக்கப்பட்டு, சம அளவு எடையுள்ள குண்டுகளைக் கொண்டு அவை வேறுபாடுள்ள தூரங்களுக்குச் செல்கின்றன. ஆனால் இங்கு அந்தச் சொல்வடிவத்தின் பிழையான தன்மை நன்கு தெளிவாகிறது. கெட்டிக்கப்பட்ட மருந்து தீப்பிடித்தல் என்பதே குண்டை விரட்டு

* செயல்வகை.—(ப-ர்.)

கிறது என்பதும், துப்பாக்கிக் குழாயின் நீளம், குண்டுக்கும் குழாய்க்கும் உள்ள இடைவெளி,¹⁰⁹ குண்டின் வடிவம் இவற்றை அனுசரித்து நிகழ்கிற, ஆற்றலின் அதிக அல்லது குறைந்த சிதறலே ஆயுதம் கடும் தூரத்தை (range) நிர்ணயிக்கிறது என்பதும் நன்கு அறியப்பட்டதே. ஆனால், அது நீராவியின் சக்திக்கும் பிரிக்கும் மின்சக்திக்கும் ஒரே மாதிரியாகவே உள்ளது. இரண்டு நீராவி எஞ்சின்கள்—இதர நிலைமைகள் சமமாக இருந்தால், அதாவது சம நேரங்களில் விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றலின் அளவு இரண்டிலும் சம அளவு என்று நாம் அனுமானித்துக்கொண்டால்—அல்லது இரண்டு கால்வானிக் மின் கல அடுக்குகள்—மேற்கூறியது இவைகளுக்கும் பொருந்தும்—ஆற்றலின் கூடுதலான அல்லது குறைவான சிதறலை அனுசரித்தே அவை ஆற்றுகிற வேலையில் வேறுபடுகின்றன. ஆயுதங்களின் விசேஷ கடும் சக்தியைப் பற்றி அனுமானித்துக்கொள்ளாமல் கடும் ஆயுதங்களின் பொறிநுட்பத்தை எல்லா ராணுவங்களும் இன்றுவரை அபிவிருத்தி செய்வது சாத்தியமாகி இருக்கிறதெனில், இந்தச் கடும் சக்தியைப் போன்றதொரு “பிரிக்கும் மின்சக்தி”யை மின்னியல் விஞ்ஞானம் அனுமானித்துக்கொள்ள எந்த ஒரு முகாந்தரமும் இல்லை; அந்தச் சக்தி எவ்வித ஆற்றலையும் தன்னுட்கொண்டிருக்கவில்லை; ஆதலால் ஒரு மில்லிகிராம்-மில்லிமீட்டர் வேலையின் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கையும் கூட அதனால் சுயமாகச் செய்ய இயலாது.

இந்தப் “பிரிக்கும் சக்தியின்” இரண்டாவது வடிவமான, ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் கூறிய “உலோகங்களின் தொடுநிலை மின்விசை”க்கும் மேலே சொன்னது பொருந்தும். பிறிதொரு வடிவத்தில் இருந்து கொண்டிருக்கிற ஆற்றலை மின்சக்தியாகத் தங்களது தொடுநிலையால் மாற்ற உலோகங்களுக்கு உள்ள பண்பைத் தவிர அது வேறு ஒன்றும் அல்ல. எனவே, அது ஆற்றலின் ஒரு துகளையும் கூடத் தன்னுட்கொண்டிராத அதைப் போன்றதொரு சக்தியாகும். வீடெமானைப்போல் ஒட்டுப் பண்பு இயக்கத்தின் ஜீவ சக்தியில் தொடுநிலை மின்விசையினுடைய ஆற்றலின் தோற்றுவாய் உள்ளது என நாமும் அனுமானித்துக்கொள்வதெனில்,

அப்பொழுது இந்த ஆற்றல், முதலாவதாக, இந்தக் கட்டி இயக்கத்தின் வடிவத்தில் இருக்கிறது; அது மறையும் பொழுது, ஒரு வினாடிக்கும் கூடத் “தொடுநிலை மின்சக்தி” வடிவமெடுக்காமல் உடனே மின்னியக்கமாக மாறுகிறது.

இப்பொழுது, மின்னியக்கச் சக்தி, அதாவது, மின்னியக்கமாகத் திரும்பவும் தோன்றும் இரசாயன ஆற்றல், இந்தப் “பிரிக்கும் மின்சக்தி”க்குத் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளது என்று கூடுதலாக நமக்கு உறுதியளிக்கப்படுகிறது; இதில் எவ்வித ஆற்றலும் உள்ளடங்கி இருக்கவில்லை என்பது மட்டுமல்ல; அதைப் பற்றிய கருத்தோட்டத்தின் படியே அப்படி இருக்க இயலாது! “ஒரு மில்லிகிராமுக்கும் மின் விசையின் அலகுக்கும் உள்ள விகிதம்”* என்று கணக்கீடு செய்யப்படுகிற அதே கணிதவியலை ஆற்றலின்மைக்கும் ஆற்றலுக்கும் உள்ள இந்தத் தகவுப் பொருத்தமும் சேர்ந்ததாக உள்ளது என்பது தெளிவு. ஆனால், ஒரு சாதாரணப் பண்பை மர்மம் நிறைந்த ஒரு சக்தியாகக் கருதுகிற கருத்தோட்டத்தை மட்டுமே தனது நிலைநிற்புக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டிருக்கிற பொருளற்றதான இந்த வடிவம், கூறியது கூறலை மறைத்து நிற்கிறது: விடுவிக்கப்படுகிற இரசாயன ஆற்றலை மின்விசையாக மாற்றுவதற்கு ஒரு மின் கல அடுக்கிற்கு உள்ள திறன் அளக்கப்படுகிறது—எதைக் கொண்டு? மின் கல அடுக்கில் செலவிடப்படுகிற இரசாயன ஆற்றலுக்குச் சம்பந்தப்பட்ட ரீதியில் மூடிய மின் சுற்றில் திரும்பவும் மின்விசையாகத் தோன்றும் ஆற்றலின் அளவைக் கொண்டு. அவ்வளவே.

பிரிக்கும் மின்சக்திக்கு வந்து சேருவதற்காக, அவசர கால உபாயமாக உள்ள இரண்டு மின்விசைப் பாய்பொருள் களை ஒருவன் ஊன்றிக் கவனிக்க வேண்டியுள்ளது. அவைகளின் நடுநிலையைத் துருவநிலையாக மாற்றுவதற்கு, எனவே அவைகளை உடைத்துப் பிரிக்க, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் ஆற்றல் செலவிடப்படுவது—பிரிக்கும் மின்சக்தி—அவசியமாகிறது. ஒரு தடவை பிரிக்கப்பட்ட பிறகு அவை திரும்ப

* இந்த நூலின் 192ம் பக்கத்தைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

வும் இணைக்கப்படும்போது அதே அளவு ஆற்றலை—மின்னியக்கச் சக்தியை—அவ்விரு மின்விசைகளும் மறுபடியும் வெளிவிட இயலும். ஆனால் தற்காலத்தில் யாருமே, வீடெமானும் கூட, இரு மின்விசைகள் உண்மையாகவே இருப்பதாகக் கருதுவதில்லையாதலால் இப்படிப்பட்ட கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி விரிவாக எழுதுவதெனில் மறைந்து போன மக்கட்பகுதிக்கு ஒருவன் எழுதுகிறான் என்பதே பொருள்.

தொடுநிலைத் தத்துவத்தின் அடிப்படையான பிழை, தொடுநிலைச் சக்தி அல்லது பிரிக்கும் மின்சக்தி ஆற்றலின் ஒரு தோற்றுவாய் என்ற எண்ணத்திலிருந்து அதனால் விடுவித்துக்கொள்ள இயலவில்லை என்பதிலேயே அடங்கி நிற்கிறது; ஆற்றலின் நிலைமாறுதலை நிகழ்த்த ஓர் உபகரணத்திற்குள்ள வெறும் பண்பு சக்தியாக மாற்றப்படும்போது அது இயல்பாகவே கடினம்தான்; ஏனெனில், சக்தி என்பது ஆற்றலின் ஒரு திட்டமான வடிவமாகக் கட்டாயம் இருக்க வேண்டும். சக்தியைப் பற்றிய தெளிவற்ற இந்தக் கருத்துப் பாங்கிலிருந்து வீடெமான் தம்மை விடுவித்துக்கொள்ள இயலாததால்—இதற்கு அக்கம்பக்கமாகவே அழிக்கப்பட முடியாத, சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாத ஆற்றலின் தன்மையைப் பற்றிய நவீனக் கருத்துகள் அவர்மீது திணிக்கப்பட்ட போதிலும்—மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய அவருடைய பொருளற்ற முதலாம் விளக்கத்திலும் பின்னால் எடுத்துக்காட்டப்பட்ட எல்லா முரண்பாடுகளுக்குள்ளும் அவர் விழுகிறார்.

“பிரிக்கும் மின்சக்தி” என்ற சொல்வடிவம் பகுத்தறிவுக்கே முரணாக இருக்கிறது என்றால், மற்றொன்றான “மின்னியக்கச் சக்தி” என்பது குறைந்த பட்சம் மிகையாக உள்ளது. மின் மோட்டார்களை நாம் பெறுவதற்கு வெகு காலத்திற்கு முன்னரே வெப்ப எஞ்சின்களைப் பெற்றிருந்தோம்; இருந்தாலும், எந்த விசேஷ வெப்ப இயக்கச் சக்தியும் இல்லாமலே வெப்பத்தைப் பற்றிய தத்துவம் மிகவும் நன்றாக வளர்க்கப்பட்டது. “வெப்பம்” என்ற சாதாரணச் சொல்வடிவத்திற்குள், ஆற்றலின் இந்த வடிவத்தைச் சேர்ந்த இயக்கத்தின் எல்லா இயல் நிகழ்ச்சிகளும் உள்ளடங்கி நிற்பது போல “மின்விசை” என்ற சொல்லுக்குள் அதன் சொந்தத்

துறையிலுள்ளவை அடங்கும். மேலும், மின்விசையின் செயல்பாங்கைச் சேர்ந்த அனேக வடிவங்கள் நேரடியாக “இயக்கத் தன்மை” யுடையவையாக இல்லவே இல்லை: இரும்பைக் காந்தமயமாக்குதல், இரசாயனச் சிதைவு, வெப்பமாக மாற்றுதல். இறுதியாக, இயந்திரவியல் உட்பட ஒவ்வொரு இயற்கையிலும் எங்காவது சக்தி என்ற சொல் கைவிடப்பட்டது என்றால் அது நிச்சயமாகவே ஒரு முன்னேற்றமாக இருக்கும்.

மின் கல அடுக்கில் நிகழும் மாற்றப்போக்குகளைப் பற்றிய இரசாயன ரீதியான விளக்கத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட வேண்டாவெறுப்புடனேயே வீடெமான் ஒப்புக் கொண்டார் என்பதை நாம் கண்டோம். இந்த வேண்டாவெறுப்பு அவரை இடைவிடாமல் தாக்குகிறது; இரசாயனத் தத்துவம் என்று சொல்லப்படுவதின்மீது ஏதாவது பழிசமத்த அவரால் இயலுமானால் அது நிச்சயமாகவே நிகழும். இவ்விதமாக:

“இரசாயனச் செயல்பாட்டின் உக்கிரநிலைக்கு மின்னியக்கச் சக்தி தகவுப் பொருத்தம் உடையது என்று எவ்விதத்திலும் ஸ்தாபிக்கப்படவில்லை.” (I, 791ம் பக்கம்.)

இது கட்டாயமாகவே ஒவ்வொரு வழக்கிலும் அல்ல; ஆனால், இந்தத் தகவுப் பொருத்தம் ஏற்படவில்லையெனில் மின் கல அடுக்கு சீர்கேடாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதற்கும், அதில் ஆற்றலின் கலைவு நிகழ்கிறது என்பதற்கும் அதுவே சான்று. இந்தக் காரணத்தை முன்னிட்டு, மாற்றப்போக்கின் தூய்மையைப் பொய்ப்படுத்துகிற இவ்விதத்துணைநிலையான சூழ்நிலைகளைத் தமது தத்துவார்த்த முடிவுகளில் பூரணமாகவே கவனம்செலுத்தாமல் கைவிடுவதிலும், ஆனால் ஒரு மின் கலத்தின் மின்னியக்கச்சக்தி மின்னோட்டத்தின் அலகு தீவிரநிலையுடன் அலகு நேரத்தில் நிகழ்கிற இரசாயனச் செயற்பாட்டின் யாந்திரீக சமானத்துக்குச் சமமாக இருக்கும் என நமக்குச் சாதாரணமாக உறுதி கொடுப்பதிலும் வீடெமான் மிகச் சரியாகவே இருக்கிறார்.

பிறிதொரு பகுதியில் நாம் படிக்கிறோம்:

“அமிலம்-ஆல்கலி மின் கல அடுக்கில், மின்னோட்டம் உண்டாவதற்குக் காரணம் அமிலம், ஆல்கலி இவற்றின் இரசாயனச் சேர்க்கை அல்ல என்பது—பாரா 61 (பெக்கரல், பேஹ்னர்), பாரா 260 (தூ-புவா ரேய்மோன்), பாரா 261 (வோர்ம்-முல்லர்)—பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரியப்படுகிறது; இவைகளின்படி, ஒரு சில வழக்குகளில் அவை சமான அளவுகளில் இருந்தால் எந்த மின்னோட்டமும் உண்டாகாது; அதே விஷயம் பாரா 62ல் சொல்லப்பட்ட (ஹென்ரிட்ஸி) பரிசோதனையிலிருந்தும் தெரியவருகிறது; அதன்படி பொட்டாஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடுக்கும் நைட்ரிக் அமிலத்திற்கும் இடையீடாகப் பொட்டாஸியம் நைட்ரேட் கரைசலை இட்டால் இந்த இடையீடு இல்லாமலேயே நிகழ்வதைப் போல மின்னியக்கச் சக்தி தோன்றும்.”* (I, 791ம் பக்கம்.)

அமிலம், ஆல்கலி இவற்றின் இரசாயனச் சேர்க்கை தான் மின்னோட்டம் உண்டாவதற்குக் காரணமாக என்ற பிரச்சினை நமது நூலாசிரியருக்குப் பிரமாதக் கவலை அளிக்கும் விஷயமாகும். இதை இந்த வடிவத்தில் வைத்துச் சொன்னால் விடை கூறுவதற்கு இலகுவாக இருக்கும். அமிலம், ஆல்கலி இவற்றின் இரசாயனச் சேர்க்கை, முதலாவதாக, ஆற்றல் விடுபடுவதுடன் ஓர் உப்பு உண்டாவதற்குக் காரணமாக உள்ளது. இந்த ஆற்றல் முழுவதோ அல்லது அதன் பகுதியோ, மின்விசையின் வடிவத்தை எடுத்துக்கொள்கிறதா என்பது அது விடுவிக்கப்படும் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, பிளாடினம் மின்வாய்களிடையே நைட்ரிக் அமிலம் பொட்டாஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடு உள்ள மின் கல அடுக்கில் குறைந்த பட்சம் ஒரு பகுதி அப்படித் தான் இருக்கும்; இந்த அமிலத்திற்கும் ஆல்கலிக்கும் இடையே பொட்டாஸியம் நைட்ரேட் கரைசல் இடையீடாக இடப்பட்டதா, இல்லையா என்பது மின்னோட்டம் உண்டாவதற்குச் சிரத்தையுள்ள விஷயமல்ல; ஏனெனில், இது உப்பு உண்டாவதை அதிகப்பட்சம் மந்தப்படுத்தத்தான் செய்யுமே

* அடைப்புகளுக்குள்ள பெயர்கள் எங்கெல்லச் சேர்த்தவை.—(ப-ர்.)

ஓழிய அதைத் தடுக்க இயலாது. மின் கல அடுக்கில் உண்டாகிற கரைசலின் அதே செறிவு நிலையில் உள்ள அமிலம், ஆல்கலி கரைசல்கள் நடுவிலும், அவைகளுடைய உப்பின் கரைசல் இருமுனைகளிலும் உள்ள வோர்ம்-முல்லர் மின் கல அடுக்கு போன்றதொன்று அமைக்கப்பட்டதெனில் (வீடெமான் இதை அடிக்கடி குறிப்பிடுகிறார்) அப்பொழுது எந்த மின்னோட்டமும் உண்டாகாது என்பது தெளிவு; ஏனெனில், முனைகளில் உள்ள உறுப்புகளின் காரணமாக—எங்கும் முற்றொருமையுள்ள பண்டங்களே உண்டாவதால்—எந்த அயனிகளும் உற்பத்தியாக இயலாது. எனவே, மின்சுற்று மூடப்படாதது போல அவ்வளவு நேரடியாக, விடுவிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மின்விசையாக மாற்றப்படுவது என்பது தடுக்கப்பட்டது; ஆகையால், எந்த மின்னோட்டமும் பெறப்படவில்லை என்பதில் வியப்பில்லை. ஆனால், அமிலமும் ஆல்கலியும் பொதுவாக ஒரு மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க முடியும் என்பது கீழ்க்கண்டவாறு அமைந்த மின் கல அடுக்கால் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது: கரி, கந்தக அமிலம் (பத்து பங்கு தண்ணீருக்கு ஒரு பங்கு), பொட்டாஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடு (பத்து பங்கு தண்ணீருக்கு ஒரு பங்கு), கரி — ராஜல் கருத்துப்படி இதற்கு 73* புள்ளி மின்னோட்ட வலு உள்ளது. மின் கல அடுக்கின் பொருத்தமான அமைப்பைக் கொண்டு, அமிலமும் ஆல்கலியும் தங்களுடைய இரசாயனச் சேர்க்கையால் விடுவிக்கிற பெருமளவு ஆற்றலுக்கு ஒத்திசைவான மின்னோட்ட வலுவை அளிக்க இயலும்; இதை ஆல்கலி உப்புகள் உண்டாவதை ஏறக்குறையத் தனிவிலக்காகப் பொறுத்தே இதுவரை அறியப்பட்டுள்ள மிகச் சக்தி வாய்ந்த மின் கல அடுக்குகளும் அவ்வாறு உள்ளன என்பதிலிருந்து காணலாம்; திட்டாந்தரமாக, வீட்ஸ்டோன் மின் கல அடுக்கு: பிளாடினம், பிளாடினிக் க்ளோரைடு, பொட்டாஸியம் ரசக்கலவை—மின்னோட்ட வலு—230; காரீய பெராக்கலைடு, நீர்த்த கந்தக அமிலம், பொட்டாஸியம் ரசக்கலவை—மின்னோட்ட

* மின்னோட்ட வலுவைப் பற்றிய கீழ்க்கண்ட எல்லா ஆதாரக்கூறுகளிலும் டேனியல் மின்சலம் 100க்குச் சமமாகக் கொள்ளப்பட்டது. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

வலு—326; காரீய பெராக்கலைடுக்குப் பதிலாக மாங்கனீஸ் பெராக்கலைடு சேர்த்தால்—280; ஒவ்வொரு வழக்கிலும், பொட்டாஸியம் ரசக்கலவைக்குப் பதிலாகத் துத்தநாக ரசக்கலவையைச் சேர்த்தால் மின்னோட்டத்தின் வலு ஏறக்குறைய மிகச் சரியாக 100 புள்ளி குறைகிறது. இதைப்போல வே மின் கல அடுக்கு: மாங்கனீஸ் டையாக்ஸைடு, பொட்டாஸியம் பெர்மாங்கனேட்டு கரைசல், பொட்டாஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடு, பொட்டாஸியம் இவற்றைக் கொண்டு பேடல் என்பவர் 302 புள்ளி மின்னோட்ட வலுவைப் பெற்றார், மேலும்: பிளாடினம், நீர்த்த கந்தக அமிலம், பொட்டாஸியம்—293.8; ஜூல்: பிளாடினம், நைட்ரிக் அமிலம், பொட்டாஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடு, பொட்டாஸியம் ரசக்கலவை—302. அமிலம், ஆல்கலி அல்லது ஆல்கலி உலோகம் இவற்றின் இரசாயனச் சேர்க்கையும் அதன்மூலம் விடுவிக்கப்பட்ட பெரிய அளவு ஆற்றலும் இந்த மிக உயர்ந்த மின்னோட்ட வலுவுகளுக்கும், “காரணமாக” இருக்கிறது.¹¹⁰

சில பக்கங்கள் கடந்து மறுபடியும் சொல்லப்படுகிறது:

“இருந்தபோதிலும், பலபடித்தான பண்டங்களின் தொடுமுனையில் நிகழ்கிற இரசாயனச் செயற்பாடு முழுவதினுடைய வேலையின் சமானத்தை மூடிய மின்சுற்றில் உள்ள மின்னியக்கச் சக்தியினுடைய அளவையாக நேரடியாகக் கருதக் கூடாது என்பதைக் கவனத்துடன் மனதிலிருத்திக்கொள்ள வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, பெக்கரலின் அமில ஆல்கலி மின் கல அடுக்கில் (iterum Crispinus)¹¹¹ இந்த இரண்டு பொருள்களும் இணையும்பொழுது; பிளாடினம், உருகிய பொட்டாஸியம் நைட்ரேட், கரி இவற்றைக் கொண்ட மின் கல அடுக்கில் கரி உண்ணப்படும்போது; தாமிரம், சுத்தமற்ற துத்தநாகம், நீர்த்த கந்தக அமிலம் ஆகியவற்றைக் கொண்ட ஒரு சாதாரண மின் கல அடுக்கில் ஸ்தல மின்னோட்டங்கள் உண்டாவதுடன் துத்தநாகம் துரிதமாகக் கரையும்பொழுது; அப்போது இந்த இரசாயன மாற்றப்போக்குகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற வேலையின்” (விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றல் என இது படிக்கப்பட வேண்டும்) “பெரும்பகுதி... வெப்பமாக மாற்றப்பட்டு, ஓட்டு மொத்த மின்சுற்றும் அதை இழந்துவிடுகிறது.” (I, 798ம் பக்கம்.)

இந்த மாற்றப்போக்குகளையெல்லாம் மின் கல அடுக்கில் இழக்கப்படுகிற ஆற்றலுக்கே குறிப்பிட வேண்டும்; அவை, நிலைமாறுதல் பெற்ற இரசாயன ஆற்றலிலிருந்தே மின்னியக்கம் எழுகிறது என்ற யதார்த்த உண்மையைப் பாதிப்பதில்லை, ஆனால், நிலைமாறுதல் பெற்ற ஆற்றலின் அளவை மட்டுமே பாதிக்கின்றன.

பல்வேறு வகையான மின் கல அடுக்குகளை அமைப்பதிலும், அவைகளின் “மின்னியக்கச் சக்தி”யை அளப்பதிலும் மின்னியல்வாதிகள் எல்லையற்ற நேரத்தையும் கவலையையும் அர்ப்பணித்துள்ளனர். இவ்விதம் சேமிக்கப்பட்டுள்ள பரிசோதனைரீதியான விஷயாதாரங்களில் மதிப்பு மிக்கது அதிகம் உள்ளது, ஆனால் அதைவிட மதிப்பற்றதும் ஏராளம். எடுத்துக்காட்டாக, தண்ணீர் கடைப்பட்ட மின்கடத்தி எனவும், எனவே கடைப்பட்ட மின்னாற்பகுப்புத் திரவம்* எனவும், ஆகையால் மாற்றப்போக்கை நிகழ்த்துவது தண்ணீரல்ல ஆனால் அறியப்படாமல் அதில் உள்ள அசத்தப்பொருள்களே என்றும் தற்போது பி. கோல்ராவுஷ் என்பவரால் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளபோது, “தண்ணீரை”யே மின்னாற்பகுப்புத் திரவமாக வைத்து நடத்தப்பட்டுள்ள பரிசோதனைகளுக்கு விஞ்ஞானரீதியான மதிப்பு என்ன இருக்க முடியும்? இருந்தாலும் கூட, உதாரணமாக, பேஹ்னரின் பரிசோதனைகளில் ஏறக்குறையப் பாதிவரைக்குமே அவருடைய “experimentum crucis”-உம் கூடத்¹¹² தண்ணீரை மேற்கூறியரீதியில் பயன்படுத்துவதையே சார்ந்துள்ளன: இவற்றின்மூலம் அவர் இரசாயனத் தத்துவத்தின் இடிபாடுகளின்மீது உறுதியான தொடுநிலைத் தத்துவத்தை ஸ்தாபிக்க முயன்றார். இதிலிருந்தும், ஒரு சில நீங்கலாக, இத்தகைய இதர எல்லாப் பரிசோதனைகளிலும் மின் கல அடுக்கின் இரசாயன மாற்றப்போக்குகள்

* கோல்ராவுஷ் தயாரித்த மிகத் தூய்மையான தண்ணீரின் 1 மிலிமீட்டர் நீளமுள்ள கலம் அதே விட்டமும் சந்திரனின் நீள்வட்டப் பாதையின் விட்டத்துக்கு ஏறக்குறையச் சமமான நீளமும் உள்ள ஒருதாமிர மின்கடத்தியின் தடைக்குச் சமமானதொரு தடையை அளிக்கிறது. (நெளமான், “Allgemeine Chemie”, 729ம் பக்கம்.) [எங்கெல்லும் குறிப்பு.]

மின்னியக்கச் சக்தி என்று சொல்லப்படுவதின் சுனைக் கண்கை இருந்த போதிலும், அவை நடைமுறையில் புறக்கணிக்கப்பட்டவையாகவே இருக்கின்றன என்பது ஏற்கனவே தெளிந்த விஷயமே. இருந்தாலும், மின்சுற்று மூடப்படும் பொழுது அவைகளில் நிகழும் இரசாயன மாற்றங்களைக் குறித்து எந்த நிச்சயமான முடிவுகளையும் எடுக்க அனுமதிக்காத இரசாயனச் சேர்க்கையுள்ள அனேக மின் கல அடுக்குகள் உண்டு. இதற்கு மாறாக, வீடெமான் சொல்வதுபோல (I, 797ம் பக்கம்) “மின் கல அடுக்கில் இரசாயனக் கவர்ச்சிகளைக் குறித்து எல்லா வழக்குகளிலும் உட்பார்வை பெறுவது எவ்விதத்திலும் சாத்தியமில்லை என்பதை மறுக்க முடியாது”. எனவே, எப்பொழுதும் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இரசாயனத் திருஷ்டிக் கோணத்திலிருந்து இந்த மாற்றப்போக்குகளைக் கட்டுப்படுத்திப் பரிசோதனைகளைத் திரும்பி நிகழ்த்தாத வரை இவை மதிப்பற்றவையாகும்.

இந்தப் பரிசோதனைகளில், மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்கள் ஏதோ ஒரு விதிவிலக்காகத்தான் கணக்கிலெடுக்கப்படுகின்றன என்பது உண்மையே. இயக்கத்தின் சமானத் தன்மை விதி இயற்கையியலில் ஏற்கப்படுவதற்கு முன்னமேயே அவைகளில் பல நிகழ்த்தப்பட்டன; ஆனால், அவை சரிபார்க்கப்படாமலும், அல்லது ஒரு முடிவுக்குக் கொண்டு வரப்படாமலும் ஒரு பாடநூலிலிருந்து மற்றொன்றிற்குள் அவைகளைத் தொடர்ந்து இழுத்துச்செல்வது என்பது ஒரு மரபாகிவிட்டது. மின்விசைக்குச் சடநிலை இல்லை என்று சொல்லப்பட்டது (நேர் வேகத்திற்கு ஒப்படர்த்தி எண் இல்லை என்று கூறுவதில் உள்ள பொருளே இதற்கும் உண்டு); ஆனால், மின்விசை தத்துவத்தைப் பற்றி நிச்சயமாகவே அவ்விதம் சொல்ல முடியாது.

இதுவரைக்கும், கால்வானிக் மின் கலம், அதில் ஸ்தாபிக்கப்பட்டுள்ள தொடுநிலை உறவுகள் விளைவாக, தற்போதைக்கு நமக்குத் தெரியாத ரீதியில் இரசாயன ஆற்றலை விடுவித்து, அதை மின்விசையாக மாற்றுகிற ஓர் உபகரணம்

என்று நாம் கருதினோம். இதேபோல, மின்னாற்பகுப்புக் கலம் என்பது இதற்குத் தலைமாறான மாற்றப்போக்கு உடைய, மின்னியக்கம் இரசாயன ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு அந்த ரீதியில் செலவிடப்படுகிற ஓர் உபகரணம் என்று அதை வருணித்தோம். அவ்விதம் செய்யும்பொழுது, மாற்றப்போக்கின் இரசாயன அம்சத்தை, மின்னியல்வாதிகள் அவ்வளவு தூரம் புறக்கணித்துவிட்ட அம்சத்தை, முதல்நிலைப்படுத்தி வைத்தோம்; ஏனெனில், பழைய தொடுநிலைத் தத்துவத்திலிருந்தும், இரண்டு மின் திரவப் பொருள்கள் தத்துவத்திலிருந்தும் கைமாறிவந்துள்ள கருத்துப்பாங்குகளின் உடைசல் குவையை அவ்வழியில்தான் கழித்துத் தள்ள முடியும். இது ஒரு தடவை நடந்து தீர்ந்த பிறகு, இரசாயன மாற்றப்போக்கு வெளியில் உள்ள அதே சூழ்நிலைகளில் மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிறதா அல்லது மின்கிளர்ச்சியின்மீது சார்பு கொண்ட விசேஷ இயல்நிகழ்ச்சிகள் தோன்றுகின்றனவா என்பதே பிரச்சினையாகிறது.

ஒவ்வொரு விஞ்ஞானத்திலும், தவறான கருத்துப்பாங்குகள் என்பன, ஊன்றி நோக்குவதின் பிழைகள் ஒரு புறமிருக்க, கடைசிப் பட்சமாக, சரியான ஆதாரக்கூறுகளைப் பற்றிய தவறான கருத்துப்பாங்குகளேயாகும். பின்சொன்னவை பொய் என்று எடுத்துக்காட்டப்பட்ட பின்னரும் முன் சொன்னவை நிலைதங்கி இருக்கும். பழைய தொடுநிலைத் தத்துவத்தை நாம் களைந்து எறிந்துவிட்ட பிறகும் கூட ஸ்தாபிக்கப்பட்ட ஆதாரக்கூறுகள் தங்கி இருக்கவே செய்கின்றன; அவற்றினைப் பற்றிய விளக்கமாகவே அந்தத் தத்துவம் உத்தேசிக்கப்பட்டது. இவைகளையும், இவைகளுடன் சேர்த்து மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற மாற்றப்போக்கின் மின்விசை அம்சத்தையும் பற்றி ஆலோசிப்போம்.

பலபடித்தான பண்டங்களின் தொடுநிலையின்போது, இரசாயன மாற்றங்களுடனும் அல்லது அவை இல்லாமலும், மின்விசைக் கிளர்ச்சி நிகழ்கிறது என்பதும், அதை மின் காட்டி அல்லது கால்வனாமீட்டரின் உதவி கொண்டு காட்ட முடியும் என்பதும் சர்ச்சைக்குரியதல்ல. நாம் ஆரம்பத்திலேயே ஏற்கனவே கண்டதுபோல, ஒரு குறிப்பிட்ட வழக்கில்,

இயக்கத்தின் மிக நுண்ணியதான இயல் நிகழ்ச்சிகள் இவைகளாகவே உள்ளபோது இவைகளினுடைய ஆற்றலின் தோற்றுவாயை ஸ்தாபிப்பது என்பது கடினமான காரியமே; அத்தகைய புறநிலையானதோடு தோற்றுவாய் இருப்பது பொதுவாக ஒப்புக் கொள்ளப்படுகிறது என்பது இங்கே போதுமானதாகும்.

1850-53ல் கோல்ராவுஷ் தமது பரிசோதனைகளின் ஒரு தொடரைப் பற்றிய விவரங்களை வெளியிட்டார்; அவற்றில், ஒரு மின் கல அடுக்கின் தனித்தனியான ஆக்கக் கூறுகளை ஜோடிகளாக இணைத்து, ஒவ்வொரு வழக்கிலும் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நிலைமின் அழுத்தங்களைச் சோதனை செய்து பார்த்தார்; அப்பொழுது மின் கலத்தின் மின்னியக்கச் சக்தி, இந்த அழுத்தங்களின் அல்ஜிப்ராக் கூட்டு பலனாக ஆக்கப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு Zn/Cu-வின் அழுத்தம் 100க்குச் சமம் என்று வைத்துக்கொண்டு, டேனியல், குரோவ் மின்கலங்களின் சார்புநிலை வலுக்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு அவர் கணக்கிடுகிறார்:

டேனியல்:

$$\text{Zn/Cu} + \text{ரசக்கலவை Zn/H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu/SO}_4\text{Cu} = 100 + 149 - 21 = 228;$$

குரோவ்:

$$\text{Zn/Pt} + \text{ரசக்கலவை Zn/H}_2\text{SO}_4 + \text{Pt/HNO}_3 = 107 + 149 + 149 = 405,$$

இது, இந்த மின்கலங்களின் மின்னோட்ட வலுக்களை நேரடியாக அளவை செய்வதுடன் நெருங்கிய உடன்பாடும் உள்ளது. இருந்தாலும்கூட, இந்தப் பலன்கள் எவ்விதத்திலும் நிச்சயமானவையாக இல்லை. முதலாவதாக, கோல்ராவுஷ் இறுதியான பலனை மட்டுமே கொடுக்கிறார், ஆனால் "துரதிருஷ்ட வசமாக, தனித்தனிப் பரிசோதனைகளின் பலன்களைப் பற்றிய எண்களை" அளிப்பதில்லை என வீடெமானும்கூட இதன்பால் கவனத்தை ஈர்க்கிறார். [I, 104ம் பக்கம்.] இரண்டாவதாக, உலோகங்களின் தொடுநிலையால், இன்னும்

கூடுதலாக உலோகம், திரவம் இவற்றின் தொடுநிலையால், நிகழ் கிற மின்கிளர்ச்சிகளை அளவு ரீதியாக நிர்ணயிக்கச் செய்யப்படும் முயற்சிகள் எல்லாம் குறைந்த பட்சம் நிச்சயமற்றன; காரணம், பிழை நிகழ்வதற்குள்ள தவிர்க்க முடியாத அனேகத் தோற்றுவாய்களேயாம் என்று வீடெமானே அடிக்கடி ஏற்றுக்கொள்கிறார். அப்படியிருப்பினும் கூட, அவர் தமது கணக்கீடுகளில் கோல்ராவுஷின் எண்களை அடிக்கடி உபயோகிக்கிறார் எனில், அவரை நாம் இங்கு பின்பற்றாமல் இருப்பதே நல்லது; இதற்குக் கூடுதலான காரணம், இந்த ஆட்சேபனைகளுக்கு இலக்காகாத நிர்ணயிப்பின் வேறு முறை நமக்கு இருப்பதாலேயாம்.

ஒரு மின் கல அடுக்கின் மின்கிளர்ச்சியூட்டும் இரண்டு தகடுகள் திரவத்திற்குள் மூழ்குவிக்கப்பட்டு, பிறகு ஒரு கால் வனாமீட்டரின் தொடுமுனைகளால் ஒரு மூடிய மின்சுற்றாக இணைக்கப்பட்டதெனில் அப்பொழுது, வீடெமான் கருத்துப் படி, "இரசாயன மாற்றங்கள் மின்கிளர்ச்சியின் வலுவை மாற்றுவதற்கு முன்பு காந்த ஊசியின் தொடக்க நிலை ஒதுக்கம், மூடிய மின்சுற்றிலுள்ள மின்னியக்கச் சக்திகளினுடைய ஒட்டுமொத்தத்தின் அளவையாகும்." [1, 62ம் பக்கம்.] ஆதலால், பல்வேறு வலுக்கள் உள்ள மின் கல அடுக்குகள் பல்வேறு வலுக்கள் உள்ள தொடக்க நிலை ஒதுக்கங்களை அளிக்கும்; இந்தத் தொடக்க நிலை ஒதுக்கங்களின் அளவு அந்தந்த மின் கல அடுக்குகளின் மின்னோட்ட வலு விற்குத் தகவுப் பொருத்தம் உடையதாகும்.

எந்த இரசாயனச் செயற்பாட்டின்மீதும் சார்பின்றி இயக்கத்தை நிகழ்த்துவதற்கு முகாந்தரமான "பிரிக்கும் மின்சக்தி", "தொடுநிலைச் சக்தி" நமது கண்களுக்கு முன் ஸ்பரிசிக்கத் தக்கதாக நிற்பதுபோலத் தோன்றுகிறது. தொடுநிலைத் தத்துவம் முழுவதின் அபிப்பிராயமும் யதார்த்தத்தில் இதுவே. உள்படியாகவே, நாம் இன்னும் பரிசீலிக்காத, மின்கிளர்ச்சிக்கும் இரசாயனச் செயற்பாட்டிற்கு மிடையே உள்ள உறவு இங்கே நமக்கு எதிர் நிற்கிறது. இந்த விஷயத்திற்குச் செல்ல நாம் முதலாவதாக மின்னியக்க விதி என்று சொல்லப்படுவதை ஓரளவு கொஞ்சம் நெருங்கியே

பரிசீலிக்க வேண்டும்; அப்படிச் செய்யும்போது, பரம்பரையாக உள்ள தொடுநிலைக் கருத்துப்பாங்குகள் எவ்வித விளக்கத்தையும் அளிப்பதில்லை என்பது மட்டுமின்றி, விளக்கத்திற்கான பாதையையே திரும்பவும் நேரடியாக இடைமறித்து நிற்கின்றன.

இரண்டு உலோகங்களும் ஒரு திரவமும், உதாரணமாக, துத்தநாகம், நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம், தாமிரம் இவற்றைக் கொண்ட எந்த ஒரு மின் கலத்திலும் ஒருவன் பிளாடினம் தகடு போன்றதொரு மூன்றாவது உலோகத்தைப் புகுத்தி, வெளிப்புறத்திலுள்ள மின்சுற்று பின் அதை ஒரு கம்பி கொண்டு இணைக்கவில்லையெனில், அப்பொழுது கால் வனாமீட்டரின் தொடக்க நிலை ஒதுக்கம், பிளாடினம் தகடு இல்லாமலே இருப்பதற்குச் சமமாக மிகப் பொருந்தியிருக்கும். இதன் விளைவாக, மின்விசையைக் கிளர்ந்துவிடுவதில் இதற்கு எவ்வித பலனும் கிடையாது. ஆனால் மின்னியக்கச் சொற்களில் இதை இவ்வளவு இலகுவாகச் சொல்லுவது அனுமதிக்கப்படவில்லை. எனவே கீழ்க்கண்டவாறு படிக்கிறோம்:

"துத்தநாகம்-பிளாடினம், பிளாடினம்-தாமிரம் இவைகளினுடைய மின்னியக்கச் சக்திகளின் கூட்டுப் பலன், திரவத்திலுள்ள துத்தநாகம்-தாமிரம் இவற்றினுடைய மின்னியக்கச் சக்தியின் இடத்தைக் கைப்பற்றுகிறது. பிளாடினம் தகடு நுழைக்கப்பட்டதால் மின்விசைகளின் பாதை புலனாகும் ரீதியில் மாற்றப்படாததால், மேற்கூறிய இரண்டு வழக்குகளிலும் கால்வனாமீட்டரின் குறிப்பீடுகளின் முற்றொருமையிலிருந்து திரவத்திலுள்ள துத்தநாகம்-தாமிரம் இவற்றின் மின்னியக்கச் சக்தி, அதே திரவத்திலுள்ள துத்தநாகம்-பிளாடினம்-பிளாடினம்-தாமிரம் இவற்றினுடைய மொத்த மின்னியக்கச் சக்திக்குச் சமமாக இருக்கும் என்று முடிவு காணலாம். உலோகங்களிடையே அங்ஙனமான மின்விசை கிளர்ச்சி பெறுவதின் சம்பந்தமான வோல்டாவின் தத்துவத்திற்கு இது ஒத்திசைவு உள்ளதே. இதன் விளைபயன் எல்லாத் திரவங்களுக்கும் உலோகங்களுக்கும் செல்லத்தக்கதே; அது கீழ்க்கண்ட வடிவத்தில் சொல்லப்படுகிறது: திரவங்களால் மின்னியக்கக் கிளர்ச்சி பெறும்போது உலோகங்கள் வோல்டாவின் தொடர் வரிசை விதியைப் பின்பற்றுகின்றன. இந்த

விதிக்கு மின்னியக்க விதி என்ற பெயரும் கூட வழங்கப் பட்டுள்ளது.” (ஷீடெமான், I, 62ம் பக்கம்.)

இந்தச் சேர்க்கையில் பிளாடினம் மின்விசையைக் கிளருவதாகச் செயற்படுவதேயில்லை என்று சொல்லுவதின்மூலம் ஒருவன் வெறும் யதார்த்த உண்மையைத்தான் வெளியிடுகிறான். அது மின்விசையைத் தூண்டுவதாகச் செயற்படத்தான் செய்கிறது ஆனால் விளைபயன் நடுநிலையாக்கப்படும் ரீதியில் சம வலுவுடன் இரு எதிரெதிர்த் திசைகளில் செயற்படுகிறது என்று ஒருவன் கூறினால் “மின்னியக்கச் சக்தி”யைச் சும்மா கவுரவிப்பதற்காக மட்டுமே யதார்த்த உண்மை ஓர் அனுமானத் தத்துவமாக மாற்றப்பட்டதாக ஆகிறது. இரு வழக்குகளிலும் பிளாடினம் தேவைக்கு மிகுதியான அம்சத்தின் பாத்திரத்தை வகிக்கிறது.

முதல் ஒதுக்கத்தின்போது இன்னும் கூட முடிய மின் சுற்று உண்டாகவில்லை. அமிலம் சிதைவடையாததால் கடத்தியாகச் செயல்படாது; அது அயனிகளைக் கொண்டு மட்டுமே கடத்தியாகச் செயல்பட முடியும். முதல் ஒதுக்கத்தின் மீது மூன்றாவது உலோகத்திற்கு எவ்வித ஆளுகையும் இல்லை எனில் அது இன்னும் தனிமைப்பட்டு நிற்பதே காரணம்.

தொடர்ந்த மின்னோட்டம் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட பின்னரும், அது நிகழும்போதும் மூன்றாவது உலோகம் எவ்வாறு தொழிற்படுகிறது?

வோல்டாவின் உலோகத் தொடர் வரிசையில் அனேகத் திரவங்களில் ஆல்கலி உலோகங்களுக்கப்பால் நேர்மின் முனைக்கு மிக அருகில் துத்தநாகமும், பிளாடினம் எதிர்மின் முனையிலும், இந்த இரண்டுக்கும் நடுவே தாமிரமும் கிடக்கின்றன. எனவே, பிளாடினம் மேலே குறிப்பிட்டதைப் போலத் துத்தநாகத்திற்கும் தாமிரத்திற்கும் நடுவே வைக்கப்பட்டால் அது இரண்டிற்கும் எதிர்நிலை உள்ளதாக இருக்கும். பிளாடினத்திற்கு ஏதாவது பயன் உண்டு எனில், திரவத்தில் உள்ள மின்னோட்டம் துத்தநாகத்திலிருந்தும் தாமிரத்திலிருந்தும் பிளாடினத்திற்குப் பாயவேண்டும்; அதாவது, இணைக்கப்படாத பிளாடினத்திற்கு இரு மின்வாய்களிலிருந்தும்

விட்டுவிடப்பாய வேண்டும்; இது *contradictio in adjecto**. மின் கல அடுக்கில் வேறுபாடு உள்ள சில உலோகங்களின் பயன்படும் திறனுக்கு அடிப்படை நிபந்தனை என்னவெனில் வெளிப்புறத்தில் அவைகளிடையே ஒன்றோடொன்று மூடிய மின்சுற்றாக இணைக்கப்பெறுதலேயாம். இணைக்கப்படாத, மிகையாக உள்ள ஓர் உலோகம் மின் கல அடுக்கில் மின் கடத்தாப் பொருளாகச் செயற்படும்; அதனால் அயனிகளை உண்டாக்கவும் இயலாது, அதனால் ஊடுருவிச் செல்லவும் அவைகளை அனுமதிக்காது; மின்னூற்பகுப்புத் திரவங்களில் அயனிகளின்றி மின்கடத்தல் என்பதையும் நாம் அறியோம். எனவே அது வெறும் தேவைக்கு மிகுதியான அம்சம் அல்ல; தன்னைச் சுற்றிக்கொண்டு செல்லும்படி அயனிகளை நிர்ப்பந்திப்பதின் மூலம் அது வழியை மறித்துக்கொண்டுகூட நிற்கிறது.

துத்தநாகத்தையும் பிளாட்டினத்தையும் இணைத்து, தாமிரத்தை இடையில் இணைக்காமல் வைத்து விட்டோமெனில் மேற்கூறியது இதற்கும் பொருந்தும்; பின்சொன்னதற்கு ஏதாவது பலன் இருக்குமெனில் துத்தநாகத்திலிருந்து தாமிரத்திற்குப் பாயும் ஒரு மின்னோட்டத்தையும், தாமிரத்திலிருந்து பிளாடினத்திற்குப் பாயும் மற்றொன்றையும் உற்பத்தி செய்யும். எனவே, அது ஓர் இடைநிலையான மின்வாயாகச் செயற்பட நேர்ந்து, துத்தநாக முகமாக உள்ள பக்கத்தில் வாயு ரூபமான நீர்வாயுவை வெளிவிடலாம்; ஆனால் இது மீண்டும் சாத்தியமில்லாததே.

பரம்பரையான மின்னியக்கச் சொல்வடிவப் பாங்கை நாம் கழற்றி எறிந்துவிட்டோமெனில் இந்த வழக்கு மிக இலகுவாகிவிடுகிறது. நாம் கண்டது போல, இரசாயன ஆற்றல் விடுவிக்கப்பட்டு, மின்விசையாக மாற்றப்படுகிற ஓர் உபகரணமே கால்வானிக் மின் கல அடுக்கு. இது ஒரே ஒரு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட திரவங்களையும் மின்வாய்களான—இந்த மின்வாய்கள் திரவங்களுக்கு வெளியே ஒரு கடத்தியால் இணைக்கப்பட வேண்டும்—இரண்டு உலோகங்களையும் கொண்டுள்ளது. இவற்றால் ஆக்கப்பட்டதே இந்த

* விளக்கமான முரண்பாடே.—(ப-ர்.)

உபகரணம். மின்கிளர்ச்சியூட்டும் அந்தத் திரவத்திற்குள் இணைக்கப்படாமல் புகுத்தப்படுகிற இதர எதுவுமே, உலோகம், கண்ணாடி, ரெஸின் எதுவாக இருந்தாலும், அந்தத் திரவம் இரசாயனரீதியாக வேறுபடுத்தப்படாதவரை மின்கல அடுக்கில் நிகழ்கிற இரசாயன மின்விசை மாற்றப்போக்கிலோ, மின்னோட்டம் உண்டாக்கப்படுவதிலோ அது பங்கு கொள்ளாது; அதிகப் பட்சம் அது மாற்றப் போக்கை இடர் படுத்தும். மின் கல அடுக்கின் திரவம் அல்லது ஒரு மின்வாய் அல்லது மின்வாய்கள் இரண்டையுமே சம்பந்தப்பட்டவரைக்கும் திரவத்திற்குள் புகுத்தப்பட்ட மூன்றாவது உலோகத்தின் மின்கிளர்ச்சியூட்டும் திறன் என்னவாக இருந்தாலும் திரவத்திற்கு வெளியே மூடிய மின்சுற்றுடன் அந்த உலோகம் இணைக்கப்படாதவரை அது எவ்விதப் பயனையும் கொடாது.

இதன்விளைவாக, மேலே குறிப்பிட்ட மாதிரி, மின்னியக்க விதி என்று சொல்லப்படுவதைப் பற்றிய வீடெமானின் அனுமானம் பொய் என்பது மட்டுமின்றி, இந்த விதிக்கு அவர் அளிக்கும் வியாக்கியானம்கூட பொய்யே. இணைக்கப்படாத உலோகத்தினுடைய ஈடுசெய்யும் மின்னியக்கச் செயற்பாட்டைப்பற்றி ஒருவன் பேச இயலாது; ஏனெனில், அந்தச் செயற்பாட்டிற்கான ஒரே நிபந்தனை துவக்கத்திலேயே துண்டிக்கப்பட்டுள்ளது; இந்த விதியின் செயல் துறைக்கு வெளிப்புறத்தில் கிடக்கிற ஓர் ஆதாரக் கூறிலிருந்து மின்னியக்க விதி என்று சொல்லப்படுவது வடிக்கப்படவும் இயலாது.

1845ல் பழைய போகென்டோர்ப் பரிசோதனைகளின் ஒரு தொடரைப் பற்றிய விவரங்களை வெளியிட்டார்; மிகவும் பலரகப்பட்ட மின் கல அடுக்குகளின் மின்னியக்கச் சக்தியை, அதாவது, அவை ஒவ்வொன்றும் அலகு நேரத்தில் அளித்த மின்விசையின் தொகையை, அளவீடு செய்தார். இந்தப் பரிசோதனைகளில் முதல் இருபத்து ஏழும் விசேஷ மதிப்புடையன; அவை ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று குறிப்பிட்ட உலோகங்கள் ஒன்றுக்குப்பின் மற்றொன்றாக அதே மின்கிளர்ச்சியூட்டும் திரவத்தில் மூன்று வெவ்வேறான மின் கல அடுக்கு

களுடன் இணைக்கப்பட்டன; பின்சொல்லப்பட்டவை, உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்விசை அளவைப் பொறுத்தவரை, ஆராயப்பட்டு, ஒப்பு நோக்கப்பட்டன. தொடுநிலைத் தத்துவத்தின் நல்ல அபிமானி என்ற ரீதியில் போகென்டோர்ப் ஒவ்வொரு பரிசோதனையிலும் மின் கல அடுக்கிற்குள் இணைக்கப்படாத மூன்றாவது உலோகத்தையும் கூட வைத்து, எண்பத்தி ஒரு மின் கல அடுக்குகள் எல்லாவற்றிலும் “நேச உறவில் சேர்ந்த மூன்றாவது” தானது¹¹³ வெறும் மூன்றாவது நடிகளுக்கே தங்கிவிட்டதைச் சுயமாகக் கண்டு திருப்தியுற்றார். ஆனால், இந்தப் பரிசோதனைகளின் முக்கியத்துவம் அடங்கியிருப்பது இந்த ஆதாரக்கூறில் அல்ல; அதற்குப் பதிலாக மின்னியக்க விதி என்று சொல்லப்படுவதின் சரியான பொருள் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டு, ஸ்தாபிக்கப்பட்டதிலேயாம்.

துத்தநாகம், தாமிரம், பிளாடினம் ஆகியன ஜோடிகளாக நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலத்தில் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் கல அடுக்குகளின் மேற்கூறிய தொடரைப்பற்றி ஆலோசிப்போம். இங்கு டேனியல் மின் கலத்தின் அளவை 100க்குச் சமமாகக் கொண்டு, போகென்டோர்ப், உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்விசையின் அளவுகளைக் கீழ்வருமாறு கண்டார்:

துத்தநாகம்-தாமிரம்	78.8
தாமிரம்-பிளாடினம்	74.3
மொத்தம்	153.1
துத்தநாகம்-பிளாடினம்	153.7

இங்ஙனம், பிளாடினத்துடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்ட துத்தநாகம், துத்தநாகம்-தாமிரம் + தாமிரம்-பிளாடினம் இவற்றின் மின்விசையின் ஏறக்குறைய அதே அளவை உற்பத்தி செய்தது. உபயோகிக்கப்பட்ட திரவங்கள், உலோகங்கள் எவையாக இருந்தபோதிலும் இதே விஷயம் இதர எல்லா மின் கல அடுக்குகளிலும் நிகழ்ந்தது. மின்கிளர்ச்சியூட்டும் ஒரே திரவத்தில் உள்ள உலோகங்களின் தொடரிலிருந்து, இந்தத் திரவத்திற்குச் செல்லுபடியாகிற

வோல்டாவின் தொடர் வரிசையை அனுசரித்து இரண்டாவது, மூன்றாவது, நான்காவது இப்படியாக ஒன்றுக்குப்பின் மற்றொன்றாக முந்தியதற்கு எதிர் மின்வாயாகவும், பிந்தியதற்கு நேர்மின்வாயாகவும் பணிபுரிகிறீதியில் மின் கல அடுக்குகள் அமைக்கப்படும்பொழுது இந்த அடுக்குகள் முழுவதினாலும் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற மின்விசை அளவுகளின் ஒட்டுமொத்தம், இந்த உலோகத் தொடர் வரிசையின் இரு கடைசி உறுப்புகளுக்கிடையே நேரடியாக அமைக்கப்படுகிற மின் கல அடுக்கில் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்விசையின் அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலத்தில், துத்தநாகம்-வெள்ளீயம், வெள்ளீயம்-இரும்பு, இரும்பு-தாமிரம், தாமிரம்-வெள்ளி, வெள்ளி-பிளாடினம் ஆகிய மின் கல அடுக்குகளால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற மின்விசை அளவுகளின் ஒட்டுமொத்தம், துத்தநாகம்-பிளாடினம் மின் கல அடுக்கால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற தற்குச் சமமாக இருக்கும். மேற்கூறிய தொடரிலுள்ள எல்லா மின்கலங்களைக் கொண்டும் அமைக்கப்படுகிற ஒரு மின்நிரை, மற்ற விஷயங்கள் சமமாக இருந்தால், எதிர்விசை மின்னோட்டம் உள்ள ஒரு துத்தநாகம்-பிளாடினம் மின்கலம் நுழைக்கப்படுவதினால் மிகப் பொருந்தி நடுநிலை எய்திவிடும்.

இந்த வடிவத்தில், மின்னியக்க விதி என்று சொல்லப்படுவதற்கு ஒரு மெய்யானதும் கணிசமானதுமான முக்கியத்துவம் உண்டு. இரசாயன, மின்விசை செயற்பாட்டிற்கிடையே உள்ள பரஸ்பரத் தொடர்பின் ஒரு புதிய அம்சத்தை அது வெளிக்காட்டுகிறது. இதுவரைக்கும் கால்வானிக் மின்னோட்டத்தினுடைய ஆற்றலின் தோற்றுவாயைப் பிரதானமாக ஆராயும்பொழுது, இந்தத் தோற்றுவாயான இரசாயன மாற்றம், மாற்றப்போக்கின் செயல்திறனுள்ள பக்கமாகத் தோற்றமளித்தது; மின்விசை அதிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்பட்டதால், இது ஆரம்பத்தில் செயல்திறனற்றதாகவே தோன்றியது. இப்பொழுது, இது தலைகீழாக மாற்றப்பட்டது. மின் கல அடுக்கில் தொடுநிலையில் வைக்கப்படுகிற பலபடித்தான பண்டங்களின் அமைப்பினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிற மின்கிளர்ச்சி, இரசாயன செயற்பாட்டிற்கு

(விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றலை மின்விசையாக மாற்றுவது மூலமாக அன்றி வேறுவிதமாக) ஆற்றலைக் கூட்டவோ, அதிலிருந்து குறைக்கவோ இயலாது. இருந்தாலும், மின் கல அடுக்கு அமைக்கப்பட்டதை அனுசரித்து இந்தச் செயற்பாட்டைத் துரிதப்படுத்தவோ, மந்தப்படுத்தவோ அதனால் இயலும். துத்தநாகம்-நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம்-தாமிரம் கொண்ட மின் கல அடுக்கு, துத்தநாகம்-நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம்-பிளாடினம் கொண்ட மின் கல அடுக்கு மின்னோட்டத்திற்காக உற்பத்தி செய்கிற மின்விசையில் பாதியைத் தான் அலகு நேரத்தில் உற்பத்தி செய்கிறது எனில், இரசாயன மொழியில் இதன் பொருள், முதல் மின் கல அடுக்கு, இரண்டாவது உற்பத்தி செய்கிற துத்தநாகக் க்ளோரைடு, நீர்வாயு இவற்றில் பாதியையே அலகு நேரத்தில் உற்பத்தி செய்கிறது என்பதேயாம். எனவே, சுத்தமான இரசாயனச் சூழ்நிலைகள் ஒரேவிதமாக இருந்தும் கூட, இரசாயனச் செயற்பாடு இரட்டிப்பாகச் செய்யப்பட்டுள்ளது. மின்கிளர்ச்சி, இரசாயனச் செயற்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்துவதாக ஆகிவிட்டது; இது இப்பொழுது செயல்திறனுள்ள பக்கமாகவும், இரசாயனச் செயற்பாடு செயல்திறனற்றதாகவும் வெளிப்படுகிறது.

இங்ஙனமாக, இதற்கு முன்பு சுத்தமாகவே இரசாயன ரீதியானவை என்று கருதப்பட்ட அனேக மாற்றப்போக்குகள் இப்போது மின்-இரசாயனத் தன்மை வாய்ந்தவையாக வெளிப்படுகின்றன என்பது புரியக் கூடியதாகிறது. இரசாயன ரீதியாகச் சுத்தமாக உள்ள துத்தநாகம் நீர்த்த அமிலத்தால் தாக்கப்படுவதே இல்லை அல்லது மிக பலவீனத்துடன் மட்டுமே தாக்கப்படுகிறது; ஆனால், இதற்கு மாறாக, வியாபாரத்திற்கு வருகிற சாதாரண துத்தநாகம் உப்பையும் உண்டாக்கி, நீர்வாயுவை உற்பத்தி செய்து விரைவாகக் கரைகிறது; அதனோடு மற்ற உலோகங்களும், கார்பனும் கலந்திருக்கின்றன; அவை மேல்பரப்பின் பல பகுதிகளில் தாரதம் மிய அளவுகளில் வெளிப்படுகின்றன. அமிலத்தில் அவைகளிடையேயும் துத்தநாகத்திற்கிடையேயும் கூட ஸ்தல மின்னோட்டங்கள் உண்டாகின்றன; துத்தநாகப் பரப்புகள் நேர்

மின்வாய்களாகவும், இதர உலோகங்கள் எதிர் மின்வாய்களாகவும் அமைந்து, பின்சொன்னவற்றின் மீது நீர்வாயு குமிழிகளாக வெளிவிடப்படுகிறது. இதைப் போலவே, தாமிரசல்பேட் கரைசலில் இரும்பு மூழ்குவிக்கப்பட்டால் தாமிரத்தின் ஒரு படிவத்தால் அது மூடப்படுகிறது என்ற இயல்நிகழ்ச்சியும் ஒரு மின்-இரசாயன இயல் நிகழ்ச்சியாக இப்போது பார்க்கப்படுகிறது; இது, இரும்பின் பல படித்தான பரப்புகளிடையே எழும் மின்னோட்டங்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறதொன்றாகும்.

இதை அனுசரித்து, உப்பீனிகளுடனும் (halogens), அமில அடிப்படை அடக்கக் கூறுகளுடனும் (acid radicals) தாங்கள் அமைத்துள்ள கூட்டுப் பொருள்களிலிருந்து ஒன்றையொன்று எந்தத் தொடர் வரிசையில் உலோகங்கள் பெயர்ந்து இடமாற்றம் செய்துகொள்கின்றனவோ அத்துடன் திரவங்களில் உள்ள வோல்டாவின் உலோகத் தொடர் வரிசை ஒத்திசைவு உள்ளதாக இருக்கிறது என்பதையும் காண்கிறோம். வோல்டாவின் தொடர் வரிசையினுடைய எதிர்மின் முனையின் கடைக் கோடியில் தங்கத்தின் கோஷ்டியைச் சேர்ந்த உலோகங்களை ஒழுங்காகக் காண்கிறோம்: தங்கம், பிளாடினம், பல்லாடியம், ரோடியம் ஆகியன; இவை சிரமத்துடனேயே ஆக்ஸிகரணத்திற்கு உள்ளாகின்றன; இவை அமிலங்களால் தாக்கப்படுவதே இல்லை அல்லது மிகச் சிறிதே தாக்கப்படுகின்றன; இவை, இவைகளின் உப்புகளிலிருந்து மிக எளிதாக இதர உலோகங்களால் மண்டிப்படிவாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. நேர்மின் கடைக்கோடியில் ஆல்கலி உலோகங்கள் உள்ளன; அவை இதற்கு நேர்மாறான தொழிற்பாட்டை வெளிக்காட்டுகின்றன: உச்ச பட்ச ஆற்றல் செலவிடப்பட்டாலும்கூட அவைகளின் ஆக்ஸைடுகளிலிருந்து அவைகளை உடைத்துப் பிரிப்பது அரிது; அவை இயற்கையில் பெரும்பாலும் உப்புகளின் வடிவத்திலேயே உண்டாகின்றன; எல்லா உலோகங்களிலும் அவையே உப்பீனிகள், அமில அடிப்படை அடக்கக்கூறுகள் இவற்றின்பால் மிக உச்சபட்ச இரசாயன உறவுக் கவர்ச்சியை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவ்விரண்டிற்குமிடையே இதர உலோகங்கள், ஓரளவு

வேறுபடுகிற வரிசைக்கிரமத்தில், ஆனால், பொதுப்படையாக மின்விசை, இரசாயன தொழிற்பாட்டிற்கிடையே ஒத்திசைவு உள்ள ரீதியில், வருகின்றன. தனி உறுப்புகளின் வரிசைக்கிரமம் திரவங்களை அனுசரித்து வேறுபடுகிறது; எந்தத் தனிப்பட்ட திரவத்திற்கும் இறுதியாக அது ஸ்தாபிக்கப்படுவது என்பதும் அரிதாக உள்ளது. எந்தத் தனிப்பட்ட திரவத்திற்கும் அப்படிப்பட்ட சம்பூரணமான வோல்டாவின் உலோகத் தொடர்வரிசை இருக்கிறதா என ஐயமுறுவதும் கூட அனுமதிக்கத்தக்கதே. பொருத்தமான மின் கல அடுக்குகளும், மின்னூற்பகுப்புக் கலங்களும் குறிப்பிடப்பட்டால் ஒரே உலோகத்தின் இரண்டு துண்டுகள் முறையே நேர், எதிர் மின்வாய்களாகச் செயற்பட இயலும்; எனவே, ஓர் உலோகம் தனக்கே நேர்நிலை, எதிர்நிலை இரண்டுமாக இருக்க முடியும். இரண்டு சந்திகளிலும் பெருமளவு வெப்ப நிலை வேறுபாடுகள் பெற்றுள்ள, வெப்பத்தை மின்விசையாக மாற்றுகிற வெப்பக் கலங்களில் மின்னோட்டத்தின் திசை பின்முன்கை மாற்றப்படுகிறது; முன்பு நேர்நிலை உலோகமாக இருந்தது எதிர்நிலை உலோகமாகவும், மற்றொன்று தலைமாறாகவும் மாறுகின்றன. இதற்கொப்பாக, ஒரு குறிப்பிட்ட உப்பீனி அல்லது அமில அடிப்படை அடக்க கூறுடன் தாங்கள் அமைத்துள்ள இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களிலிருந்து உலோகங்கள் ஒன்றையொன்று இடமாற்றம் செய்து கொள்வதற்கு ஏற்ற எந்த ஒரு சம்பூரணமான தொடர் வரிசையும் இல்லை; அனேக வழக்குகளில் வெப்ப வடிவத்தில் ஆற்றலையும் செலுத்துவதின்மூலம் சாதாரண வெப்ப நிலைகளுக்குச் செல்லத்தக்க தொடர் வரிசையை ஏறக்குறைய நமது விருப்பம்போல வேறுக்கவும், பின்முன்கை மாற்றவும் நமக்குச் சாத்தியமாகிறது.

எனவே, இங்கு இரசாயனியத்திற்கும் (chemism) மின்விசைக்கும் ஒரு பிரத்தியேகமான பரஸ்பரச் செயற்பாட்டைக் காண்கிறோம். மின்னோட்டம் உண்டாவதற்குத் தேவையான முழு ஆற்றலையும் மின்விசைக்கு அளிக்கிற, மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற இரசாயனச் செயற்பாடு, அதில் விருத்தியடைகிற மின் அழுத்தங்களால் அனேக வழக்குகளில் முதன்முதலில் செயலுக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது; எல்லா

வழக்குகளிலும் அளவு ரீதியாக நெறிப்படுத்தப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற மாற்றப் போக்குகள் இரசாயன-மின்விசைத் தன்மை கொண்டவையாகத் தோன்றின என்றால் இப்பொழுது அவைகளை அதே அளவுக்கு மின்-இரசாயனத் தன்மை வாய்ந்தவையாகவும் நாம் காண்கிறோம். தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உண்டாவது என்ற கண்ணோட்டத்திலிருந்து பார்க்கும் போது இரசாயனச் செயற்பாடு முதல்நிலையானதாகத் தோன்றுகிறது; மின்னோட்டத்தைக் கிளறிவிடுவது என்ற கண்ணோட்டத்திலிருந்து பார்க்கும் போது அது இரண்டாம் நிலை சார்ந்ததாகவும், துணைத்தன்மை வாய்ந்ததாகவும் தோன்றுகிறது; பரஸ்பரச் செயற்பாடு எவ்வித சம்பூரணமான முதல் நிலை அல்லது சம்பூரணமான இரண்டாம் நிலை என்பதையே அற்றதாகக் கிடைக்கிறது; ஆனால், அதனுடைய இயல்பிலிருந்தே இரண்டு வெவ்வேறு நிலைப்பாடுகளிலிருந்து கருத்தத்தக்கதோர் இரு முக மாற்றப்போக்காக அது உள்ளது; முழுமையையும் புரிய வேண்டுமெனில், மொத்த விளைவுக்கு வருவதற்கு முன்னால், ஒன்றுக்குப் பின் மற்றொரு இரண்டு நிலைப்பாடுகளிலிருந்தும் அது ஆராயப்பட வேண்டும். இருந்தாலும், ஒரே நிலைப்பாட்டை மற்றொன்றுக்கு எதிராகச் சம்பூரணத்துவம் உடையது என்று ஒரு தலைப்பட்டசமாக நாம் விடாப்பிடியாகக் கொண்டால் அல்லது நமது வாதத்தின் வினாடித் தேவைகளை அனுசரித்து ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு யதேச்சையாகத் தாவினாலும் இயக்க மறுப்பியல் சிந்தனையின் ஒருதலைப்பட்டச் சிக்கலில் சிக்கித் தங்கிவிடுவோம்; பரஸ்கர இணைப்பு என்பது நம்மிடத்திலிருந்து தப்பிச் செல்ல, நாம் ஒரு முரண்பாட்டிற்குப்பின் மற்றொருகை அவைகளில் மாட்டிக்கொள்வோம்.

வீடெமானின் கருத்துப்படி, மின் கல அடுக்கின் திரவத்திற்குள் மின் கிளர்ச்சியூட்டுகிற தகடுகள் புகுத்தப்பட்ட உடனையும், இரசாயன மாற்றங்கள் மின்கிளர்ச்சியின் வலுவை மாற்றுவதற்கு முன்பும் கால்வனமீட்டரில் துவக்கத்தில் நிகழ்கிற விலக்கம், “மூடிய மின்சுற்றில் மின்னியக்கச் சக்திகளினுடைய கூட்டுப் பலனின் ஓர் அளவையாகும்” என்பதை நாம் மேலே கண்டோம்.

இதுவரைக்குமே, மின்னியக்கச் சக்தி என்று சொல்லப்படுவது ஆற்றலின் ஒரு வடிவம் என்றே அத்துடன் அறிமுகமானோம்; அது நமது வழக்கில் இரசாயன ஆற்றலிலிருந்து சம அளவில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது; மாற்றப்போக்கு அதன் பாதையில் மேலே போகும் பொழுது அது வெப்பம், கட்டி, இயக்கம் முதலானவைகளின் சம அளவுகளாகத் திரும்பவும் மாற்றப்பட்டது. ஆனால் இங்கு, இரசாயன மாற்றங்களால் இந்த ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுவதற்கு முன்னமேயே “மூடிய மின்சுற்றில் மின்னியக்கச் சக்திகளினுடைய கூட்டுப் பலன்” ஏற்கனவே இருக்கிறது என நாம் சட்டென்று கற்கிறோம்; வேறு சொற்களில் சொல்வதெனில், மின்னியக்கச் சக்தி என்பது இரசாயன ஆற்றலின் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அலகு நேரத்தில் விடுவித்து அதை மின்னியக்கமாக மாற்றுவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட மின் கல அடுக்கிற்கு உள்ள திறனையன்றி வேறு ஒன்றுமல்ல என்பதேயாம். இதற்கு முன்பு, பிரிக்கும் மின்சக்தியின் வழக்கில் கண்டதைப்போல, இங்கும் கூட ஆற்றலின் ஒரே ஒரு பொறியையும் கூடக் கொண்டிராத ஒரு சக்தியாகவே மின்னியக்கச் சக்தி தோன்றுகிறது. இதன் பலகை, “மின்னியக்கச் சக்தி” என்று சொல்லும் போது, வீடெமான் முழுமையாக வேறுபடுகிற இரண்டு விஷயங்களை மனதில் கொள்கிறார்: ஒரு புறத்தில், குறிப்பிட்ட இரசாயன ஆற்றலின் ஒரு திட்டமான தொகையை விடுவித்து, அதை மின்னியக்கமாக மாற்ற ஒரு மின் கல அடுக்கின் திறன், மற்றொரு புறத்தில், இப்படி விருத்தி செய்யப்படுகிற மின்னியக்கத்தின் தொகை. இரண்டும் தகவுப் பொருத்தமுள்ளவை, அவை ஒன்றுக்கு மற்றொன்று அளவையாக என்கிற யதார்த்த உண்மை அவற்றிடையே உள்ள வித்தியாசத்தை ஒழிப்பதில்லை. மின் கல அடுக்கில் நிகழ்கிற இரசாயனச் செயற்பாடு, விருத்தி செய்யப்படுகிற மின்விசையின் அளவு, இதிலிருந்து மின்சுற்றில் பெறப்படுகிற வெப்பம், வேறுவிதமாகவே வேலை செய்யப்படாத போது, பொருத்தமுள்ளவையாக மட்டும் அல்ல, சமமாகவும்கூட அவை இருக்கின்றன; ஆனால், அவற்றிடையே உள்ள வித்தியாசம் இதனால் ஒழிக்கப்படுவதில்லை. அளிக்கப்படுகிற வெப்பத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட அளவு யாந்திரீக இயக்கத்தை

உற்பத்தி செய்யக் குறிப்பிட்ட சிலிண்டர் துவாரத்தின் விட்டமும் பிஸ்டன் இயக்க அளவும் உள்ள ஒரு நீராவி எஞ்சினின் திறன், இந்த யாந்திரீக இயக்கத்திலிருந்தே, அது இதற்கு என்னதான் தகவுப் பொருத்தம் கொண்டிருந்தாலும், மிகவும் வேறுபட்டதொன்றாகும். இயற்கையியலில் ஆற்றலின் அழியாமையைக் குறித்து எதுவுமே சொல்லப்படாத காலத்தில் இந்தச் சொற்பாங்கு சகிக்கத்தக்கதாக இருந்தாலும் கூட, இந்த அடிப்படை விதி அங்கீகரிக்கப்பட்ட பிறகு உண்மையான, செயல்திறனுள்ள ஆற்றலின் எந்த வடிவத்தையும், விடுவிக்கப்படுகிற ஆற்றலுக்கு அந்த வடிவத்தை யளிக்க எந்த உபகரணத்திற்கும் உள்ள திறனுடன் குழப்பிக்கொள்வது இனியும் அனுமதிக்கக் கூடியதல்ல. பிரிக்கும் மின்சக்தியின் வழக்கில் ஆற்றல், சக்தி இவற்றைக் குழப்பியதின் பயனாகவே இந்தக் குழப்பமும் உள்ளது; மின்னோட்டத்தைப் பற்றிய வீடெமானின் பரஸ்பரம் முரண்படுகிற மூன்று விளக்கங்களுக்கும் ஒரு சுமுகப் பொருத்தம் வாய்ந்த பின்பிரையை இந்த இரண்டு குழப்பங்களும் அளிக்கின்றன; கடைசியாக, “மின்னியக்கச் சக்தி” என்று சொல்லப்படுவதைப் பற்றிய அவருடைய எல்லாக் குழப்பங்களுக்கும் பிழைகளுக்கும் பொதுவான அடிப்படையாகவும் அவை இருக்கின்றன.

இரசாயனீயத்திற்கும் மின்விசைக்கும் இடையே உள்ள, நாம் மேலே ஆலோசித்த பிரத்தியேக பரஸ்பரச் செயற்பாட்டுடன்கூட அவைகளுக்குப் பொதுவாக உள்ள இரண்டாவது விஷயமும் உண்டு; அதைப் போலவே இதுவும் இயக்கத்தின் இந்த இரண்டு வடிவங்களுக்கும் உள்ள நெருங்கிய உறவைச் சுட்டிக்காட்டுகின்றது. அவை இரண்டும் மறையும் பொழுதே நிலைவாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு அணுக்குமுள்ளும் அது உட்படுகிற இரசாயன மாற்றப்போக்கு திடீரென நிகழ்கிறது. அதில் தொடர்ந்து புகக்கூடிய புதிய வஸ்துவினால் மட்டுமே அதை நீடிக்க வைக்க முடியும். மின்னியக்கத்திற்கும் இது செல்லத்தக்கது. இயக்கத்தின் பிறிதொரு வடிவத்திலிருந்து அது உற்பத்தி செய்யப்பட்டதோ இல்லையோ அது உடனே திரும்பவும் மூன்றாவது வடிவத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது; கிடைக்கத்தக்க ஆற்றல் தொடர்ந்து ஆயத்த

மாக இருந்தால் மட்டுமே தொடர்ந்த மின்னோட்டம் உற்பத்தியாக இயலும்; இதில் ஒவ்வொரு வினாடியிலும் இயக்கத்தின் புதிய தொகைகள் (Bewegungsmengen) மின்விசையின் வடிவத்தைத் தாங்கி, அதைத் திரும்பவும் இழந்துவிடுகின்றன.

இரசாயனச் செயற்பாட்டிற்கு மின்விசைச் செயற்பாட்டுடனும், பின்சொன்னதற்கு முன்சொன்னதுடனும் உள்ள நெருங்கிய தொடர்பிற்குள் ஓர் உட்பார்வை பெற்றால் அது இரு துறை ஆராய்ச்சிகளிலும் முக்கியமான பலன்களைப் பெறுவதற்கு இட்டுச் செல்லும். இப்படிப்பட்ட உட்பார்வை ஏற்கனவே மேலும் மேலும் பரவலாகிக்கொண்டுவருகிறது. இரசாயனவியல்வாதிகளில் லோத்தர் மேயரும், அவருக்குப் பின் கெக்கூலே என்பவரும், மின்-இரசாயனத் தத்துவம் இளமை பொருந்திய வடிவத்தில் மறுமலர்ச்சி பெறுவது என்பது துரிதமாக நடக்க உள்ளது என்று பச்சையாக அறிவித்துள்ளனர். மின்னியல்வாதிகளிடையேயும் கூட, பி.கோல் ராவுஷ் அவர்களின் மிகச் சமீபத்திய நூல்களால் விசேஷமாகச் சுட்டிக்காட்டப்படுவதைப்போல, மின் கல அடுக்கிலும் மின் னூற்பகுப்புக் கலத்திலும் நிகழ்கிற இரசாயன மாற்றப்போக்குகளின்பால் கூர்ந்த கவனம் செலுத்தப்பட்டால் மட்டுமே அவர்களுடைய விஞ்ஞானம் பழைய சம்பிரதாயங்கள் என்ற முட்டுச் சந்திலிருந்து வெளிப்பட இயலும் என்ற நம்பிக்கை இறுதியாக வேர்கொண்டுவிட்டது எனத் தோன்றுகிறது.

வழக்கொழிந்துபோன விஞ்ஞான நிலைப்பாட்டிலிருந்து நிகழ்த்தப்பட்ட எல்லாச் சம்பிரதாயரீதியான, கட்டுப்பாடற்ற பரிசோதனைகளையும் இரசாயனரீதியான கூர்மையுடன் பொதுவாகத் திருத்தியும் மின்விசையைப் பற்றிய சம்பிரதாயரீதியான எல்லாத் தத்துவக் கருத்துப்பாங்குகளையும் பூர்வாங்கமாகவே நிராகரித்தும் ஆற்றலின் நிலைமாறுதல்களைக் கூர்ந்த கவனத்துடன் ஸ்தாபிப்பதின் மூலமாக அன்றி வேறு எவ்வாறுதான் கால்வாணிஸத் தத்துவத்திற்கும், அதேவிதம் இரண்டாம் நிலையாகக் காந்தவியல், நிலைமின்னியல் தத்துவங்களுக்கும் ஓர் உறுதியான அஸ்திவாரத்தை அளிக்க முடியும் என்பதை, உள்ளபடியாகவே, ஒருவன் அறிய இயலாது.

**மனிதக் குரங்கிலிருந்து
மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப்
படியில் உழைப்பின் பர்த்திரம்¹¹⁴**

சகல செல்வத்தினுடைய தோற்றுவாயும் உழைப்பே என அரசியல் பொருளியல்வாதிகள் அறைந்து கூறுகின்றனர். உண்மையிலே அதுதான் தோற்றுவாய் — இயற்கைக்கு அடுத்தபடியாக; அதற்கு இயற்கை மூலாதாரமாக வழங்கும் பொருளை அது செல்வமாக மாற்றுகிறது. ஆனால், அளவிடற் கரிய ரீதியில் அதைவிட அது இன்னும் அதிகமும் கூட. ஓர் அர்த்தத்தில், உழைப்பு மனிதனையே சிருஷ்டித்தது என்று நாம் கூறவேண்டிய அளவுக்கு அது மானிட வாழ்வு முழுவ தற்கும் முதன்மையான அடிப்படை நிபந்தனையாக உள்ளது.

பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால், இன்னும் திட்ட மாக நிர்ணயிக்கப்படாத, மூன்றாம் காலக்கூறு (Tertiary period) எனப் புகர்ப்பவியல்வாதிகள் அறிந்துள்ள பூமியின் வரலாற் றின் ஒரு சகாப்தத்தில்—அதனுடைய முடிவில் இருப்பதற்கு அதிக சாத்தியக்கூறு உண்டு—மிகவும் உன்னதமான வளர்ச்சி பெற்ற மனிதக் குரங்கு இனம் உஷ்ண மண்டலத்தில்— தற்போது இந்திய மாகடலின் அடியில் ஒருவேளை மூழ்கிப் போன ஒரு பெரும் கண்டமாக இருக்கலாம்—ஏதோ ஓர் இடத்தில் வாழ்ந்தது. நம்முடைய இந்த மூதாதையர்களைக் குறித்து ஒரு தோராயமான வர்ணனையை டார்வின் நமக்குக் கொடுத்துள்ளார். அவர்கள் முழுமையாகவே உரோமத்தால் மூடப்பட்டிருந்தனர்; அவர்கள் தாடிகளையும், கூர்முனையுள்ள காதுகளையும் பெற்றிருந்தனர்; மரங்களின் மீது கூட்டங் களாக அவர்கள் வாழ்ந்தனர்.¹¹⁵

மரமேறுதல் என்பது கை, கால்களுக்கு வித்தியாசப் பட்ட தொழில்களைப் பகிர்ந்துவிடுகிறது; அவர்களுடைய

வாழ்க்கை முறையில் தட்டையான நிலத்தின்மீது நிலை பெயர்ந்து செல்லவேண்டி ஏற்பட்டபோது இந்த மனிதக் குரங் குகள் படிப்படியாகக் கைகளைப் பயன்படுத்தும் பழக்கத்தைக் கைவிட்டன; மேலும் மேலும் அதிகமாக ஒரு நிமிர்ந்த உடற்பாணியையே அனுசரித்தன. மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனி தனாக மாறிய இடைநிலையில் இது நிர்ணயமானதொரு படியாகும்.

தற்போதுள்ள எல்லா மனிதக் குரங்குகளுக்கும் நிமிர்ந்து நிற்கவும் பாதங்களின்மீது மட்டும் நடக்கவும் இயலும்; ஆனால் அது அவசர காலங்களிலேதான், அதுவும் விகார மாகத்தான். அவைகளுடைய இயல்பான நடை பாதி நிமிர்ந் தும் பாதி குனிந்தும் செல்லும் நடை; அதில் அவை கைகளை யும் பயன்படுத்துகின்றன. பெரும்பாலானவை தங்களது முஷ்டியின் விரற்கணுக்களைப் பூமியின்மீது ஊன்றிக் கால்களை உள் இழுத்து நீண்ட கைகளிடையே உடலை ஊசலாட்டிச் செலுத்துகின்றன—ஒரு நொண்டி கவைக் கோல்களின்மீது நகர்ந்து செல்வதற்கொப்பாக இதைக் கூறலாம். பொது வாக, நான்கு கால்களின்மீது நடப்பது முதல் இரண்டு கால்களின்மீது நடப்பதுவரை உள்ள இடைநிலைக் கட்டங் களை எல்லாம் இன்றைய மனிதக் குரங்குகளிடையே காண லாம். இருந்தாலும், பின்சொன்ன நடை அவைகளில் எதற்கும் தாற்காலிகமாகச் சமாளித்துக்கொள்வதற்கு மேலாக முக்கியத்துவம் உடையதாக இருக்கவில்லை.

உரோமம் படர்ந்த நமது மூதாதையரிடையே நிமிர்ந்த நடை என்பது முதலில் ஒரு விதியாகவும் பின்னர் கால அடைவில் ஓர் அவசியமாகவும் ஆயிற்று, இதற்குள்ளாக, கைகளுக்குப் பல்வேறு வகையான இதர வேலைகளின் பொறுப்பும் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பது புரியமுடியும். மனிதக் குரங்குகளிடையே ஏற்கனவே கைகளும் பாதங்களும் பயன் படுத்தப்படுவதில் சிறிது வித்தியாசம் இருக்கிறது. மேலே சொன்னதற்கொப்ப, மரமேறுவதில் கைகளுக்கும் பாதங் களுக்கும் வெவ்வேறு உபயோகங்கள் உள்ளன. கீழ் படியில் உள்ள பாலூட்டிகள் (mammals) தங்களது முன்பாதங் களை உபயோகிப்பதைப்போல உணவைச் சேகரிக்கவும் பிடிக்கவும் கைகள் பிரதானமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

மரங்களில் தங்களுக்குக் கூடுகளைக்கட்டிக்கொள்ளவும், அல்லது உதாரணமாக, சிம்பன்ஸி குரங்கைப் போலத் தங்களை சீதோஷண நிலைகளிலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்ளக் கிளைகளிடையே கூரைகள் வேய்ந்துகொள்ளவும் கூடப் பல மனிதக் குரங்குகள் கைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. பகைவர்களிடமிருந்து காத்துக்கொள்ளத் தங்களது கைகளினால் கழிகளைப் பிடிக்கின்றன; தங்களது கைகளைக்கொண்டு எதிரிகளைப் பழங்களாலும் கற்களாலும் தாக்குகின்றன. அவை கூண்டில் பிடிபடும்போது மனிதர்களிடமிருந்து பல சிறிய செயல்களை ஒத்த வடிவத்தில் செய்யத் தங்களது கைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. இதில்தான், மனிதனை அதிகப் பட்சம் ஒத்த மனிதக் குரங்குகளின் வளர்ச்சியடையாத கைக்கும் லட்சக் கணக்கான ஆண்டுகளின் உழைப்பினால் உன்னதமான சிறப்பு பெற்றுள்ள மனிதக் கைக்குமிடையே உள்ள பெரிய அகழியை ஒருவன் காண்கிறான். இந்த இரு கைகளிலும் உள்ள எலும்புகளும் தசைகளும் எண்ணிக்கையிலும் பொதுவான இணைப்பு ஏற்பாட்டிலும் ஒரே மாதிரியானவை; ஆனால், எந்தக் குரங்கின் கையும் ஒத்தமாதிரி செய்ய முடியாத நூற்றுக்கணக்கான செயல்களை மிகக் கீழ்ப்படியிலுள்ள ஒரு காட்டுமிராண்டியின் கை செய்ய முடியும்—எந்தக் குரங்கின் கையும் எந்தக் காலத்திலும் மிகக் கரடுமுரடான கல்கத்தியைக்கூட உருவாக்கியதில்லை.

மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலையான பல்லாயிரமாண்டுகளில் நமது மூதாதையர்கள் படிப்படியாகத் தங்களது கைகளைப் பொருந்தியவாறு பழக்கப்படுத்தக் கற்றுக்கொண்ட முதற்செயல்கள் மிக சிறப்பான மானவையாக மட்டுமே இருந்திருக்க முடியும். எவரிடையே மிருகங்களை யொத்த நிலைக்கு மீண்டும் திரும்பக் கூடிய நிலைமை அதிகமாகவிருக்கவும், அதே சமயத்தில் உடல் துறையிலும் இழிநிலை ஏற்படுவதும் அனுமானிக்க இயலுகிறதோ அப்படிப்பட்ட மிகக் கீழ்ப்படியிலிருந்த காட்டுமிராண்டிகளும் கூட அந்த இடைநிலை வாசிகளைவிட எவ்வளவோ மேம்பட்டவர்களே. முதல் கருங்கல் மனிதக் கையினால் கத்தியாக உருவாக்கப்படுவதற்கு முன்பு, ஒப்பு நோக்கினால் நாமறிந்த வர

லாற்றுக் காலம் அற்பமாகிவிடுகிற ஒரு காலக்கூறு கடந்து விட்டிருக்கக்கூடும். ஆனால் நிர்ணயமான அடி எடுத்துவைக்கப்பட்டாய்விட்டது, கை சுதந்திரம் பெற்றுவிட்டது; இனிமேற்கொண்டு அது மேலும் மேலும் அதிக நுண்திறத்தைப் பெற முடியும். இவ்வாறு பெறப்பட்ட அதிக நெகிழ்ச்சித்திறமும் வழி வழியாக அடையப்பட்டு, தலைமுறைக்குத் தலைமுறை பெருகிவர முடியும்.

இவ்வாறாக, கை உழைப்பிற்கான உறுப்பு என்பது மட்டுமல்ல, உழைப்பின் விளைபயனும் அதுவே. உழைப்பு, எப்பொழுதும், புதிய செயல்களுக்குப் பொருந்தியவாறு அமைத்துக்கொள்ளல், இவ்விதத்தில் விசேஷ வளர்ச்சி அடைந்த தசைகள், தசை நார்கள், காலத்தின் மிக நீண்ட கூறுகளில், எலும்புகள் இவைகளை வழி வழியாகப் பெறுதல், இவ்வாறு வழி வழியாகப் பெறப்பட்ட நுண்ணயங்களைப் புதிய, மேலும் மேலும் கூடுதலான சிக்கலான செயல்களுக்குத் திரும்பத்திரும்பப் பயன்படுத்தல்—ஆகியன ஒரு ராபேலின் ஓவியங்களையும் ஒரு தோர்வால்ஸ்ஸனின் சிற்பங்களையும், ஒரு பகானீனியின் சங்கீதத்தையும் செப்பிடு வித்தையின் விளைவுபோல முன்கொண்டுவந்து நிறுத்தத்தக்க மகோன்னதத் தேர்ச்சியை மனிதனின் கைக்கு அளித்தன.

ஆனால், கை மட்டும் தனித்து இருக்கவில்லை; அது முழு மொத்தமான, உயர்ந்தபட்ச பல்கூட்டுத் தொகுதியான அங்கஜீவியின் ஓர் உறுப்பாகும். கை என்ன நற்பயனைப் பெற்றதோ அதை அது பணி புரிந்த உடலமைப்பு முழுவதும் பெற்றது; இது இரண்டு வழிகளில் நடந்தேறியது.

முதலாவதாக, வளர்ச்சியின் பரஸ்பரத் தொடர்பு விதி (law of correlation of growth) என டார்வின் அழைத்ததற்கொப்ப உடலமைப்பு அந்த நற்பயனைப் பெற்றது. ஓர் அங்கஜீவியின் தனிப்பட்ட உறுப்புகளின் பிரத்தியேகத் தன்மை வாய்ந்த வடிவங்கள் எப்போதுமே, மேலீடாக அவைகளுடன் தொடர்பற்றதாகத் தெரிகிற இதர உறுப்புகளின் குறிப்பிட்ட வடிவங்களுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன என்று அந்த விதி அறிவிக்கிறது. இவ்வாறாக, ஜீவ அணுக்கருவற்ற சிவப்பு ரத்த அணுக்களையும் முதலெலும்பின் முதல் எலும்புடன்

இரட்டை மூட்டுக்களால் இணைக்கப்பட்ட தலையையும் உள்ள எல்லா மிருகங்களும் எவ்வித விதிவிலக்குமின்றித் தங்களது குட்டிகளுக்குப் பாலூட்டப் பால் சுரப்பிகள் பெற்றிருக்கின்றன. அதைப்போலவே, பாலூட்டும் மிருகங்களின் பிளவுபட்ட குளம்புகள் என்பது அசைபோடுவதற்கான பல் கூறடங்கிய வயிற்றைப் பெற்றிருப்பது என்பதுடன் முறையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சில குறிப்பிட்ட வடிவங்களில் மாற்றங்கள் என்பதில் உடலினுடைய இதர உறுப்புகளின் வடிவங்களில் மாற்றங்கள் என்பன அடங்கியுள்ளன—இந்தத் தொடர்பை நம்மால் விளக்கமுடியவில்லையெனினும் இது உண்மையே. நீலக் கண்களைப் பெற்ற தூய வெள்ளைப் பூனைகள் எப்போதுமே, அல்லது கிட்டத்தட்ட எப்போதுமே செவிடாக உள்ளன. படிப்படியாக மேலும் மேலும் நிறைவு பெற்றுவந்த மனிதக் கையும், இதை ஒத்து ஒரே அளவில் நிமிர்ந்த நடைக்கு உகந்த வகையில் பாதங்கள் பொருந்தி வந்தமையும் சேர்ந்து இந்தப் பரஸ்பரத் தொடர்பு இணைப்பின் காரணமாக அங்கஜீவிகளின் இதர உறுப்புகள் மீது எதிர்ச்செயல் கொண்டன. இருந்த போதிலும் கூட, யதார்த்த உண்மையைப் பொதுப்படையாக அன்றி அதற்கு மேல் அதிகமாகச் சொல்லுவதற்குச் சாத்தியமல்லாத வகையில் போதுமான அளவுக்கு இந்தச் செயற்பாடு பரிசீலிக்கப்படவில்லை.

உடலமைப்பின் இதரப் பகுதிகளின்மீது கையினுடைய வளர்ச்சியின் நேரடியான, எடுத்துக்காட்டத்தக்க செயலாட்சி அதைவிட அதிக முக்கியத்துவம் உடையதாகும். நமது வானர மூதாதையர்கள் சமூக உணர்வு கொண்டவர்களாக இருந்தனர் என்பது ஏற்கனவே கவனத்தில் கொள்ளப்பட்டது; மிருகங்களிலேயே மிக அதிக சமூக உணர்வு கொண்ட மனிதனின் தோற்றத்தைச் சமூக உணர்வில்லாத மிக சமீபத்திய மூதாதையரிடையே தேடுவது சாத்தியமில்லை என்பது தெளிவு. கையின் வளர்ச்சியுடன், உழைப்புடன், இயற்கையின்மீது ஆளுகை கொள்வது தொடங்கியது; ஒவ்வொரு புதிய முன்னேற்றத்தோடும் மனிதனுடைய அறிவெல்லை விரிவாகிவந்தது. இயற்கைப் பொருட்களின் அதுவரை

அறியப்படாமல் இருந்த புதிய பண்புகளைத் தொடர்ந்தாற் போல அவன் கண்டுபிடித்துக் கொண்டிருந்தான். மற்றொரு புறம், பரஸ்பர ஆதரவு, கூட்டுச் செயல் என்பதற்கான வழக்குகளைப் பெருக்கியும், ஒவ்வொரு தனிநபருக்கும் இவ்வித கூட்டுச் செயலின் நல்லாதாயத்தைத் தெளிவுபடுத்தியும் சமூக உறுப்பினர்கள் நெருங்கிக் கூடிவர உழைப்பின் வளர்ச்சி அவசியமாகவே உதவிபுரிந்தது. சுருக்கத்தில், உருவாகிக் கொண்டிருந்த மனிதர்கள், ஒருவருக்கொருவர் சொல்லிக் கொள்வதற்கு ஏதோ ஒன்று உள்ளவர்களாகிற நிலையை எய்தினர். தேவை என்பது ஓர் உறுப்பைச் சிருஷ்டித்தது; மனிதக் குரங்கின் வளர்ச்சியுறாத குரல்வளை மெதுவாக ஆனால் நிச்சயமாகச் சுரபேதத்தின் (modulation) மூலம் இன்னும் கூடுதலான வளர்ச்சிபெற்ற சுரபேதத்தை உற்பத்தி செய்ய மாற்றியமைக்கப்பட்டது; வாயின் உறுப்புகள் படிப்படியாக ஒரு தீர்க்கமான ஒலிக்குப்பின் மற்றொன்றாக உச்சரிக்கக் கற்றுக்கொண்டன.

உழைப்பிலிருந்தும், அதனுடைய மாற்றப்போக்கிலிருந்தும் மொழியின் பிறப்பை விளக்குவது ஒன்றே சாலவும் பொருத்தமுடையது என மிருகங்களுடன் ஒப்பிட்டு நோக்குங்கால் ருசுப்பிக்கப்படுகிறது. மிக அதிகப்பட்டசம் வளர்ச்சி பெற்ற மிருகங்களுக்கும் தங்களுக்குள் பரஸ்பரத் தொடர்பு கொள்ள அவசியமான அந்தச் சிறிய அளவுக்கும் கூடத் தீர்க்கமான பேச்சு தேவைப்படுவதில்லை. இயற்கை நிலையில், அதற்குப் பேசுவதற்கு அல்லது மனிதப் பேச்சைப் புரிவதற்குச் சாத்தியப்படவில்லை என்பதினால் தனக்கு ஏதோ ஒரு தடை இருப்பதான உணர்ச்சி எந்த மிருகத்திற்கும் இல்லை. மனிதனால் பழக்கப்படும்பொழுது இது முற்றாகவே வேறுபடுகிறது. நாயும் குதிரையும், மனிதனுடன் கொண்ட நட்புக் கூட்டு காரணமாக, அவைகளது கருத்து வீச்சின் எல்லைக்குள் எம்மொழியையும் புரிய எளிதாகக் கற்றுக்கொள்ளுகிற அளவுக்குத் தீர்க்கமான பேச்சைக் கூர்ந்து கேட்கக்கூடிய காதுகளை வளர்த்துக்கொண்டுள்ளன. மேலும், அவைகளுக்கு முன்பு அப்பாற்பட்டதாக இருந்த, மனிதனிடமால் அபிமானம், நன்றியுணர்வு முதலான உணர்ச்சிகளைக் கொள்ள

வதற்கான திறனையும் அவை பெற்று உள்ளன. இப்படிப்பட்ட மிருகங்களுடன் அதிகமாகப் பழக வாய்ப்புள்ள ஒரு வன், அனேக வழக்குகளில் அவை இப்பொழுது பேசுவதற்குச் சாத்தியமற்ற தங்களது நிலையை ஒரு குறைபாடாக உணருகின்றன என்ற நம்பிக்கையிலிருந்து எளிதாகத் தப்பிக்க முடியாது; இருந்தாலும், தூரதிருஷ்டவசமாக, இந்தக் குறைபாடு இனி நேர் செய்ய முடிகிற ஒன்றல்ல; ஏனெனில் அவைகளுடைய வாய்த் தொனி உறுப்புகள் ஒரு திட்டமான திசையில் மிகப் பிரத்தியேகத் தன்மை பெற்றுவிட்டன. ஆனாலும், வாய்த் தொனி உறுப்புகள் உள்ளவற்றில், இந்தத் திறமின்மையும் குறிப்பிட்ட வரையறைகளுக்குள் மறைந்துவிடுகிறது. பறவைகளின் குரல்கொடுக்கும் உறுப்புகள் மனிதனுடையவற்றைவிட எவ்வளவு மாறுபட முடியுமோ அவ்வளவு மாறுபட்டிருந்தாலும்கூட, எல்லா விலங்குகளிலும் பறவைகள் மட்டுமே பேசுவதற்குக் கற்றுக்கொள்ள வல்லவை; மிகவும் அருவருக்கத்தக்க குரலைக் கொண்டுள்ள கிளிதான் மிகச் சிறப்பாகப் பேசுகிறது. கிளி என்ன பேசுகிறதோ அதைப் புரிந்துகொள்வதில்லை என்று யாரும் ஆட்சேபிக்க வேண்டாம். மனிதர்களுடன் பேசவும் நட்புறவு கொள்ளவும் இன்பத்திற்காக மட்டும் கிளி ஒரேயடியாய் மணிக்கணக்கில் பேசும்; தொடர்ந்தாற்போலத் தனது சொற் செல்வம் முழுவதையும் திரும்பத் திரும்ப ஒப்பிக்கும் என்பது உண்மையே. ஆனால் அதனுடைய கருத்துக்களின் வீச்சு எல்லைக்குட்பட்டு, தான் சொல்வதைப் புரியவும் கற்றுக் கொள்ள முடியும். வசைச் சொற்களின் பொருளைப் பற்றிய கருத்தைப் பெறத் தக்கவகையில் ஒரு கிளிக்கு அவைகளைச் சொல்லிக் கொடுங்கள் (வெப்ப மண்டலத்திலிருந்து திரும்புகிற மாலுமிகளின் ஓர் இன்பமான பொழுதுபோக்கு இது); பிறகு அதைத் தொந்தரவு செய்யுங்கள்; வசைச் சொற்களை பெர்லினில் உள்ள ஒரு தள்ளுவண்டிப் பழம் விற்பவனைப் போல மிகப் பொருத்தமாக உபயோகிக்க அது தெரிந்திருக்கிறது என்பதைக் கண்டறிவீர்கள். தின்பண்டங்கள் கொடுக்கக் கெஞ்சும் போதும் இது பொருந்துகிறது.

முதலில் உழைப்பு, அதன் பின்னரும், பிறகு அத்துடன்

சேர்ந்தும் பேச்சு — இந்த மிக முக்கியமான இரண்டு தூண்டுகைகளின் செயலாட்சியினால் மனிதக் குரங்கின் மூளை படிப்படியாக மனிதனுடைய மூளையாக மாறியது; இது அதை ஒத்ததாக இருந்தபோதிலும் அதைவிட இன்னும் பெரிதாகவும் இன்னும் நேர்த்தியாகவும் இருந்தது. மூளையின் வளர்ச்சியுடன் கைகோத்துக்கொண்டு அதனுடைய மிக உடனடியான கருவிகளான புலன்களின் வளர்ச்சியும் சென்றது. பேச்சின் படிப்படியான வளர்ச்சியுடன் ஒத்த வகையில் கேட்கும் உறுப்பும் செம்மையடைவது என்பது தவிர்க்க முடியாமல் தொடர்ந்ததைப் போலவே மூளையின் வளர்ச்சி முழுவதையும் தொடர்ந்து எல்லாப் புலன்களும் செம்மையடைந்தன. மனிதனுடையதைவிடப் பருந்தின் கண்கள் மிக தூரமாகப் பார்க்கின்றன; ஆனால் மனிதனுடைய கண்கள் பருந்தினதைவிடக் கணிசமாகவே அதிகமானவற்றைப் பொருட்களில் உய்த்துணருகின்றன. மனிதனதைவிட நாயின் முகரும் உணர்வு மிகக் கூர்மையானதே; ஆனாலும், மனிதனுக்கு வெவ்வேறான பொருட்களைக் குறிக்கிற திட்டமான அறிகுறிகளாக உள்ள வாசனைகளில் நூற்றில் ஒரு பகுதியைக்கூட அதனால் வகைவேறுபாடு காண முடியாது. மனிதக் குரங்கு ஸ்பரிசு உணர்வைக் கரடுமுரடான ஆரம்ப நிலையில் மட்டுமே பெற்றிருக்கும்; மனிதக் கையின் வளர்ச்சியுடன் அக்கம்பக்கமாகவே, அதுவும் உழைப்பின் மூலமாக, வளர்ச்சி பெற்றது.

மூளை, அதன் பணியாட்களான புலன்கள், மேலும் மேலும் தெளிவு பெறும் பகுத்தறிவு, பொதுமைப்படுத்தவும் முடிவு காணவும் உள்ள திறன் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சி, உழைப்பின்மீதும் பேச்சின்மீதும் ஏற்படுத்திய எதிர்ச்செயற்பாடு, உழைப்பு, பேச்சு இவற்றின் கூடுதலான வளர்ச்சிக்குத் திரும்பத் திரும்பத் தூண்டுகைகளை அளித்துவந்தது. மனிதக் குரங்கிலிருந்து வேறுபட்டவகை மனிதன் இறுதியாக மாறியவுடன் இந்த வளர்ச்சி முற்றுப் பெற்றுவிடவில்லை; ஆனால் ஒட்டுமொத்தத்தில் கூடுதலான வலுமிக்க முன்னேற்றத்தைப் பெற்றது; இது வெவ்வேறு காலங்களில் வெவ்வேறு மக்களிடையே அளவிலும் திசையிலும் மாறுபடவும்;

அங்குமிங்கும் ஸ்தல அல்லது தாற்காலிகப் பின்னேற்றத்தால் இடைமறிக்கப்படவும் செய்தது. இந்தக் கூடுதலான அபிவிருத்தி, முழுவளர்ச்சி பெற்ற மனிதன் தோன்றியவுடன் செயலுக்கு வந்த புதியதோர் ஆக்கக்கூறான சமூகம் என்பதினால், ஒரு புறத்தில், வலுவடன் முன்னேக்கி உந்தப்படவும் மறுபுறம் இன்னும் திட்டமான திசைகளில் வழி நடத்தப்படவும் செய்தது.

மரமேறிகளான குரங்குகளின் கூட்டத்திலிருந்து மனித சமூகம் தோன்றுவதற்குள் லட்சக் கணக்கான ஆண்டுகள்— மனிதனுடைய ஆயுளில் ஒரு வினாடிக்கு இருப்பதைவிட அதிக முக்கியத்துவம் இதற்குப் பூமியின் வரலாற்றில் ஏதும் இல்லை*—நிச்சயமாகவே கடந்துசென்றன. ஆனால், இறுதியாக அது தோன்றத்தான் செய்தது. குரங்குகளின் ஒரு கூட்டத்திற்கும் மனித சமூகத்திற்கும் இயல்புரீதியான வேறுபாடாகத் திரும்பவும் நாம் எதைக் காண்கிறோம்? உழைப்பு, பூகோளச் சூழ்நிலைகளால் அல்லது அண்டையிலுள்ள மந்தைகளின் எதிர்ப்பால் வரையறை செய்யப்பட்ட தீனிப் பிரதேசத்திற்குள் இரை தேடிக் கொண்டிருப்பதுடன் ஒரு மனிதக் குரங்குக் கூட்டம் திருப்தியடைந்தது; புதிய தீனிப் பிரதேசங்களைப் பெறுவதற்காக அது குடிபெயர்ச்சிகளை அல்லது போராட்டங்களை மேற்கொண்டது; தனது கழிவுப் பொருளைக் கொண்டு அப்பிரதேசங்களுக்குத் தன்னுணர்வின்றி உரமளித்ததைத் தவிர்த்து, அவை இயற்கை நிலையில் அளித்ததற்கு மேலாக வலிந்தெடுக்க அது திறனற்றிருந்தது. எல்லாத் தகுந்த தீனி நிலங்களும் வியாபிக்கப்பட்டவுடன் மனிதக் குரங்குகளின் மொத்த தொகையில் பெருக்கம் ஏற்படவில்லை; அதிகப் பட்சம் அவைகளின் எண்ணிக்கை ஒரே நிலையில் தங்கிவிட்டது. ஆனால், எல்லா மிருகங்களும் பெருமளவு உணவை விரயம் செய்கின்றன; அத்துடன் கூடுதலாக,

* தாவரங்களும் மிருகங்களும் வாழ்வதற்கு உகந்த வகையில் போதுமான அளவுக்குப் பூமி குளிர்ச்சியடையப் பத்து கோடி ஆண்டுகளுக்கும் சிறிது அதிகமாகவே கடந்தன என்று இவ்வகையில் நிபுணரான ஸர் வில்லியம் தாம்ஸன் என்பவர் கணக்கிட்டுள்ளார். [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

மனிதன்! 2021 பிப்ரவரி 26 சாரா...

உணவின் அடுத்த தலை முறையை முனையிலேயே அழித்துவிடுகின்றன. வேட்டைக்காரனைப் போலன்றி, ஓநாய் தனக்கு அடுத்த ஆண்டிற்குக் குட்டிகளை உணவாக அளிக்கும் பெண் மாளை விட்டுவைப்பதில்லை; முழுவளர்ச்சிபெறுவதற்கு முன்னரே இளம் புதர்களைத் தின்றவிடுகிற கிரேக்க நாட்டு வெள்ளாடுகள் நாட்டிலுள்ள எல்லா மலைகளையும் பசுமையின்றி வெறிச்சோட வைத்தன. மிருகங்களின் இந்தச் "சூறையாடும் பொருளாதாரம்", இனவகைகள் தங்களது வழக்கமான உணவைக் கைவிட்டு இதர வகைக்கு ஏற்றவாறு தங்களை அமைத்துக்கொள்ள நிர்ப்பந்தித்து, அவை படிப்படியாக நிலைமாறுதல் அடைவதில் முக்கியப் பாத்திரம் வகிக்கிறது; இதன் புண்ணியத்தால் அவைகளின் ரத்தம் ஒரு வேறுபட்ட இரசாயன ஆக்கத்தைப் பெறவும், உடலமைப்பு படிப்படியாக வேறுபடவும் செய்கிறது; அதே பொழுதில், தங்களைத் திருத்தியமைத்துக்கொள்ளாத இனவகைகள் சிறுகச் சிறுக இறந்துவிடுகின்றன. நமது மூதாதையர்கள் மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறியதில் இந்தச் சூறையாடும் பொருளாதாரம் பெரும் அளவில் நற்பங்காற்றியுள்ளது என்பதில் யாதோர் ஐயமும் இல்லை. மனிதக் குரங்குகளில் புத்தி கூர்மையிலும், சூழ்நிலைமைகளுக்குப் பொருந்தியவாறு அமைத்துக் கொள்வதிலும் மற்றெல்லாவற்றையும்விட மேலோங்கி நின்ற ஓர் இனத்தில், இந்தச் சூறையாடும் பொருளாதாரம் உணவாக உபயோகிக்கப்பட்ட செடிகளின் எண்ணிக்கையைத் தொடர்ந்து பெருக்குவதற்கும், உணவு வகைச் செடிகளின் உண்ணத் தக்க பகுதிகளை மேலும் மேலும் கூடுதலாக உண்ணப்படுவதற்கும் இட்டுச் சென்றது. சுருக்கத்தில், உணவு மேலும் மேலும் பல்வகையதாயிற்று; உடலுக்குள் செல்லும் பொருட் சத்துகளின் வகையும் அவ்வாறே யாயிற்று; இந்தப் பொருட் சத்துக்களே மனிதனாக மாறுவதற்கான இரசாயன ஆதாரப்படிங்களாகும். ஆனால் அவை அத்தனை சேர்ந்தம்கூட இன்னும் உழைப்பு என்ற சொல்லுக்குப் பொருத்தமான பொருளைப் பெற்றுவிடவில்லை. உழைப்புக் கருவிகளைச் செய்வதிலிருந்தே உழைப்பு ஆரம்பமாகிறது. நாம் காண்கிற மிகப் புராதனமான உழைப்புக்

உழைப்புக் கருவிகளை மேலும் மேலும் அழித்து சிறிது பின்புறம்.

கருவிகள்—இன்றுகண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள, வரலாற்றுக்காலத்திற்கு முற்பட்ட மனிதனின் வழிவழியாக வந்த உடைமைகளைக் கொண்டும், வரலாற்றுக் காலத்தின் ஆரம்ப மக்களுடைய வும் மிக மிக முதிர்ச்சியற்ற தற்காலத்துக் காட்டுமிராண்டிகளுடையவும் வாழ்க்கைப் பாங்கைக் கொண்டும் நிர்ணயிப்பதெனில் மிகப் புராதன உழைப்புக் கருவிகள் தான் என்ன? வேட்டையாடுவதற்கும் மீன்பிடிப்பதற்குமான அக்கருவிகளில் முன்சொன்னவை அதே சமயத்தில் ஆயுதங்களாகவும் பயன்பட்டன. வேட்டையாடுதல், மீன்பிடித்தல் என்றால் தாவர உணவை மட்டும் உட்கொள்வது என்பது மாறி அத்துடன் இறைச்சியையும் உபயோகிக்கிற நிலை ஏற்பட்டது என்று பொருள்; மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலை மாற்றப்போக்கில் இது மற்றொரு முக்கியமான படியாகும். அங்கஜீவியின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்குத் தேவையான எல்லா முக்கியமான ஆக்கக்கூறுகளும் ஏறக்குறையப் பக்குவப்பட்ட நிலையில் இறைச்சி உணவில் உள்ளன. ஜீரணத்திற்கு ஆகும் நேரத்தைக் குறைத்ததின் மூலமாக அது தாவர வாழ்விற்கு ஒத்த, உடலின் தாவரத்தன்மை சார்ந்த இதர மாற்றப்போக்குகளையும் குறைத்தது; இவ்வாறு மிருக வாழ்வு என்பது செயல்திறனுடன் வெளிப்பட்டுச் செயல்படுவதற்குக் கூடுதலான நேரம், பொருள், விருப்பம் ஆகியவற்றை அது பெற்றுக் கொடுத்தது. உருவாகிவந்த மனிதன் தாவர இனத்திலிருந்து விலகிச் சென்ற அளவுக்கு அவன் மிருகத்தைவிட மேல் நிலைக்கு உயர்ந்தான். இறைச்சியுடனேயே அக்கம்பக்கமாக ஏற்பட்ட தாவர உணவின் பழக்கம் காட்டுப் பூனை, காட்டு நாய் ஆகியவற்றை மனிதனுக்கு ஊழியர்களாக மாற்றியதைப் போலவே தாவர உணவிற்கு அக்கம்பக்கமாக இறைச்சி உணவையும் பொருந்த அமைத்துக் கொண்டது, உருப் பெற்று வந்த மனிதன் உடல் வலுவையும் சுதந்திரத்தையும் பெறுவதில் நற்பங்காற்றியது. ஆயினும், இறைச்சி உணவு மிக அதிகப்பட்சம் மூளைக்கே திற்பூனை விளைவித்தது; அதனுடைய ஊட்டத்திற்கும் வளர்ச்சிக்கும் தேவையான பொருள்களை இப்பொழுது இன்னும் செழுமையாக அது பெற்றது; எனவே, தலை

முறைக்குத் தலைமுறை கூடுதலான விரைவுடனும் நேர்த்தியுடனும் அபிவிருத்தியடைய அதற்குச் சாத்தியமாயிற்று. தாவர உணவு உண்போருக்கு முழு மதிப்புக் கொடுத்த போதிலும் சொல்ல வேண்டியதென்னவெனில் இறைச்சி உணவின் மனிதன் வாழ்நிலை பெற்றுவிடவில்லை. இறைச்சி உணவினால், ஏதோ ஒரு காலத்தில், நாமறிந்த சகல மக்கள் இனங்களிலுமே, நரமாமிசப் பட்சினியாக மாற அது இட்டுச் சென்றது எனினும் (பெர்லின்வாசிகளின் மூதாதையர்களான வெலெடாபியன்கள், வில்ட்ஸியன்கள் ஆகியோர் பத்தாவது நூற்றாண்டு வரைக்கும் தங்களது பெற்றோரை உண்பதை வழக்கமாகப் பெற்றிருந்தனர்)¹¹⁶ அது இன்று நமக்கு முக்கியமல்ல.

இறைச்சி உணவு நிர்ணயமான முக்கியத்துவம் உடைய இரண்டு புதிய முன்னேற்றங்களுக்கு இட்டுச் சென்றது— நெருப்பைப் பயன்படுத்தல், மிருகங்களைப் பழக்குதல். முதலாவது அரை ஜீரண நிலையில் உணவை வாய்க்கு வழங்கியதால் ஜீரண மாற்றப்போக்கை மேலும் சுருக்கியது; இரண்டாவது வேட்டையாடுவதோடு கூட இறைச்சி இன்னும் அபரிமிதமாகவும் ஒழுங்காகவும் கிடைப்பதற்கான புதியதொரு தோற்றுவாயைத் திறந்துவிட்டது; மேலும், பாலிலும் அதைச் சேர்ந்த பொருட்களிலும் ஊட்டத்தில் இறைச்சிக்குக் குறைந்த பட்சம் சமமான மதிப்புள்ள புதியதோர் உணவுப் பண்டத்தை அளித்தது. இவ்வாறு இவ்விரண்டு முன்னேற்றங்களும் மனிதனுடைய விருதங்களுக்கு புதிய சாதனங்களாக விளங்கின. மனிதனுடையவும் சமூகத்தினுடையவும் அபிவிருத்திக்கு அவை மகத்தான முக்கியத்துவம் உடையனவாக இருந்தாலும் அவைகளின் மறைமுக விளைவுகளைப் பற்றி இங்கு நாம் விரித்துக் கூறினால் அது நம்மை வேறு புறம் வெகு தூரம் இட்டுச் சென்றுவிடும்.

உண்ணத்தக்கவற்றை எல்லாம் உண்ணக் கற்றுக்கொண்டதைப் போலவே மனிதன் எந்த சீதோஷ்ணநிலையில் வாழவும் கற்றுக்கொண்டான். குடியிருக்கத்தக்க உலகம் முழுவதையும் அவன் வியாபித்தான்; தனது சொந்தப் போக்கில் அதை முழுமையாகச் சாதித்த ஒரே மிருகம் அவனே. எல்லா

சீதோஷ்ண நிலைகளுக்கும் தங்களைப் பழக்கப்படுத்திக்கொண்ட இதர மிருகங்கள்—வீட்டுப் பிராணிகளும்] பூச்சி இனங்களும்—தங்களது சொந்தப் போக்கில் சுயேச்சையாக அவ்வாறு மாறவில்லை; மனிதனுடைய அடிச்சுவட்டைப் பின்பற்றிச் சென்றே அவ்வாறு மாறின. ஒரே மாதிரியான வெப்ப சீதோஷ்ண நிலை நிலவிய தனது அசல் குடியிருப்புப் பிரதேசத்திலிருந்து மனிதன் வேனிற்காலம், பனிக்காலம் என வருடம் இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள குளிர் பிரதேசங்களுக்குப் பெயர்ந்து சென்றதானது புதிய தேவைகளை—குளிரையும் ஈரத்தையும் எதிர்த்துக் காப்பாகப் புகலிடமும் உடுப்பும் என்பதாக—சிருஷ்டித்தது; இதனால் உழைப்புக்கான புதிய துறைகளும் செயலுக்கான புதிய வடிவங்களும் தோன்றின; இவை மேலும் மேலும் மனிதனை மிருகத்திலிருந்து வேறுபடுத்தின. கீழ்க்கண்டிருக்கின்றன.

கைகள், பேச்சு உறுப்புகள், மூளை இவற்றினுடைய ஒருங்கிணைப்பான வினைப்பாட்டினால்—ஒவ்வொரு தனி மனிதனிடத்தில் மட்டுமின்றிச் சமூகத்திலும் கூட—மனிதர்கள் மேலும் மேலும் சிக்கல் மிகுந்த காரியங்களை நிறைவேற்றத்திறன் பெற்றனர்; மேலும் மேலும் உயர்ந்த குறிக்கோள்களைத் தங்களுக்கு நிர்ணயித்துக்கொள்வதும் அவற்றை அடைவதும் அவர்களுக்குச் சாத்தியமாயிற்று. ஒவ்வொரு தலைமுறையின் வேலையும் கூட வித்தியாசப்பட்டது; கூடுதலான செய்நேர்த்தியும், பல்வகைத் தன்மையும் அது பெற்றது. வேட்டையாடுவது, கால்நடைகளை வளர்ப்பது என்பதுடன் விவசாயமும் சேர்ந்தது; அதைத் தொடர்ந்து நூற்பு, நெசவு வேலைகளும், உலோக வேலைகள், மண்பாண்டங்கள் செய்தல், கடற்பயணம் ஆகியனவும் வந்தன. வாணிபம், தொழில் இவற்றுடன் இறுதியாகக் கலைகளும் விஞ்ஞானமும் தோன்றின. குலங்கள் தேசங்களாகவும் அரசுகளாகவும் வளர்ந்தன. சட்டமும் அரசியலும், அவற்றோடு மனிதனுடைய உள்ளத்தில் மனித விவகாரங்களின் அந்த வினோதமான பிரதிபிம்பமான மதமும் எழுந்தன. உள்ளத்தின் விளைபொருள்களாக முதலாவதாகத் தோற்றமளித்தவையும் மனித சமூகங்களில் மேலாதிக்கம் செலுத்தியவை

யுமான இந்த எல்லாப் பிம்பங்களுக்கும் எதிராக உழைக்கும் கையின் மிகையான தன்னடக்கம் உள்ள விளைபொருள்கள் பின்னணிக்கு வாபஸ் வாங்கின; சமுதாய வளர்ச்சியின் மிக ஆரம்ப கட்டத்திலேயே (உதாரணமாக, புராதனக் குடும்பத்திலேயே) உழைப்புக்குத் திட்டம் வகுத்த உள்ளம் தன்னுடையதன்றி இதர கைகளால் அவ்வாறு திட்டமிடப்பட்ட உழைப்பை நிறைவேற்றவும் சாத்தியமாக்கியதால் அது இன்னும் கூடுதலாகவே நிகழ்ந்தது. நாகரீகத்தினுடைய துரித வளர்ச்சியின் பெருமை முழுவதும் உள்ளத்திற்கே, மூளையின் வளர்ச்சிக்கும் செயலுக்குமே வழங்கப்பட்டது. (எவ்வாறாயினும் உள்ளத்தில் புலன் நுகர்ச்சி செய்யப்பட்டு, அதில் பிரதிபலிக்கிற) தங்களுடைய தேவைகளிலிருந்தன்றிக் கருத்துகளிலிருந்தே எழுகின்றன என்று தங்களுடைய செயல்களை விளக்க மனிதர்கள் வழக்கப்படுத்திக்கொண்டனர்; எனவே கால அடைவில், விசேஷமாகப் பண்டைய உலகின் வீழ்ச்சிக்குப் பிறகு மனிதர்களின் மனதில் மேலாதிக்கம் செலுத்திய ஒரு கருத்துமுதல்வாத உலகக் கண்ணோட்டம் எழுந்தது. டார்வீனியக் கருத்தோட்டத்தைச் சேர்ந்த மிகப் பொருள்முதல்வாத இயற்கையியல்வாதிகள் கூட மனிதனுடைய ஆரம்ப பிறப்பைக் குறித்து ஒரு தெளிவான கருத்தை இன்னும் கூடப் பெற இயலாத அளவுக்கு அது இன்னும் மனிதர்களை ஆளுகை செய்து வருகிறது; ஏனெனில், அதனுடைய கருத்தியல் செல்வாக்கின் கீழ்ப்பட்டுள்ள அவர்கள் அதில் உழைப்பு ஆற்றியுள்ள பங்கை அங்கீகரிப்பதில்லை.

ஏற்கனவே சுட்டிக்காட்டியதுபோல மிருகங்கள் தங்களது செயல்களால்—மனிதனைப் போலவே ஆனால் அந்த அளவுக்கு இல்லாமல் இருந்தாலும்—சுற்றுச்சார்புகளை மாற்றுகின்றன; இந்த மாற்றங்கள், தங்களது முறைக்கு, அவற்றை நிகழ்த்தியவர்களின்மீது எதிர்ச்செயல் புரிந்து, அவர்களை மாற்றுகின்றன என்பதையும் கண்டோம். இயற்கையில் எதுவுமே தனிமைப்பட்ட நிலையில் நிகழ்வதில்லை. ஒவ்வொன்றும் மற்ற ஒவ்வொன்றையும் பாதிக்கிறது, பாதிக்கப்படவும் செய்கிறது; பெரும்பாலான வழக்குகளில் இந்தப் பல தரப்பட்ட இயக்கமும் பரஸ்பரச் செயற்பாடும் மறக்கப்படுவதால்

மட்டுமே நமது இயற்கையியல்வாதிகள் மிக எளிய விஷயங்களிலும் கூட ஒரு தெளிவான உட்பார்வை பெறுவதின்றும் தடுக்கப்படுகின்றனர். கிரேக்க நாட்டில் காடுகள் புனர்ஜன்மமெடுப்பதின்றும் வெள்ளாடுகளால் எவ்வாறு தடுக்கப்பட்டன என்பதைக் கண்டோம்; ஸெயின்ட் ஹெலிஸ் தீவில், ஆரம்பத்தில் குடியேறியவர்களால் கொண்டு வரப்பட்ட வெள்ளாடுகளும் பன்றிகளும் ஏறக்குறையப் பூரணமாகவே அங்கிருந்த பழைய செடிகொடியினத்தையே ஒழித்துவிடுவதில் வெற்றி கண்டு, பின்னால் வந்த மாலுமிகள், குடியேறியவர்கள் இவர்களால் கொணரப்பட்ட செடிகள் பரவுவதற்கு இவ்வாறு வழி வகுத்தன. ஆனால் மிருகங்கள் சுற்றுச்சார்புகள்மீது எவ்வித உட்கருத்தின்றி, அவைகளைப் பொறுத்தவரை தற்செயலாகவும் நிரந்தரமான பாதிப்பை நிகழ்த்துகின்றன. ஆனால் மனிதர்கள் மிருகங்களிடமிருந்து விலகிச் செல்கிற அளவுக்கு இயற்கையின்மீது அவர்களின் பாதிப்பு, முன்கூட்டியே நிர்ணயித்த திட்டமான குறிக்கோள்களை நோக்கிய திசைமுகம் கொண்ட, முன்னரே சிந்தித்துத் திட்டமிட்ட செயலின் இயல்பை மேலும் மேலும் கொள்கிறது. அவை என்ன செய்கின்றன என்பதை உணராமலேயே மிருகங்கள் ஓர் இடத்தில் உள்ள செடி கொடியினத்தை அழிக்கின்றன. மனிதன் அதை அழிப்பது அவ்வாறு செய்வதினால் விடுபடுகிற நிலத்தில் வேளாண்மைப் பயிரை விதைக்க அல்லது மரங்களை அல்லது திராட்சைக் கொடிகளை நடுவதற்காகவேயாம்; விதைப்பதைப்போலப் பல மடங்கை அவை அளிக்கின்றன என்பதை அவன் அறிவான். உபயோககரமான செடிகளையும் வீட்டுப் பிராணிகளையும் ஒரு நாட்டிலிருந்து மற்றொரு நாட்டிற்கு அவன் மாற்றி, கண்டங்கள் அனைத்தின் மாவடை, மரவடை வகைகளையே இவ்வாறு மாற்றிவிடுகிறான். இதைவிட இன்னும் அதிகமாக. செயற்கை இனப் பெருக்கத்தின் மூலம் செடிகளும், மிருகங்களும் மனிதனுடைய கையினால் அடையாளம் தெரியாத அளவுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. நமது தாவிய வகைகள் எந்தக் காட்டுச் செடிகளிலிருந்து ஜனித்தனவோ அவை பயனற்ற வகையில் இன்னும் கூடத்தேடப்பட்டு வருகின்றன. மிக வித்தியாசப்பட்ட வளர்ப்

பினங்களைச் சேர்ந்த நமது நாய்கள் அல்லது இவற்றிற்குச் சமமான எண்ணிக்கையுள்ள வளர்ப்பினங்களைச் சேர்ந்த குதிரைகள் எந்தக் காட்டு மிருகங்களின் வழிமரபாக வந்தன என்பதைக் குறித்து இன்னும் சர்ச்சை உள்ளது.

முன்கூட்டியே சிந்தித்த, திட்டமிட்ட பாணியில் செயல்பட மிருகங்களுக்கு உள்ள ஆற்றலைக் குறித்து சர்ச்சை புரிய நமக்கு மனதிற்படாது என்பதைச் சொல்ல வேண்டியதில்லை. இதற்கு எதிர்மாறாக, எங்கெங்கு புரோடோபிளாஸம், உயிருள்ள அல்புமென் நிலைவாழ்ந்து எதிர்ச்செயல் புரிகிறதோ, அதர்வது, திட்டமான புறநிலைத் தூண்டுகைகளின் விளைவாக மிகச் சாதாரணமானவையாக இருந்தாலும் திட்டமான சலனங்களை உண்டாக்கி நிறைவேற்றுகின்றதோ அங்கெல்லாம் கரு உருவத்தில் திட்டமிட்ட செயல்பாணி நிலைவாழ்கிறது. ஒரு நரம்பு அணு இருக்கிறதா என்பது ஒரு புறமிருக்க ஓர் அணு கூட இன்னும் இல்லாத இடத்தில் கூட இவ்வாறான எதிர்ச்செயல் நிகழ்கிறது. பூச்சிகளை உண்ணும் செடிகள் உளவிழிப்பின்றிச் செய்தாலும்கூட, தங்களுடைய இரையைப் பிடிக்கும் பாணியில் திட்டமிட்ட செயலின் ஏதோ ஒன்று இருக்கிறது. மிருகங்களில் உளவிழிப்புள்ள திட்டமிட்ட செயலுக்கான திறன் என்பது அவைகளின் நரம்பு மண்டல அபிவிருத்தியுடன் தகவுப் பொருத்தம் உடையதாகும்; பாலூட்டிகளில் அது இன்னும் கணிசமான உயர் மட்டத்தை அடைகிறது. இங்கிலாந்தில் நரி வேட்டையின்போது தன்னைத் துரத்துகிறவர்களிடமிருந்து தப்பிக்க ஸ்தலத்தைப் பற்றிய தனது சிறந்த அறிவை நரி எவ்வாறு ஒரு பிழையுமின்றி உபயோகிக்கிறது என்பதையும், மோப்பத்தை இழக்கும்படிச் செய்ய நிலத்தில் உள்ள எல்லாச் சாதகமான அம்சங்களையும் அது எவ்வளவு நன்கு உணர்ந்து பயன்படுத்துகிறது என்பதையும் ஒருவன் தினசரி கவனிக்க முடியும். மனிதனுடன் உறவு பூண்டதின் புண்ணியத்தால் மிக ஓங்கிய வளர்ச்சி பெற்ற வீட்டுப் பிராணிகளிடையே குழந்தைகளுக்குச் சரி ஈடாக உள்ள சூழ்ச்சித் திறமுள்ள செயல்களை ஒருவன் இடைவிடாமல் கவனிக்க முடியும். தாயின் கர்ப்பத்தில் உள்ள மனிதக் கருவின் வளர்ச்சி வரலாறு பல பத்துலட்சம்

ஆண்டுகளாக நடந்தேறிய நமது மிருக மூதாதையர்களின் புழுவிருந்து தொடங்கிய உடல் பரிணாமத்தின் சுருங்கிய புனர் நிகழ்வேயாம்; இதைப்போலவே மனிதக் குழந்தையின் உள வளர்ச்சி அதே மூதாதையர்களின், குறைந்த பட்சம் பிற்காலத்தவருடைய, அறிவுத்துறை வளர்ச்சியின் இன்னும் கூடுதலான சுருங்கிய புனர் நிகழ்வு மட்டுமேயாகும். ஆனால் எல்லா மிருகங்களின் எல்லாத் திட்டமிட்ட செயல்கள் சேர்ந்தாலும் பூமியின்மீது அவைகளுடைய மனோசித்தத்தின் முத்திரையை இடுவதில் அவை வெற்றிபெறவில்லை. அது மனிதனுக்கே விடப்பட்டது.

சுருக்கத்தில், ஒரு மிருகம் தனது சுற்றுச்சார்பைச் சும்மாப் பயன்படுத்த மட்டுமே செய்கிறது; தனது வெறும் இருத்தலால் மட்டும் இதில் மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது; மனிதன் தனது மாற்றங்களால் தனது குறிக்கோள்களுக்கு அதை ஊழியம் புரியச் செய்கிறான், அதற்கு எஜமானனாகிறான். மனிதனுக்கும் இதர மிருகங்கள் அனைவற்றிற்கும் உள்ள இறுதியான, சாராம்சமான வித்தியாசம் இதுவே; இந்த வித்தியாசத்தை நிகழ்த்துவது உழைப்பே என்பதை மீண்டும் ஒரு தடவை குறிப்பிடவேண்டும்.*

இருந்தபோதிலும், இயற்கையின்மீது நமது மானுட வெற்றிகளை வைத்துக்கொண்டு நம்மை நாம் அளவு கடந்து தற்புகழ்ச்சி செய்துகொள்ள வேண்டியதில்லை. ஏனெனில் இப்படிப்பட்ட வெற்றி ஒவ்வொன்றுக்கும் இயற்கை நம்மைப் பழி வாங்குகிறது. ஒவ்வொரு வெற்றியும் முதலாவதாக நாம் எதிர்பார்க்கிற விளைவுகளை நிகழ்த்துகிறது என்பது உண்மையேயாயினும் இரண்டாவது, மூன்றாவது நிலைகளாக நாம் எதிர்பார்க்காத, முற்றிலும் வேறுபட்ட பலன்களையும் அளிக்கிறது; இவை பல தடவைகளிலும் முதலில் சொன்னதை ரத்து செய்துவிடுகின்றன. மெலொபொடேமியா, கிரீஸ், ஆசியா மைனர், இன்னும் இதர இடங்களிலும் சாகுபடி நிலங்களைப் பெறுவதற்காகக் காடுகளை அழித்த மக்கள் காடுகளை அழித்

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் ஒரு பென்சில் குறிப்பு: "மேன்மைப்படுத்தல்".—(ப-ர்.)

ததுடன் கூடவே நீர்த் தேக்கங்களையும், அது ஒருங்கு சேரும் இடங்களையும், ஒழித்ததினால் அவர்கள் அந்த நாடுகளின் தற்போதைய திக்கற்ற நிலைக்கு அடிகோலியதாகக் கனவும் கூடக் காணவில்லை.¹¹⁷ ஆல்ப்ஸ் மலைகளில் குடியுள்ள இத்தாலியர்கள் வடபுறச் சரிவுகளில் அவ்வளவு பரிவுடன் பேணிக் காக்கப்பட்ட பைன் மரக்காடுகளைத் தென்புறச் சரிவுகளில் பூரணமாக வெட்டிப் பயன்படுத்திவிட்டபொழுது அவ்விதம் செய்ததின்மூலம் அப்பிரதேசத்துப் பால்பண்ணைத் தொழிலின் அடிவேர்களையே வெட்டிவிட்டதின் சூசகத்தையும் கூடக் காணவில்லை; அதன்மூலம் வருடத்தின் பெரும் பகுதியில் மலைச் சனைகளுக்குத் தண்ணீர் இல்லாமல் செய்துவிட்டதைப் பற்றியும், மழைக்காலங்களில் கூடுதலான வெள்ளப் பெருக்குடன் அவை சமவெளிகளில் பாய்வதற்கு வகை செய்யப்பட்டது என்பதைப் பற்றியுமோ அந்த அளவு சூசகமும் கூடக் காணவில்லை. ஐரோப்பாவில் உருளைக் கிழங்கை யார் பரவ வைத்தனரோ அவர்கள் அந்த மாச் சத்துள்ள கிழங்குகளுடன் அதே சமயத்தில் கண்டமாலை என்ற வியாதியையும் கூடப் பரப்ப ஏதுவாயினர் என்பதை அவர்கள் அறியவில்லை. இவ்வாறாக, அயல்நாட்டு மக்கள்மீது வெற்றி வாகை சூடிய வளைப்போல, இயற்கைக்குப் புறத்தில் நிற்கும் ஒருவளைப்போல, இயற்கையின்மீது எவ்விதத்திலும் நாம் ஆளுகை புரியவில்லை என்பதும், அதற்குப் பதிலாக நமது சதை, ரத்தம், மூளை இவற்றுடன் இயற்கையோடு சேர்ந்தவர்கள் நாம், அதன் நடுவில் நிலைவாழ்கிறோம் என்பதும், இயற்கையின் நியதிகளைக் கற்றுக்கொண்டு அவற்றைப் பொருந்தியவாறு அனுஷ்டிப்பதில் இதர எல்லாப் பிராணிகளைக் காட்டிலும் நமக்கு அனுகூலம் உள்ளது என்பதிலேயே அதன்மீது நமது ஆளுகை அடங்கியுள்ளது என்பதும் ஒவ்வொரு படியிலும் நமக்கு நினைவுட்டப்படுகிறது.

உள்ளபடியாகவே, கடந்துபோகும் ஒவ்வொரு நாளும் நாம் இந்த நியதிகளை மேலும் நன்கு புரிந்துகொண்டும், இயற்கையின் பரம்பரையான செல்வழியில் நாம் குறுக்கிடும் போது உண்டாகும் உடனடி விளைவுகளையும் எதிர்காலத்தில் நிகழும் விளைவுகளையும் புலனாக்கிக்கொண்டும் வருகிறோம்.

குறிப்பாக, இந்த நூற்றாண்டில் இயற்கை விஞ்ஞானங்களில் ஏற்பட்டுள்ள மகத்தான முன்னேற்றங்களுக்குப் பிறகு குறைந்த பட்சம் நமது தினசரி உற்பத்திச் செயல்களின் இயற்கையான எதிர்கால விளைவுகளையும் கூட உணரவும், எனவே அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தவும் கூடிய நிலையில் எப்பொழுதையும்விட இன்றுள்ளோம். இது முன்னேற்றம் அடைய அடைய மனிதர்கள் இயற்கையுடன் தங்களுக்குள்ள ஒருமைப்பாட்டை மேலும் மேலும் உணரவது மட்டுமின்றி அறிவதுடன் கூட, ஐரோப்பாவில் பண்டைய கிரேக்க-லத்தீன் நாகரிகம் க்ஷணமடைந்த பிறகு தோன்றி கிறிஸ்துவ மதத்தில் மிக அதிக நுட்பம் பெற்ற, மனது-பொருள் என்பதையும், மனிதன்-இயற்கை என்பதையும், உடல்-ஆத்மா என்பதையும் வேறுபடுத்தி எதிர்நிலைப்படுத்துகிற பொருளற்ற, இயற்கைக்கு முரணான கருத்து மேலும் மேலும் சாத்திய மில்லாமல் போகும்.

உற்பத்தித் துறையில் நமது செயல்களின் கூடுதலான தொலைவிலுள்ள இயற்கையான பலன்களை எவ்வாறு கணக்கிடுவது என்பதில் ஒரு சிறிதைக் கற்றுக்கொள்ள நமக்குப் பல்லாயிரமாண்டுகள் உழைப்பு தேவைப்பட்டது; ஆனால், இந்தச் செயல்களின் கூடுதலான தொலைவிலுள்ள சமுதாயரீதியான பலன்களைப் பற்றியது இன்னும் அதிகக் கடினமுள்ளதாக இருக்கிறது. உருளைக் கிழங்கைப் பற்றியும் அதன் பலனாக விளைந்து பரவிய கண்டமாலை வியாதியைப் பற்றியும் மேலே சொன்னோம். ஆனால், உருளைக் கிழங்கு உணவுடன் தொழிலாளிகள் கட்டுப்பட்டுப் போனதால் பல நாடுகளில் பாமர மக்கட் பகுதிகள் அனைத்தின் வாழ்க்கை நிலைமைகளில் நிகழ்ந்த விளைவுகளுடன் ஒப்பிட்டு நோக்கினாலும் அல்லது உருளைக் கிழங்கு ஒன்றை மட்டுமே அல்லது கிட்டத்தட்ட அதை மட்டுமே உணவாகக் கொண்ட ஐரிஷ் மக்களில் பத்து லட்சம் பேரைப் புதை குழிக்கு அனுப்பியும், அத்துடன் இருபது லட்சம் பேரைக் கடல் கடந்து குடிபெயரவும் செய்து, 1847ன் உருளைக் கிழங்கு நோய் நிகழ்த்திய பஞ்சத்துடன் ஒப்பு நோக்கினாலும் கண்டமாலை என்பது எந்த மூலைக்கு? லாகிரிப் பானங்களை வடிக்க அராபியர்கள் கற்றுக்

கொண்ட போது அவ்விதம் செய்ததின்மூலம் அவர்கள் அப்பொழுது இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படாமல் இருந்த அமெரிக்கக் கண்டத்தின் பூர்வீகக் குடிகளைக் களைந்தெறிவதற்கான பிரதான கருவிகளில் ஒன்றைச் சிருஷ்டித்துக் கொண்டிருப்பதாக அவர்கள் மூளையில் கிஞ்சிற்றும் தோன்றவில்லை. அதன் பின்னர் அந்த அமெரிக்காவை கொலம்பஸ் கண்டுபிடித்த பொழுது, அவ்வாறு செய்ததின்மூலம் ஐரோப்பாவில் என்றோ ஒழிக்கப்பட்டுப்போன அடிமைத்தனத்துக்குப் புத்துயிரளிப்பதாகவும், நீக்ரோ அடிமை வர்த்தகத்திற்கு அடிகோலுவதாகவும் அவர் அறியவே இல்லை. பதினேழாவது, பதினெட்டாவது நூற்றாண்டுகளில் நீராவி எஞ்சினைச் சிருஷ்டிக்க உழைத்த மனிதர்களுக்கு, உலகம் முழுவதிலும் வேறு எதைக் காட்டிலும் சமூக உறவுகளைப் புரட்சிகரமானதாகக் கிற ஒரு சாதனத்தை அவர்கள் தயாராக்கிக் கொண்டிருக்கின்றனர் என்ற எண்ணமே இல்லை. விசேஷமாக ஐரோப்பாவில் ஒரு சிறுபான்மையோர் கையில் செல்வத்தைக் குவித்தும், பெரும்பான்மையோரின் உடைமைகளைப் பறித்தும் இந்தச் சாதனம் முதலில் பூர்ஷ்வா வர்க்கத்திற்குச் சமூக, அரசியல் மேலாதிக்கத்தை அளிப்பதையும் ஆனால் பிற்பாடு பூர்ஷ்வா வர்க்கம் தூக்கியெறியப்படுவதிலும் எல்லாவித வர்க்கப் பகைமைகளும் ஒழிக்கப்படுவதிலும் மாத்திரமே முடிவு பெறக்கூடிய, முதலாளி, பாட்டாளி வர்க்கங்களிடையில் வர்க்கப்போராட்டத்தைத் தோற்றுவிப்பதையும் தனது விதியாகக் கொண்டிருந்தது. ஆனால் இந்தத் துறையிலும் கூட நீண்ட, அடிக்கடி குரூரத்தன்மை வாய்ந்த அனுபவத்தின் மூலமாகவும், வரலாற்று விஷயாதாரங்களைச் சேகரித்துப் பகுப்பாய்வு நடத்தியதின்மூலமாகவும் நமது உற்பத்திச் செயல்களின் மறைமுகமான, மேலும் தொலைவிலுள்ள சமூக விளைபயன்களைப்பற்றித் தெளிவானதொரு கண்ணோட்டம் பெற நாம் படிப்படியாகக் கற்றுக்கொள்கிறோம்; எனவே இந்த விளைபயன்களையும் கட்டுப்படுத்தி, முறைப்படுத்த ஒரு வாய்ப்பு நமக்குக் கிடைத்தது.

இருந்தபோதிலும், இவ்வாறு முறைப்படுத்தல் என்பதற்கு வெறும் அறிவு மட்டும் போதாது; ஏதோ ஒன்று

10/10/16

அதிகமாகவே தேவையாகிறது. இன்றுவரை நிலைப்பிலுள்ள நமது உற்பத்தி முறையில் ஒரு முழு புரட்சியும், அதே சமயத்தில் நமது இன்றைய சமூக அமைப்பு முழுவதிலும் ஒரு புரட்சியும் தேவைப்படுகின்றன.

இதுவரை நிலைப்பிலிருந்துவரும் எல்லா உற்பத்தி முறைகளும் உழைப்பினுடைய மிக அடுத்த, நேரடியான பயன் அளிக்கிற விளைவைப் பெறுவதை மட்டுமே வெறும் குறிக்கோளாகக் கொண்டிருந்தன. பிற்பாடு மட்டுமே வெளிப்படுகிற, படிப்படியாகத் திரும்பத்திரும்பச் செய்யப்படுவதாலும் திரட்சி பெறுவதினாலும் மட்டுமே பயன் ஈனுகிற மேலும் கூடிவரும் விளைவுகள் பூரணமாகவே உதாசீனம் செய்யப்பட்டன. முதலாக இருந்த நிலப் பொது உடைமை, ஒரு புறம், உடனடியாகக் கிட்டக்கூடியதுடன் மட்டுமே பொதுவாக வரையறுக்கப்பட்ட அறிவு வரம்பு பெற்ற மனித குல வளர்ச்சி மட்டத்துக்கு ஒத்திசைந்திருந்தது; மற்றொரு புறம் அது, இந்தப் பூர்வீகத் தன்மை வாய்ந்த பொருளாதாரத்தின் சாத்தியப்பாடுள்ள தீய விளைவுகளை நேர் செய்ய இடமளிக்கிற, நிலத்தின் ஓர் உபரியை முன்னூகம் செய்து கொண்டது. இந்த உபரி நிலம் தீர்ந்த பிறகு பொதுவான உடைமை என்பதும் க்ஷீணித்தது. இருந்தாலும், உற்பத்தியின் உயர் வடிவங்கள் அனைத்தும் ஜனத்தொகை பல்வேறு வர்க்கங்களாகப் பிரிக்கப்படுவதற்கும் அதன்மூலம் ஆளும் வர்க்கம், ஒடுக்கப்படுகிற வர்க்கம் இவற்றிடையே பகைமை தோன்றுவதற்கும் இட்டுச் சென்றன. இவ்வாறாக, ஆளும் வர்க்கத்தின் நலன்களே உற்பத்தியை முன்னோக்கி நடத்திச் செல்லுகிற காரணியாக அமைந்தன; ஏனெனில், ஒடுக்கப்பட்ட மக்களின் வாழ்க்கைக்கு அத்தியாவசியமான பண்டங்களை அளிப்பதுடன் உற்பத்தி சுட்டுப்பட்டுவிட வில்லை. மேற்கு ஐரோப்பாவில் ஓங்கிப் பரவியுள்ள முதலாளித்துவ உற்பத்தி முறையில் இது முழுக்க முழுக்க அனுஷ்டானத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. உற்பத்தியிலும் விநியோகத்திலும் மேலாதிக்கம் கொண்டுள்ள தனிப்பட்ட முதலாளிகள் தங்களுடைய செயல்களின் மிக உடனடியான பிரயோஜனமுள்ள பலன்களைப்பற்றி மட்டுமே கவலைப்பட முடிகிறவர்களாக உள்ளனர். உண்மையில்

இந்தப் பிரயோஜனமுள்ள பலன் என்பதும் கூட—உற்பத்தி செய்யப்படுகிற அல்லது விநியோகத்திற்குட்படுகிற பண்டத்தின் பிரயோஜனம் என்பதே பிரச்சினையாக இருப்பதால்—பின்னணிக்குள் வெகுதூரம் பின்வாங்கிப் போய், விற்பனையினால் கிடைக்கும் லாபம் மட்டும் ஒரே உந்து சக்தியாகி விடுகிறது.*

* * *

பூர்ஷ்வா வர்க்கத்தின் சமூகவியலான, தனிச் சிறப்புள்ள முந்தியகால அரசியல் பொருளியல், உற்பத்தி, பரிமாற்றம் ஆகிய துறைகளில் உண்மையாகவே குறிக்கோள்களாகக் கொள்ளப்படுகிற மனிதச் செயல்களின் சமூக விளைவுகளை மட்டுமே பிரதானமாக ஆராய்கிறது. சமூக அமைப்பின் தத்துவார்த்த வெளியீடாக உள்ள அத்துடன் இது முழு ஒத்திசைவு உள்ளதாகவே இருக்கிறது. தனிப்பட்ட முதலாளிகள் உடனடியான லாபத்திற்காக உற்பத்தியிலும் பரிமாற்றத்திலும் ஈடுபட்டிருப்பதால் முதலில் மிக நெருங்கிய, மிக அடுத்துள்ள விளைவுகள் மட்டுமே கணக்கிலெடுக்கப்பட வேண்டும். ஒரு தனிப்பட்ட உற்பத்தியாளன் அல்லது வியாபாரி உற்பத்தி செய்த அல்லது விலைக்கு வாங்கப்பட்ட சரக்கை வழக்கமான பேராசைப்பட்ட லாபத்துடன் விற்கும்வரை அவன் அத்துடன் திருப்தியுறுகிறான்; அதன்பிறகு அந்தச் சரக்கிற்கோ அல்லது அதை வாங்குபவர்களுக்கோ என்ன நேர்கிறது என்பதைப்பற்றி அவன் கவலை கொள்வனாக இல்லை. அதே செயல்களின் இயல்பான விளைபயன்களுக்கும் இதுவே பொருத்தமாக உள்ளது. கியூபாவில் மலைச் சரிவுகளில் இருந்த காடுகளைத் தீயிட்டுக் கொளுத்தி மிகமிக உயர்ந்த லாபகரமான காப்பிச் செடிகளின் ஒரு தலைமுறைக்குப் போதுமான உரத்தை அந்தச் சாம்பலிலிருந்து பெற ஸ்பானிய காப்பித் தோட்ட முதலாளிகள் என்ன கவலைப்

* கைப்பிரதி இத்துடன் முடிவடைகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வருவது தனியோர் ஏட்டில் எழுதப்பட்டு முதல் நகலின் கடைசிப் பக்கம் அது என்ற வேறொரு கையெழுத்துப் படியில் குறிப்புடன் இருக்கின்றது.—(ப-ர்.)

பட்டார்கள்—உஷ்ணப் பிரதேசத்துக் கனமழை, பின்னால், பாதுகாப்பற்ற மேல்படிவ மண் முழுவதையும் அடித்துக் கொண்டுபோய், பாறைகளை மட்டும் மொட்டையாக விட்டுச் சென்றது என்பதைப் பற்றித்தான் அவர்கள் என்ன கவலைப் பட்டார்கள்! சமூகத்தைப் போலவே இயற்கை சம்பந்தமாகவும்கூட இக்காலத்திய உற்பத்தி முறை உடனடியான, மிக உருப்படியான விளைவுகளைப்பற்றி மட்டுமே பிரதானமாக அக்கறை கொண்டுள்ளது; பிறகு இந்த நோக்கத்தின்பால் திசைமுகம் திரும்பியுள்ள செயல்களின் எதிர்கால விளைவுகள் மிக வேறுபட்டவையாக, இயல்பில் பெரும்பாலும் நேர் முரணானவையாக மாறிவிடுகின்றன என்றும் தொழிலின் பத்தாண்டுகால சக்கரவட்டச் செல்வழி காட்டியது போல வரத்துக்கும் தேவைக்கும் இருந்த நல்லிணக்கம் நேர் எதிரானதாக—“வீழ்ச்சி”யில்¹¹⁸ ஜெர்மானியம்கூடச் சிறிது பூர்வாங்க அனுபவத்தை அதைக்குறித்து பெற்றது—மாறி விடுகிறது என்றும், தன் சொந்த உழைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ள தனி மனித உடைமை அத்தியாவசியமாகவே உழைப்பாளிகளின் உடைமை கவரப்பட்டு, வெளியேற்றப்படுவதாக வளர்ந்து, உழைப்பாளிகளல்லாதவர்கைகளில் மேலும் மேலும் செல்வம் குவிக்கப்படுகிறது என்றும் மேலும் ஆச்சரியம் வெளியிடப்படுகிறது; மற்றும்....*

[குறிப்புகளும் துணுக்குகளும்]

[விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து]

* * *

இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் தனித்தனியான கிளைகள் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்று வளர்ந்தது நுணுகிப் பரிசீலிக்கப்படவேண்டும். — எல்லாவற்றிற்கும் முதன்மையாக, வானியல்; அது பருவக் காலங்களை முன்னிட்டாவது கால்நடைகளை மேய்க்கிற மக்களுக்கும் விவசாயத்தில் ஈடுபடுகிற மக்களுக்கும் முழுமையாகவே இன்றியமையாததாக இருந்தது. வானியல் கணிதவியலின் துணைகொண்டு மட்டுமே வளர இயலும். எனவே இதுவும் ஆராயப்படவேண்டும்.—மேலும், விவசாயத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிப் படியில், குறிப்பிட்ட பிராந்தியங்களில் (எகிப்தில் நீர்ப் பாசனத்திற்காகத் தண்ணீரை உயரப் பாய்ச்சுவது), குறிப்பாக நகரங்கள், பெரும் கட்டிட அமைப்புகள் தோன்றியவுடனும், கைத் தொழில்கள் வளரத் தொடங்கியவுடனும் இயந்திரவியலும் கூடவே முளைத்தெழுந்தது. இது கடற்போக்குவரத்திற்கும் யுத்தத்திற்கும் கூட அவசியமாயிற்று.—இன்னம்கூட, இதற்கும் கணிதவியலின் துணை தேவைப்படுவதுடன் பின்சொன்னதின் வளர்ச்சியையும் அது ஊக்குவிக்கிறது. இவ்விதமாக, தொடக்கத்திலிருந்தே விஞ்ஞானங்களின் பிறப்பும் வளர்ச்சியும் உற்பத்தியினால் நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது.

பண்டைய காலம் முழுவதும் விஞ்ஞான விசாரணை எனப்படுவது இந்த மூன்று பிரிவுகளுடன் வரையறுத்து நின்றது; உண்மையில், தொன்மைக் கிரேக்க, ரோமானியக் காலத்திற்குப் பிந்திய காலக்கூறிலேயே முதன் முறையாகத் திருத்தமான, முறையான ஆராய்ச்சியின் வடிவத்தில் (அலெக்ஸான்

* இங்கு கைப்பிரதி துண்டாக நின்றுவிடுகிறது.—(ப-ர்.)

டிரியவாசிகள், ஆர்க்கிமிடிஸ் முதலானோர்) அது மேற்கொள்ளப்பட்டது. அதுவரை இன்னும் கூட மனிதர்களின் மனதில் வேறுபட்டதாகப் படாத பௌதிகவியலிலும் இரசாயனவியலிலும் (மூலகங்களின் தத்துவம், இரசாயன மூலகத்தைப் பற்றிய கருத்தோட்டம்கூட இல்லாதது), தாவரவியலிலும் விலங்கியலிலும், மனித, மிருக உடற்கூறுவியல்களிலும் அதுவரையில் ஆதாரக்கூறுகள் சேகரிக்கப்படவும் முடிந்தவரை முறை செய்யப்படவும் மட்டுமே சாத்தியமாயிற்று. மனித உடலியல் என்பதுகூடக் கண்கூடான விஷயங்களுக்கு அப்பால்—உதாரணமாக: ஜீரணம், விசர்ஜனம்—சென்றவுடன் அது வெறும் ஊகப்புணைவாக மட்டுமே இருந்தது; ரத்த ஓட்டத்தைப் பற்றிக்கூட அறியப்படாத சமயத்தில் அது வேறுவிதமாக இருக்க இயலாது.—இந்தக் காலக்கூறின் முடிவில் இரசவாதம் என்ற புராதன வடிவத்தில் இரசாயனவியல் வெளிப்படுகிறது.

மத்திய காலத்தின் இருளுக்குப் பின்னர், கனவிலும் கூடக் கருத இயலாச் சக்தியுடன் விஞ்ஞானங்கள் திடீரெனக் கிளம்பி, திகைக்கத்தக்க விகிதத்தில் வளர்ந்தன என்றால் இந்தச் செப்பிடு வித்தைக்குக் காரணமாக நிற்பது மீண்டும் உற்பத்தியே. முதலாவதாக, சிலுவை யுத்தங்களைத் தொடர்ந்து தொழில் பிரம்மாண்டமாகப் பெருகியது; அது பல புதிய யாந்திரீக (ஆடை நெய்தல், கடிகாரம் செய்தல், மாவரைத்தல்), இரசாயன (சாயமேற்றல், உலோகமுருக்குதல், ஆல்கஹால்), பௌதிக (மூக்குக் கண்ணாடி) ஆதாரக்கூறுகளை வெளிக் கொணர்ந்தது; நுணுகி நோக்கப்பட ஏராளமான விஷயாதாரங்களை அது அளித்தது என்பது மட்டுமல்ல, இதற்கு முந்தியவற்றைவிடப் பரிசோதனைக்கான முற்றிலும் வேறுபட்ட சாதனங்களையும் அதுவே அளித்தது; புதிய கருவிகள் நிறுவப்படவும் அனுமதித்தது; முதன்முறையாக, உண்மையிலேயே ஒழுங்கான பரிசோதனைரீதியான விஞ்ஞானம் என்பது சாத்தியமாயிற்று என்று சொல்லலாம். இரண்டாவதாக, போலந்து உட்பட மேற்கு, மத்திய ஐரோப்பியப் பகுதிகள் எல்லாம்—வழிவழியாகப் பெற்ற பழம் நாகரீகத்தின் காரணமாக இத்தாலி இன்னம்கூடத்

தலைமை ஸ்தானத்தில் இருந்த போதிலும்—ஒரு தொடர்புள்ள பாணியில் இப்போது வளர்ந்துள்ளன. மூன்றாவதாக—சுத்தமாகவே லாபத்திற்காக, எனவே இறுதிப்பட்டசமாக, உற்பத்திக்காகச் செய்யப்பட்ட—பூகோளக் கண்டுபிடிப்புகள் காலநிலையியல், விலங்கியல், தாவரவியல், (மனித) உடலியல் சார்புள்ள வரம்பற்ற, இதுவரை அடைவதற்கியலாத ஆதாரக்கூறுகளைப் பெற வழி திறந்துவிட்டன. நான்காவதாக, அச்ச இயந்திரமும் இருந்தது.*

தற்போது—ஏற்கனவே நிலைவாழ்ந்து வந்த கணிதவியல், வானியல், இயந்திரவியல் இவை போக—பௌதிகவியல், இரசாயனவியலிலிருந்து திட்டமாகவே வேறுபடுகிறது (டாரிசெல்லி, கலிலியோ—முன்சொன்னவர் தொழில் துறை நீர்த் தேக்க அமைப்பு சம்பந்தமாக முதன்முதலில் திரவங்களின் அசைவை ஆராய்ந்தார், கிளர்க் மாக்ஸ்வேல்லைப் பார்க்க). இரசாயனவியலை ஒரு விஞ்ஞானமாக ஸ்திரமான அஸ்திவாரத்தின்மீது பாயல் வைத்தார். ரத்த ஓட்டத்தைக் கண்டுபிடித்ததின்மூலம் ஹார்வியும் (மனித, மிருக) உடலியலுக்கு அதையே செய்தார். தொல்லுயிரியல் பிரவேசிக்கும் வரை—குவியே—விலங்கியலும், தாவரவியலும் விஷயாதாரங்களைச் சேகரிக்கும் விஞ்ஞானங்களாக இருந்தன; இதற்குச் சிறிது காலம் கழிந்து ஜீவ அணு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு உயிர்ப்புள்ள பொருள்களின் இரசாயனவியல் வளர்ந்தது. இதன் வாயிலாக, ஒப்புநோக்கு உடலமைப்பியலும் உடலியலும் சாத்தியமாகி, அதன்மேல், அவ்விரண்டும் உண்மையான விஞ்ஞானங்களாயின. சென்ற [18 வது] நூற்றாண்டின் கடைசியில் புவியியலும் சமீபத்தில் மனித இன இயலும் (anthropology)—அது முறையற்று இவ்விதம் கூறப்படுகிறது—ஸ்தாபிக்கப்பட்டன; அந்த இயல் மனிதனின்,

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் இந்தப் பாராவுக்கு எதிராகக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதப்பட்டிருந்தது: “விஞ்ஞானத்திற்கு உற்பத்தி எவ்வளவு கடமைப்பட்டிருந்தது என்று இதுவரை ஜம்பமடிக்கப்பட்டது; ஆனால் விஞ்ஞானம் அதைவிட அளவு கடந்து உற்பத்திக்குக் கடமைப்பட்டுள்ளது.”—(ப-ர்.)

மனித இனங்களின் உடலமைப்பியல், உடலியல் இவற்றி
லிருந்து வரலாற்றுக்கு மாறிச்செல்வதைச்சாத்தியமாக்கியது.
இது இன்னும் கூடுதலாக நுணுகி ஆராயப்பட்டு வளர்க்கப்
பட வேண்டும்.

* * *

இயற்கையைக் குறித்துப் பண்டைய
மக்களின் கண்ணோட்டம்

(ஹெகல்—“Geschichte der Philosophie”, பாகம் I, — “கிரேக்கத்
தத்துவவியல்”)¹¹⁹

முதல் தத்துவவியல்வாதிகளைப் பற்றி அரிஸ்டாட்டில்
கூறும் பொழுது (“மெடீஸிக்கா”, I, 3):

“எல்லாப் பொருட்களும் தங்களின் உள் அடக்கமாக
எதைக் கொண்டுள்ளனவோ அது, எதிலிருந்து அவை
முதலில் வெளித் தோன்றி இறுதியாக எதுவாக மாறுகின்றன
வோ அது... இதைப் பற்றிய வரையறுப்புகள்கூட (ἀόριστοι)
மாறுபட்டவையாக இருந்தாலும்கூட எதனுடைய சாராம்
சம் (ὄντως) தொடர்ந்து நீடிக்கிறதோ அது — இதுவே
எல்லா வாழ்நிலையின் மூலகமும் (στοιχεῖον), கோட்பாடும்
(ἄρχη) ஆகும்...” என்றும் “எனவேதான், இவ்வகைப்
பட்ட முதல் நிலையானதொரு பொருள் தொடர்ந்து நீடிப்
பதால் எதுவுமே ஜனிப்பதுமில்லை (ὄντως φησιν ὅτι οὐδὲν
ἀρχὴν ἀποδιδόναι οὐδὲν ἔστιν) என்று அவர்கள் நம்புகின்றனர்”
என்றும் அவர்கள் உறுதியிட்டுக் கூறுகின்றனர் எனச் சொல்
கிறார். (198ம் பக்கம்.)

ஆதலால், தன்னிகழ்வான அசல் பொருள்முதல்வாதம்
முழுவதும் இங்கு ஏற்கனவே இருக்கிறது; அது, ஆரம்பத்தி
லேயே இயற்கை நிகழ்ச்சிகளின் வரம்பற்ற பன்முகத்தன்
மையின் ஒற்றுமை என்பதை ஓர் இயல்பான போக்காக
இயற்கையாகவே கருதுகிறது; அதைத் திட்டமான உருப்
படியான ஏதோ ஒன்றில், ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளில்,
தேலீஸ் தண்ணீரில் தேடியதற்கு ஒப்பாக, தேடுகிறது.

சிஸிரோ கூறுகிறார்:

“மிலேடாலைச் சேர்ந்த தேலீஸ்*... பொருட்களின்
அடிப்படையாக இருப்பது தண்ணீர் என்றும், கடவுள்
என்பது அனைத்தையும் தண்ணீரிலிருந்தே உண்டாக்குகிற
மனமே என்றும் பிரகடனம் செய்தார்.” (“De Natura Deorum”,
I, 10ம் பக்கம்.)

சிஸிரோ கூட்டிச் சொன்னது இது என்று ஹெகல்
மிகச் சரியாகவே அறிவித்துவிட்டு கூறுகிறார்:

“கூடுதலாக, தேலீஸ் கடவுள் நம்பிக்கை பெற்றிருந்
தாரா என்ற இந்த பிரச்சினையைக்குறித்து இங்கு நமக்குக்
கவலையில்லை; இங்கு ஊகம், நம்பிக்கை, ஜனரஞ்சகமான
மதம் என்பதல்ல விஷயம்... அந்தத் தண்ணீரிலிருந்தே
எல்லாப் பொருட்களையும் கடவுள் சிருஷ்டித்ததாக அவர்
பேசியிருந்தாலும்கூட அதன் மூலமாக இந்தச் சாராம்சத்
தைக்குறித்து ஏதாவது அதிகமாக நாம் அறிந்துவிடவில்லை...
கருத்து இல்லாத ஒரு வெற்று வார்த்தையே இது.” 209ம்
பக்கம் (சுமார் [கி. மு] 600).

மிகப் பண்டைய கிரேக்க தத்துவவியல்வாதிகள் அதே
சமயத்தில் இயற்கையைக்குறித்து விசாரணை செய்பவர்க
ளாகவும் இருந்தனர்: ஜியோமிதி நிபுணரான தேலீஸ் வரு
ஷத்தை 365 நாட்கள் கொண்டதாக நிர்ணயித்தார்; ஒரு
சூரிய கிரகணத்தையும் அவர் முன்கூட்டியே உரைத்ததாக
வும் கூறப்படுகிறது. அனாக்ஸிமாண்டர் ஒரு சூரிய கடிகாரத்தை
அமைத்தார்; நிலம், கடல் பற்றிய ஒரு வரைப்படத்தைய
யும் (περίμετρον) வரைந்து, பல்வகை வானியல் கருவிகளையும்
அமைத்தார்.—பிதகோரஸ் ஒரு கணிதவியல் புலவராவார்.

மிலேடாலைச் சார்ந்த அனாக்ஸிமாண்டர் புளுடார்க்
கின் நூலின் (“Quaestiones convivales”,**VIII, 8ம் பக்கம்)
பிரகாரம், “தண்ணீரிலிருந்து நிலத்திற்கு வெளியேறிவந்த
மீனிலிருந்து மனிதன் வருவதாகச் செய்கிறார்.”*** 213
பக்கம். அவருக்கு, ἀρχὴ γὰρ στοιχεῖον τὸ ἄπειρον****;

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** மேஜைப் பேச்சு.—(ப-ர்.)

*** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

**** ஆரம்பமும் மூலகமும் வரம்பற்ற ஒன்றாகும். (கோடிட்
டது எங்கெல்ஸ்.)—(ப-ர்.)

காற்று அல்லது தண்ணீர் அல்லது வேறு எதுவாகவும் (டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ், II, I பகுதி) அதை அவர் நிர்ணயிப்பதில்லை (διορῆσιν). இந்த வரம்பற்ற ஒன்றை ஹெகல் 215ம் பக்கத்தில் “நிர்ணயிக்கப்படாத பொருள்” என்று மிகச் சரியாக திருப்பிக் கூறுகிறார் (சுமார் 580).

மிலேடாலைச் சார்ந்த அனாக்ஸிமெனஸ் காற்றை அடிப்படையாகக் கோட்பாடாகவும் மூலாம்சமாகவும் கொள்கிறார்; அது வரம்பற்றது (சினிரோ “De Natura Deorum” I, 10ம் பக்கம்) என்றும்,

“ஒவ்வொன்றும் அதிலிருந்தே எழுகின்றது, ஒவ்வொன்றும் அதற்குள்ளேயே கரைந்து போகிறது” (புளுடார்க், “De placitis philosophorum”,* I, 3ம் பக்கம்) என்றும் பிரகடனம் செய்கிறார்.

இங்கு காற்று என்பது ἄρρητοῦ αἵματος**

“காற்றாகிய நமது ஆத்மா நமது உடலை ஒன்றாக வைத்திருப்பதற்கு ஒப்பாக ஓர் ஆவி (πνεῦμα)யும் காற்றும் உலகம் முழுவதையும் ஒன்றாகப் பிடித்து வைத்துள்ளன. ஆவிக்கும் காற்றுக்கும் அர்த்தம் ஒன்றே” (புளுடார்க்)¹²⁰ [215-216ம் பக்கங்கள்].

ஆத்மாவும் காற்றும் ஒரு பொதுவான ஊடகமாகக் கருதப்படுகின்றன (சுமார் 555).

இந்தப் பண்டைய தத்துவவியல்வாதிகள் உலகத் தொடக்ககாலச் சாராம்சத்தைப் பொருளின் ஒரு வடிவத்தில்—காற்று, தண்ணீர் இவற்றிலும்—(அனாக்ஸிமான்டர் ஒரு வேளை அவ்விரண்டிற்கும் நடுவே சமதூரத்தில் உள்ளதொன்றிலும்), ஹெராக்கிடைஸ் நெருப்பிலும் கொண்டனர் என்றும்; ஆனால் எவருமே அதன் பல்கூட்டு ஆக்கத்தின் காரணமாக (δὲ τῶν μετεωρολογικῶν) பூமியின் வடிவத்தில் கொள்ளவில்லை என்றும் ஏற்கனவே அரிஸ்டாட்டில் கூறினார். “மெடபீஸிக்கா”, I, 8. (217ம் பக்கம்.)

அவர்கள் இயக்கத்தின் பிறப்பை விளக்காமல் விட்டு விடுகின்றனர் என்று அரிஸ்டாட்டில் அனைவரைப் பற்றியும்

* “தத்துவவாதிகளின் கருத்துக்களைப்பற்றி.”—(ப-ர்.)

** மூச்சு, ஆவி.—(ப-ர்.)

சரியாகவே குறிப்பிடுகிறார் (218ம் பக்கம் பின்வரும் பக்கங்கள்).

சாமோலைச் சேர்ந்த பிதகோரஸ் (சுமார் 540), என் தான் அடிப்படையான மூலாம்சம் என்கிறார்.

“எல்லாப் பொருட்களின் சாராம்சமும் எண்ணை; அதன் நிர்ணயங்களில் பிரபஞ்ச அமைப்பு முறை முழுவதும் எண்களுடையவும் அவற்றின் உறவுகளுடையவும் ஓர் இணைப்பமைதி கொண்ட அமைப்பாக* உள்ளது” (அரிஸ்டாட்டில், “மெடபீஸிக்கா”, I, 5 passim**).

“கற்பனையினால் வாழ்நிலை அல்லது சாராம்சமானது (உண்மையானது) என்று எண்ணப்படுகிற எல்லாவற்றையும் ஒரே அடியில் தறித்தெறிந்து, புலச்சார்புள்ள சாராம்சத்தைக் களைந்துவிட்டு” ஒருதலைச் சார்பான, மிகக் குறுக்கப்பட்ட தாயினும் ஒரு சிந்தனை நிர்ணயிப்புக்குள் வைக்கிற “அந்த மொழியின் துணிச்சலை.” [237-238ம் பக்கங்கள்.] ஹெகல் நியாயமாகவே கூட்டிக் காட்டுகிறார்.

திட்டமான நியதிகளுக்கு எண் உட்பட்டிருப்பதைப் போலவே பிரபஞ்சமும் உட்பட்டுள்ளது; இதன்மூலம் அது நியதிக்குக் கீழ்ப்படுகிறது என்பது முதல் தடவையாக வெளியிடப்பட்டுள்ளது. இன்னிசையைக் கணிதவியல் உறவுகளாக வடித்தது பிதகோரஸின் பங்கு எனச் சொல்லப்படுகிறது. அதைப் போலவே:

“பிதகோரலைப் பின்பற்றுகிறவர்கள் நெருப்பை மையத்திலும், இந்த மைய கோளத்தை வட்டத்தில் சுற்றுகிற ஒரு நட்சத்திரமாகப் பூமியையும் வைத்தனர்”. (அரிஸ்டாட்டில், “De coelo”*** II, 13.) [265ம் பக்கம்.]

இருந்த போதிலும், இந்த நெருப்பு எனப்படுவது சூரியன் அல்ல; ஆயினும் கூட, பூமி நகர்கிறது என்பதைப் பற்றிய முதல் சூசகம் இதுவே.

கிரக மண்டலத்தைப் பற்றி ஹெகல் இப்படித்தான் சொல்லுகிறார்:

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** பல இடங்களில்.—(ப-ர்.)

*** “வானத்தைப் பற்றி.”—(ப-ர்.)

“...[கிரகங்களிடையே] தூரங்களை நிர்ணயிக்கிற அந்த ஒத்திசைவு அமைதியுள்ள ஆக்கக்கூறுக்குக் கணிதவியல் முழுவதுமே எந்த அடிப்படையையும் இன்னும் அளிக்க முடியவில்லை. அனுபவவாதரீதியான எண்கள் மிகச் சரியாக அறியப்பட்டுள்ளன; ஆனால் அது தற்செயலின் தோற்றம் முழுவதையும் பெற்றிருக்கிறதே தவிர, தேவையினுடைய தோற்றத்தை அல்ல. தூரங்களிடையே ஒரு தோராயமான சீர் அறியப்பட்டுள்ளது; இவ்விதம் அதிருஷ்டவசத்தால் செவ்வாய், வியாழன் ஆகியவற்றுக்கிடையே உள்ள கிரகங்கள் ஊகிக்கப்பட்டுள்ளன; அங்கு, பின்னால் ஸெரெஸ், வெஸ்டா, பல்லாஸ் முதலிய கிரகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன; ஆனாலும் கூட ஏதாவதொரு பொருள் பொதிந்த, ஏதாவது பகுத்தறிவுக்குட்பட்ட ஒரு முரணற்ற தொடரை வானியல் இன்னும் கூடக் காணவில்லை. மாறாக, அது இந்தத் தொடர் முறையாக முன்வைக்கப்படுவதை அருவருப்புடன் நோக்குகிறது; இருந்தாலும் கூட, அதற்கு அது விட்டுக் கொடுக்க முடியாத, மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒரு நிலைப்பாடாகும். (267-68ம் பக்கங்கள்.)

மொத்தக் கண்ணோட்டத்தின் வெகுளித்தனமான பொருள்முதல்வாதம் ஒரு புறமிருந்தாலும் பின்னால் வந்த பிளவின் உட்கருவைப் பண்டைய கிரேக்கர்களிடையே ஏற்கனவே காணலாம். தேலீஸைப் பொறுத்தவரை, ஆத்மா என்பது ஏற்கனவே பிரத்தியேகமான ஏதோ ஒன்றாக, உடலிலிருந்து வேறுபட்டதொன்றாக (ஒரு காந்தச் சட்டத்திற்குக் கூட அவர் ஆத்மாவைக் கற்பிப்பதற்கொப்பாக) இருக்கிறது; அனாக்ஸிமெனஸுக்கு அது (“ஐனனத்” தில் இருப்பதைப் போல)¹²¹ காற்றாகவும், பிதகோரஸைப் பின்பற்றுபவர்களுக்கு அது ஏற்கனவே மரணம் அற்றதாகவும் இடம் மாறிச் செல்லக்கூடியதாகவும், அதைப் பொறுத்தவரை உடல் என்பது சுத்தமாகவே தற்செயலானதாகவும் இருக்கிறது. பிதகோரஸைப் பின்பற்றுபவர்களுக்கு, கூடுதலாக, ஆத்மா என்பது “ஈதரின் ஒரு குச்சியாகவும் (ἀέρταστος αἰθήρ)” உள்ளது (டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ், VIII, 26-28ம் பாராக் கள்); அதில் குளிர்ந்த ஈதர் என்பது காற்றாகவும், அடர்த்தியான ஈதர் கடலாகவும் ஈரப்பதனாகவும் இருக்கிறது. [279-80ம் பக்கங்கள்.]

அரிஸ்டாட்டில், பிதகோரஸைப் பின்பற்றுபவர்களையும் கூட மிகச் சரியாகவே கண்டிக்கிறார்:

தங்களுடைய எண்களைக் கொண்டு “இயக்கம் எவ்வாறு உண்டாகிறது, இயக்கமும் மாற்றமுமின்றி எவ்வாறு நிகழவும் மறைவும் ஏற்படுகின்றன அல்லது வானுலகப் பொருட்களின் நிலைகளும் செயற்பாடுகளும் நிகழ்கின்றன என்பதை அவர்கள் விளக்குவதில்லை.” (“இயக்க மறுப்பியல்”, I, 8.) [277ம் பக்கம்.]

காலை, மாலை விண்மீளின் ஒன்றுபட்ட தன்மையையும், சூரியனிடமிருந்தே சந்திரன் தனது ஒளியைப் பெறுகிறது என்பதையும் இறுதியாக பிதகோரஸ் தேற்றத்தையும் பிதகோரஸ் கண்டுபிடித்ததாகக் கருதப்படுகிறது.¹²²

“இந்தத் தேற்றத்தைக் கண்டுபிடித்தவுடன் பிதகோரஸ் ஒரு நூறு எருதுகளைப் பலியிட்டார் எனச் சொல்லப்படுகிறது... செல்வந்தர்களும் மக்கள் முழுவதுமே அழைக்கப்பட்ட ஒரு பெரும் விருந்து இதை முன்னிட்டு வைக்கப்படும் அளவுக்கு அவருடைய மகிழ்ச்சி இருந்தது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாக இருந்தபோதிலும் அது அதற்கு ஈடாகத்தான் இருந்தது. அது எருதுகளின் செலவில் நடத்தப்பட்ட குதூகலமாக, ஆத்மாவின் (அறிவின்) குதூகலமாக இருந்தது.” (279ம் பக்கம்.)

எலியாடிக்கவாதிகள்

* * *

லெவ்கிப்பஸும் டெமாக்கிரிடஸும்¹²²

“ஆயினும் கூட, லெவ்கிப்பஸும் அவருடைய சீடரான டெமாக்கிரிடஸும் பூரணத்துவமும் சூனியமுமே மூலகங்கள் எனக் கொள்கின்றனர்—முதல்சொன்னது ‘இருக்கிறதொன்று’ எனவும், மற்றதை ‘இல்லாததொன்று’ எனவும் அவர்கள் அழைக்கின்றனர். இவற்றில் பூரணத்துவத்தை அல்லது திடம் பொருளை ‘இருக்கிறதொன்று’ (அதாவது, அணுக்கள்) உடனும், சூனியத்தை அல்லது அரிதானதை ‘இல்லாததொன்று’ றுடனும் அவர்கள் ஒன்றுபடுத்துகின்றனர். இது விருந்து அவர்கள் இல்லாதது இருப்பதைவிடக் குறைந்த யதார்த்தம் உடையது அல்ல எனக் கருதுகின்றனர்...

இவையே பொருட்களின் பொருண்மைநீயான காரணங்கள் என்றும் அவர்கள் கூறுகின்றனர். அடிப்படிவமாக உள்ள பொருட்சத்தை ஓர் ஐக்கியமாக யார் செய்து, அதன் உருத்திரிபுகளைக் கொண்டு இதர எல்லாப் பொருட்களையும் பிறப்பிக்கச் செய்கிறார்களோ அவர்களைப்போல... இந்தச் சிந்தனையாளர்களும் 'வேறுபாடுகளே' (அதாவது அணுக்களுடையது) இதர எல்லாவற்றின் காரணங்களாக உள்ளன எனக் கருதுகின்றனர். இந்த வேறுபாடுகள் மூன்று விதம் என அவர்கள் கூறுகின்றனர்: வடிவம், ஏற்பாட்டு ஒழுங்கு, நிலைப்பாடு... இவ்விதம், உதாரணமாக A வடிவத்தில் N இலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது; AN ஏற்பாட்டு ஒழுங்கில் NA விலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது; Z நிலைப்பாட்டில் N இலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது." (அரிஸ்டாட்டில், "மெடபீஸிக்கா", பாகம் I, 4).

லெவ்கிப்பஸ் "அணுக்களைப் பொதுக் கோட்பாடுகளாக நிலைபடுத்திய முதல்வராவார்... இவற்றை அவர் மூலகங்கள் என அழைக்கிறார். எண்ணிலடங்கா உலகங்கள் இவற்றிலிருந்து எழுகின்றன; இவற்றிற்குள் அவை கலையவும் செய்கின்றன. உலகங்கள் உண்டாவது இவ்வாறாகும். ஒரு குறிப்பிடப்பட்ட பகுதியில், எல்லாவகை வடிவங்களும் கொண்ட அனேக அணுக்கள் வரம்பற்றதிலிருந்து பரந்த சூனிய வெளிக்குள் கொண்டுபோகப்படுகின்றன. இவை ஒன்றாகச் சேகரமாகி ஒரே ஒரு சுழல் ஆக உருவாகின்றன; இதில் அவை நெரிசலுக்குள்ளாகி, எல்லாச் சாத்தியமான வழிகளிலும் வட்டமிட்டு, ஒரே விதமான அணுக்கள் ஒரே விதமான வையுடன் சேர்வதின்மூலம் பிரிந்து செல்கின்றன. சமனநிலையில் அணுக்கள் இனி மேற்கொண்டு சுழல முடியாத அளவுக்கு அவை அவ்வளவு எண்ணிக்கையுடையனவாக உள்ளன; கனமற்றவை சலிக்கப்படுவதற்கு ஒப்பாக வெளியிலுள்ள சூனிய வெளிக்குள் செல்கின்றன; மிகுதியுள்ளவை ஒன்றாக நின்று, சிக்கலுக்குள்ளாகி, வட்டப் பாதையில் ஒன்றாகச் சென்று ஒரு முதல் நிலை கோள அமைப்பாக உருப்பெறுகின்றன." (டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ், XIம் பாகம், 6ம் அத்தியாயம்.)

ஏபிக்யூரஸ் பற்றி கீழ்க்கண்டவாறு:

"அனந்தகாலத்திற்கும் அணுக்கள் தொடர்ந்த இயக்கத்தில் இருக்கின்றன. மேலும், மிகக் கனமற்றவைக்கும், மிகக் கனமானவைக்கும் சமமாகவே சூனியம் வழி விடுவதால் அணுக்கள் சம வேகத்தில் அசைகின்றன என்று கீழே கூறுகிறார்... வடிவம், பருமன், எடை இவற்றைத் தவிர

அணுக்களுக்கு வேறு எவ்விதப் பண்பு நலமும் இல்லை.... அவை எந்த ஒரு பருமனையும் கொண்டவை அல்ல; எப்படியிருப்பினும் எந்த ஓர் அணுவும் நமது புலனால் பார்க்கப்பட்டதில்லை." (டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ், Xம் பாகம், 43-45ம் பாராக்கள்.) "அவை சூனியத்தின் வழியே பயணம் செய்துகொண்டு எவ்விதத் தடைக்கும் உள்ளாகவில்லை யெனில் அணுக்கள் சமவேகத்திலேயே செல்ல வேண்டும். எதுவும் எதிர்ப்படாதவரை கனமற்ற, சிறிய அணுக்களைவிட வேகமாகக் கனத்த அணுக்கள் செல்வதில்லை; பொருத்தமான செல்வழி எப்போதும் காணப்பட்டதெனில், எவ்விதத் தடங்கலும் எதிர்ப்படவில்லையெனில் பெரிய அணுக்களைவிடச் சிறியவை அதிக விரைவாகச் செல்லா." (மேலே சொன்னது, 61ம் பாரா.)

"இவ்விதமாக, [பொருட்களுடைய] ஒவ்வொரு வகையிலும் ஒன்று ஒரு திட்டமான இயல்புள்ளதாகவும், அவைகளில் எதிலுமே இதனுடைய, இந்த ஒன்றினுடைய இயல்பு இல்லை என்பதும் தெளிவாகிறது." (அரிஸ்டாட்டில், "மெடபீஸிக்கா", IXம் பாகம், 2ம் அத்தியாயம்.)¹²³

* * *

பூமி, சூரியன் இவற்றைப் பற்றிய கோப்பேர்னிகஸ் தத்துவத்தை ஏற்கனவே, 270 கி. மு.-வில் வாழ்ந்த சாமோஸைச் சார்ந்த அரிஸ்டார்கஸ் கொண்டிருந்தார். (மேட்லர், 44ம் பக்கம், வோல்ப், 35-37ம் பக்கங்கள்.)¹²⁴

பால்வழி மண்டலம் எண்ணற்ற சிறு விண்மீன்களின் ஒருங்கிணைந்த ஒளியை நம்மீது வீசுகிறது என்று டெமாக்கிரிடஸ் ஏற்கனவே யூகித்தார். (வோல்ப், 313ம் பக்கம்.)

* * *

பண்டைய உலகின் (சுமார் 300) முடிவுகால நிலைமைக்கும் மத்தியகாலத்தின் முடிவில் (1453) இருந்த நிலைமைக்கும் இடையே இருந்த வேறுபாடு

I. ஸ்பெயின், பிரான்ஸ், இங்கிலாந்து நாடுகளின் அடலாண்டிக் கடற்கரையோரத்தில் பரவி, தனது கைகளை

அவ்வப்பொழுது உட்பகுதிவரையும் நீட்டிச் சென்ற, மத்திய தரைக் கடற்கரையோரமாக இருந்த நாகரிகத்தின் சிறு பரப்புக்குப் பதிலாக—இது வடக்கே இருந்து ஜெர்மானியர், ஸ்லாவ் இனத்தவர் ஆகியோராலும், தென்கிழக்கே இருந்து அராபியர்களாலும் எளிதாக உடைக்கப்படவும் பின்னுக்கு உந்திவிடப்படவும் சாத்தியமாக இருந்தது — தற்போது ஸ்காண்டிநேவியா, போலந்து, ஹங்கேரி இவைகளைப் புறப் பாசறைகளாகக் கொண்டு மேற்கு ஐரோப்பா முழுவதும் அடங்கிய நாகரிகத்தின் ஒரு நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்ட பிரதேசம் உள்ளது.

2. கிரேக்கர் அல்லது ரோமானியருக்கும், அநாகரிகர் களுக்கும் இருந்த வேறுபாட்டு முனைப்புக்குப் பதிலாக ஸ்காண்டிநேவியர்களைச் சேர்க்காமல் தற்போது நாகரிகம் பெற்ற மொழிகளைப் பேசும் நாகரிகம் பெற்ற ஆறு தேசமக்கள் உள்ளனர்; இவர்கள் அனைவருமே பதினான்காவது நூற்றாண்டின் மகத்தான இலக்கிய எழுச்சியில் பங்கெடுக்குமளவுக்கும், கிரேக்க, லத்தீன் மொழிகளின்—அவை பண்டைய காலத்தின் இறுதியில் ஏற்கனவே, நலிந்து மறையும் தருவாயை அடைந்துவிட்டன — பண்பாட்டைவிடப் பல்வகைப்பட்ட கலாச்சாரத்தை உத்தரவாதம் செய்யும் அளவுக்கும் வளர்ந்து விட்டனர்.

3. மத்திய காலத்து நகரவாசிகளால் ஏற்படுத்தப்பட்ட தொழிலுற்பத்தியும் வாணிபமும் முன்பிருந்ததைவிட மிக அதிகமான மகோன்னத வளர்ச்சி பெற்றது; ஒரு புறம் உற்பத்தி முன்பிருந்ததைவிடக் கூடுதலான செய்நேர்த்தியுடனும், பலவகைத் தன்மையுடனும், பெருமளவிலும் நடந்தது; மறுபுறம், சாக்ஸன்கள், பிரிஸியன்கள், நார்மன்கள் இவர்கள் காலத்தை விடக் கடற்பயண முறை இப்போது வரம்பற்ற கூடுதலான துணிச்சல் முனைப்புடன் நடந்ததாலும், வாணிபம் இன்னும் பலமாகவே நடத்தப்பட்டது; மறுபுறம், புதிய பொறிநுட்பத்துறைப் புதுப்புனைவு, கீழ்த்திசை நாடுகளின் இறக்குமதி செய்யப்பட்டதும் சேர்ந்து கிரேக்க இலக்கியம், கடல்துறைப் புதுப்புனைவுகள், பூர்ஷ்வாமதப் புரட்சி ஆகியவற்றை முதல் தடவையாக இறக்குமதி

செய்து, பரவலாக்குவதைச் சாத்தியமாக்கியது மட்டுமின்றி அவற்றிற்கு வேறுவகைப்பட்ட, விரைவான செயல்துறை வீச்சையும் அளித்தன. அத்துடன் சேர்ந்து, இன்னும் ஓர் அமைப்புமுறைக்கு உட்படுத்தப்படாதிருந்தபோதிலும் பண்டைய காலம் என்றுமே பெற்றிராத, விஞ்ஞான ஆதாரக்கூறுகளின் ஒரு பெருந்திரட்டையும் அவை கொடுத்தன: காந்த ஊசி, அச்சடித்தல், டைப் எழுத்துக்கள், சணல் காகிதம் (அதை 12ம் நூற்றாண்டு முதல் அராபியர்களும் ஸ்பானிய யூதர்களும் உபயோகித்துவந்தனர்; 10வது நூற்றாண்டு முதல் படிப்படியாகப் பருத்திக் காகிதமும் உபயோகத்திற்கு வந்து ஏற்கனவே 13வது, 14வது நூற்றாண்டுகளில் பரவலாக உபயோகிக்கப்பட்டது; பபைரஸ் காகிதம் அராபியர் காலமுதல் எகிப்தில் வழக்கொழிந்தது), துப்பாக்கி மருந்து, மூக்குக் கண்ணாடி, இயந்திரக் கடி காரங்கள், கால கிரம நூல், இயந்திரவியல் இவ்விரண்டின் பெரிய முன்னேற்றம்.

(கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றி நெ. 11ஐப் பார்க்கவும்.)*

இத்துடன், தேச சஞ்சாரங்களால் பெறப்பட்ட விஷயாதாரங்கள் (மார்க்கோ போலோ—சுமார் 1272, முதலானவை).

பொதுக் கல்வி, இன்னும் மோசமாக இருந்தாலும் சர்வகலாசாலைகளை முன்னிட்டுப் பரவலாக்கப்பட்டிருந்தது.

கான்ஸ்டாண்டிநோபிளின் தோற்றம், ரோமாபுரியின் வீழ்ச்சி இவற்றோடு பண்டைய காலம் முற்றுப் பெறுகிறது. கான்ஸ்டாண்டிநோபிள் வீழ்ச்சியுடன் பிரிக்க முடியாதவாறு மத்திய காலத்தின் முடிவு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கிரேக்கர் களின்பால் மறுபடியும் திரும்புவதிலிருந்து புதிய யுகம் தொடங்குகிறது.—நிலை மறுப்பு நிலை மறுக்கப்படுகிறது!

* * *

* தமது குறிப்புகளின் 11வது ஏட்டையே இங்கு எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். அந்த ஏட்டில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கண்டுபிடிப்புகளின் பட்டியல் கீழே அச்சாக்கப்பட்டுள்ளது.—(ப-ர்.)

வரலாற்றுரீதியான விஷயாதாரங்கள்.—
கண்டுபிடிப்புகள்

கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு முன்:

தீயணைப்பு நீர்குழாய்; நீர் கடிகாரம், சுமார் கி.மு. 200; வீதிகள் கல்லால் தளமிடப்படல் (ரோமாபுரி).

தோலில் எழுதப்பட்ட கையெழுத்தேடு, சுமார் 160. கிறிஸ்து பிறப்பிற்குப்பின்:

ஜெர்மனியில் மகத்தான சார்லஸ் காலத்தில் மொஸெல் நதியில் நீரால் இயங்கும் இயந்திரங்கள், சுமார் 340.

கண்ணாடி ஜன்னல்களைப் பற்றிய முதல் குறிப்புகள்; ஆன்டியோக் நகரில் வீதி விளக்குகள் அமைக்கப்படல், சுமார் 370.

சீனாவிலிருந்து பட்டுப் பூச்சிகள், சுமார் 550, கிரேக்க நாட்டிலும்.

ஆராவது நூற்றாண்டில் இறகுப் பேனாக்கள். ஏழாவது நூற்றாண்டில் சீனாவிலிருந்து அராபியர் களுக்குப் பருத்திக் காகிதம். ஒன்பதாவது நூற்றாண்டில் இத்தாலியிலும்.

எட்டாவது நூற்றாண்டில் பிரான்ஸில் தண்ணீரால் இயங்கும் ஆர்கள் இசைக் கருவிகள்.

பத்தாவது நூற்றாண்டிலிருந்து தோண்டப்பட்ட ஹார்ட்ஸ் வெள்ளிச் சுரங்கங்கள்.

காற்றாடி இயந்திரங்கள் ஏறக்குறைய 1000வது ஆண்டில்.

இசை சுரங்கள், அரெஸ்ஸோவைச் சேர்ந்த குயிடோவின் இசை சுரக் கிரமம், சுமார் 1000.

பட்டுப் பூச்சி வளர்த்தல்—சுமார் 1100ல் இத்தாலியில் புகுத்தப்பட்டது.

சக்கரங்களைக் கொண்ட கடிகாரங்கள்—அதே காலத்தில்.

அராபியர்களிடமிருந்து ஐரோப்பியர்கள் காந்த ஊசி பெற்றனர்—சுமார் 1180.

பாரீஸ் நகர வீதிகள் கல்லால் தளமிடப்படல், 1184. பிளாரன்ஸ் நகரில் மூக்குக் கண்ணாடி. முக்கக் கண்ணாடிகள்.

ஹெர்ரிங் மீன் உப்பிடப்படல். மதகுகள். மணி அடிக்கும் கடிகாரங்கள். பிரான்ஸில் பருத்திக் காகிதம்.

பதின்மூன்றாவது நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி.

கந்தலிலிருந்து காகிதம்—பதினான்காவது நூற்றாண்டின் தொடக்கம்.

உண்டியல்—மேற்படி நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி.

ஜெர்மனியில் (நூரெம்பர்க்), 1390, முதலாவது காகிதத் தொழிற்சாலை.

லண்டனில் வீதிவிளக்குகள் அமைத்தல் — பதினைந்தாவது நூற்றாண்டின் தொடக்கம்.

வெனிஸ் நகரத்தில் தபால்—மேற்படி.

மரச்செதுக்கு சித்திரங்களும் அச்சடித்தலும்—மேற்படி.

தாமிர செதுக்குருவம்—அதே நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி. பிரான்ஸில் குதிரைகள் மூலம் தபால், 1464.

சாக்ஸன் எர்ஸ்கெபிர்கேயில் வெள்ளிச் சுரங்கங்கள், 1471.

கால் மிதி கொண்ட 'கிளாவிக்கோர்ட்' என்னும் இசைப் பெட்டியின் புனைவு, 1472.

ஜேபிகடிகாரங்கள். காற்றுத் துப்பாக்கிகள். சக்கி முக்கித் துப்பாக்கி—பதினைந்தாவது நூற்றாண்டின் முடிவு.

ராட்டினம், 1530.

மும்பு கூண்டு, 1538.

* * *

வரலாற்று ரீதியானது¹²⁵

கிரேக்கர்களின் மகோன்னதமான உள்ளூர்வகளுக்கும் அராபியர்களின் சிதறிய, தொடர்பற்ற விசாரணைகளுக்கும் எதிராக விஞ்ஞானம் என எதை ஆலோசனைக்கு

எடுக்க முடியுமெனில், நவீன இயற்கை விஞ்ஞானத்தையே யாகும்; அது, நகரவாசிகளால் நிலப்பிரபுத்துவம் நொறுக்கப் பட்ட அந்தப் பிரம்மாண்டமான சகாப்தத்துடன் தொடங்குகிறது. நகரவாசிகளுக்கும் நிலப்பிரபுக்களுக்குமிடையே நடந்த போராட்டத்தின் பின்னணியில் இந்தச் சகாப்தம் கலகத்தில் நின்ற விவசாயியையும், அந்த விவசாயிக்குப் பின்னால், ஏற்கனவே செங்கொடியேந்தி கம்யூனிஸத்தை கோஷித்த நவீனப் பாட்டாளி வர்க்கத்தின் புரட்சிகரமான ஆரம்பங்களையும் காட்டியது. ஐரோப்பாவில் மகத்தான முடியரசுகளை உருப்பெறச் செய்ததும், போப்பாண்டவரின் ஆன்மீக சர்வாதிகாரத்தை உடைத்ததும், கிரேக்க பண்டைய சிறப்பின் மறுமலர்ச்சியையும் அத்துடன் புதிய யுகத்தின் அதிகப்பட்ச கலைத்துறை வளர்ச்சியையும் கிளறிவிட்டதும், பழைய உலகின் எல்லைகளை ஊடுருவிச் சென்று உண்மையிலேயே முதன் முதலாக உலகத்தைக் கண்டுபிடித்ததும் இந்தச் சகாப்தமே.

உலகத்தின் அனுபவத்திலேயே மிகப் பெரும் புரட்சி இதுவே. இந்தப் புரட்சியில் இயற்கை விஞ்ஞானமும் செழித்தோங்கியது; அது உள்ளும் புறமும் புரட்சிகரமாக விளங்கியது; மகத்தான இத்தாலியர்களின் விழிப்புள்ள நவீன தத்துவ வியலுடன் அது கைகோத்துக் கொண்டு முன்னேறியது; சிறைகளுக்கும் எரிகம்பங்களுக்கும் அது தனது தியாகிகளை நல்கியது. பிராடெஸ்டன்டுகளும் கத்தோலிக்கர்களும் அதை அடக்கி நசுக்குவதில் ஒருவரை யொருவர் முந்திச் சென்றனர் என்பது குறிக்கத்தக்கதாக இருந்தது. முன்சொன்னவர்கள் லெர்வேடஸ் என்பவரை உயிருடன் எரித்தனர் எனில், பின் சொன்னவர்கள் ஜியார்டாலே புரூனோவை எரித்தனர். மாவீரர்களுக்கு அழைப்பு விடுத்து, மாவீரர்களை உண்டாக்கிய காலம் அது; அவர்கள் கல்வியிலும், புத்தி கூர்மையிலும், குணத்திலும் மாவீரர்களாக விளங்கினர்; பிரெஞ்சுக்காரர்கள் இந்தக் காலத்தை மிகச் சரியாகவே மறுமலர்ச்சி யுகம் என்று அழைத்தனர்; பிராடெஸ்டன்டு ஐரோப்பா தனது ஒருதலைப்பட்சமான தப்பெண்ணத்தைக் கொண்டு அதைச் சீர்திருத்தகாலம் என அழைத்தது.

அதே காலத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானமும் தனது சுதந்திரப் பிரகடனத்தை வெளியிட்டது;¹²⁶ இது தொடக்கத்திலேயே நிகழவில்லை என்றாலும்கூட, லூதரே முதல் பிராடெஸ்டன்டாக இருக்கவில்லை என்பதற்கு ஈடாக இது உண்மையாகும். மதத்துறையில் லூதர் போப்பாண்டவரின் உத்தரவை எரித்தது என்ன முக்கியத்துவம் உடையதாக இருந்ததோ அதைப்போல இயற்கை விஞ்ஞானத் துறையில் கோப்பேர்னிகளின் மகத்தான படைப்பு இருந்தது; இதில் அவர், துணிச்சலற்று, முப்பத்தாறு ஆண்டுகள் தயங்கி, கிட்டத்தட்டத் தனது மரணப்படுக்கையிலிருந்து கொண்டு—இவை யெல்லாம் இருந்தாலும்—கிறிஸ்துவ சமய மூட நம்பிக்கைக்குச் சவால் விட்டார். அதுமுதற்கொண்டு இயற்கை விஞ்ஞானம்—எல்லா விபரங்களிலும் முற்றாகக் கணக்குத் தீர்ப்பது என்பது இன்றுவரை நடந்து கொண்டிருந்தாலும், அனேகருடைய சிந்தனைகளில் அது முழுமை பெறாவிட்டாலும்—சாராம்சத்தில் மதத்திலிருந்து விடுதலை பெற்றது. ஆனால் அது முதற்கொண்டு, உயிர்ப்புள்ள பொருளின் உச்ச விளைபயனான மனித மனதின் இயக்கத்திற்குச் செல்லத்தக்க நியதி உயிர்ப்பற்ற பொருளின் இயக்கத்திற்குச் செல்லத்தக்க நியதிக்கு நேர்மாறானது என்பதை உலகத்திற்குக் காட்ட விரும்புவது போல இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சி அதனுடைய தொடக்கமுனையிலிருந்து காலத்தில் தூரத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தகவுப் பொருத்த அளவில், சொல்லப் போனால் பெருகும் ரீதியில் அசுர கதியில் முன்னேறியது.

நவீன இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் முதல் காலக்கூறு—உயிர்ப்பற்ற வஸ்துத் துறையில்—நியூட்டனுடன் முடிவடைகிறது. கிடைத்த ஆதார விஷயங்களைக் கற்றுத் தேர்ந்த காலக்கூறு அது; கணிதவியல், இயந்திரவியல், வானியல், நிலையியல், விசையியல் ஆகிய துறைகளில் மகத்தான வேலை விசேஷமாக கெப்ளர், கலிலியோ இவர்களால்—இவர்களுடைய வேலைகளிலிருந்து நியூட்டன் தமது முடிவுகளை வடித்தார்—செய்து முடிக்கப்பட்ட காலக்கூறாகும் அது. இருந்தாலும், உயிர்ப்புள்ள இயற்கைத் துறையில் முதல் தொடக்கங்களைத் தவிர வேறு முன்னேற்றம் இல்லை. வரலாற்றுரீதியாக

ஒன்றையொன்று தொடர்ந்தும், ஒன்றின் இடத்திற்கு மற்றொன்று வருவதுமான உயிரின் வடிவங்களைப் பரிசீலனை செய்வது, அத்துடன், அவற்றிற்கு ஒத்திசைந்தவாறு உயிரின் சூழ்நிலைகள் மாறிவருவதைப் பரிசீலனை செய்வது என்பது—தொல்லுயிரியல், பூகர்ப்பவியல் என்பன—இன்னும் நிலைப்பாட்டுக்குவரவில்லை. இயற்கை, வரலாற்றுபூர்வமாக வளர்ந்த தொன்றாக, காலத்தில் ஒரு வரலாறு உள்ளதொன்றாகக் கருதப்படவேயில்லை; இடவெளியில் விரிந்து பரந்தது மட்டும் கணக்கிலெடுக்கப்பட்டது; பல்வேறு வடிவங்களும் ஒன்றுக்குப்பின் மற்றொன்றாகத் தொகுக்கப்படவில்லை, ஒன்றுக்குப் பக்கத்தில் மற்றொன்றாக மட்டும் தொகுக்கப்பட்டன; கோள்களின் நீள்வட்டப் பாதைகளைப் போல இயற்கையின் வரலாறு எல்லாக் காலக்கூறுகளுக்கும் செல்லத்தக்கதாக இருந்தது. உயிர்ப்புள்ள அமைப்பைப் பற்றிப் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட வேண்டுமெனில் அவசியமான இரண்டு நேரடியான அடித்தளங்களும், அதாவது இரசாயனவியலும் பிரதான உயிர்ப்புள்ள அமைப்பான ஜீவ அணுவைப் பற்றிய ஞானமும், போதாமலிருந்தன. ஆரம்பத்தில் புரட்சிகரமானதாக இருந்த இயற்கை விஞ்ஞானத்தை உள்ளும் புறமும் பழமை விரும்பியான இயற்கை எதிர்முட்டி நின்றது; இதில், உலகத்தின் தொடக்கத்தில் இருந்தவாறே ஒவ்வொன்றும் இன்றும் உள்ளது, தொடக்கத்தில் உள்ளவாறே உலகத்தின் முடிவுகாலம்வரை ஒவ்வொன்றும் இருக்கும்.

உயிர்ப்பற்ற, உயிர்ப்புள்ள இரு துறைகளிலும் இயற்கையைப் பற்றிய இந்தப் பழைமைப்பற்றுள்ள கண்ணோட்டத்திற்கு இயல்பாக இருந்தது என்னவெனில் [...]*

வானியல்	பௌதிகவியல்	பூகர்ப்பவியல்
இயந்திரவியல்	இரசாயனவியல்	தொல்லுயிரியல்
கணிதவியல்		கனியவியல்

தாவர உடலியல்
பிராணி உடலியல்
உடற்கூறுவியல்

மருத்துவ நூல்
நோய் தெளி நூல்

* இந்த வாக்கியம் முற்றுப்பெறவில்லை.—(ப-ர்.)

முதல்உடைப்பு:காண்ட்டும்லாப்ளாஸும். இரண்டாவது: பூகர்ப்பவியலும் தொல்லுயிரியலும் (லேயல், மந்தமான வளர்ச்சி). மூன்றாவது: உயிர்ப்புள்ள பண்டங்களின் இரசாயனவியல், இது உயிர்ப்புள்ள பண்டங்களை உண்டாக்கி, இரசாயனவியல் விதிகள் உயிர்ப்புள்ள பண்டங்களுக்கும் எவ்வாறு செல்லத்தக்கனவாக உள்ளன என்பதைக் காட்டுகிறது. நான்காவது: 1842, வெப்பத்தைப் பற்றிய இயந்திரவியல் [தத்துவம்], குரோவ். ஐந்தாவது: டார்வின், லாமார்க், ஜீவ அணு, முதலியன (போராட்டம், குவியேயும் அகாஸிஸ்ஸும்). ஆறாவது: உடற்கூறுவியல், காலநிலையியல் (சமவெப்பக்கோடுகள்), மிருக, தாவர பூகோளவியல் (18வது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி முதல் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிப் பிரயாணங்கள்), பொதுவான பெளதிக பூகோளவியல் (ஹும் போல்ட்) ஆகியவற்றில் ஒப்பு நோக்கும் அம்சம், விஷயாதாரங்களை அவற்றின் பரஸ்பரத் தொடர்பை அனுசரித்துத் தொகுத்தல். விலங்கு, தாவர வடிவ அமைப்பியல் (கருவியல், பாயர்)*.

பழைய காரணகாரியவாதம் குப்பைத் தொட்டிக்குப் போயிற்று; ஆனால், சாகவத வட்டத்தில் இயங்கிச் செல்லும் வஸ்து குறிப்பிட்ட நியதிகளை அனுசரித்திருக்கிறது என்பதும் இந்த நியதிகள் திட்டமான கட்டத்தில்—ஒரு சமயம் இங்கும், ஒரு சமயம் அங்குமாக—உயிர்ப்புள்ள ஜீவிகளில் சிந்திக்கும் மனதை அவசியமாகவே தோற்றுவிக்கின்றன என்பதும் தற்போது உறுதியாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டது.

விலங்குகளின் சகஜமான வாழ்நிலை, அவை வாழும் தற்போதைய சூழ்நிலைகளாலும் பிற்சொன்னவைக்கேற்பத்

* கைப்பிரதியில் இதுவரைக்கும் குறிப்பின் வாசகம் ஒரு செங்குத்தான கோட்டால் அடிக்கப்பட்டுள்ளது; “முன்னுரை”யில் முதற்பகுதியில் (இந்த நூலின் 38-56ம் பக்கங்களைப் பார்க்க) இதை எங்கெல்ஸ் உபயோகப்படுத்தியதே காரணம். அரைகுறையாக “முன்னுரை”யின் இரண்டாவது பிரிவில் (56-70ம் பக்கங்கள்) பகுதியாக எடுத்தாளப்பட்டுள்ள அடுத்து வரும் இரண்டு பாராக்கள் அடிக்கப்படவில்லை.—(ப-ர்.)

தங்களை அமைத்துக்கொள்வதினாலும் அளிக்கப்பட்டுள்ளது; மனிதனுடையவையோ வெனில், குறுகிய பொருளில் அவன் விலங்கினிடமிருந்து தன்னை வித்தியாசப்படுத்திக்கொண்டவுடன் அவை எப்போதுமே ஆஜர் நிலையில் இருந்ததில்லை; அவை நிகழவிருந்த வரலாற்றுபூர்வமான வளர்ச்சியினால் நுணுக்கப்படுத்தப்பட வேண்டியிருந்தன. வெறும் விலங்கு நிலையிலிருந்து—அவனது சகஜமான நிலை அவனது உணர்வுக்கும் பொருந்தியதொன்றான, அவனாலேயே சிருஷ்டிக்கப்பட வேண்டியதொன்றானதாகும்—விடுபடுகிற பாதையை உழைத்து உருவாக்கும் திறன் படைத்த ஒரே மிருகம் மனிதன் மட்டுமேயாம்.

* * *

‘பாயர்பாக்’ கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது¹²⁷

[ஜெர்மனியில் 1850-60 ஆண்டுகளில் பொருள்முதல்வாதத்தை இழிநிலைப்படுத்தி விற்பனை செய்தவர்கள் தங்களுடைய ஆசிரியர்களின் இந்த வரையறைகளை எந்த விதத்திலும் கடந்து சென்றுவிடவில்லை.* அது முதற்கொண்டு இயற்கை விஞ்ஞானம் அடைந்த முன்னேற்றங்கள் அனைத்தும் அவர்களுக்குப் பிரபஞ்சத்தைச் சிருஷ்டித்த ஒருவனைப் பற்றிய நம்பிக்கைக்கு எதிரான வெறும் புதிய வாதங்களாக [மட்டுமே பயன்பட்டன]; உள்ளபடியாகவே, தத்துவம் மேற்கொண்டு வளர்க்கப்படுவது என்பது அவர்களின் தொழில் முறைக்கே புறம்பாக இருந்தது. 1848ன் காரணமாகக் கருத்து முதல்வாதம் கடும் அடியுண்டது ஆனால், பொருள்முதல்வாதம் இந்தப் புதிய வடிவத்தில் இன்னும் கீழ்நிலைக்குத் தாழ்ந்தது. இந்தப் பொருள்முதல்வாதத்திற்கு எவ்விதப் பொறுப்பையும் ஏற்க பாயர்பாக் மறுத்தது முற்றிலும் சரியே; ஆனால், மதப்பிரசார சஞ்சாரிகளின் கோட்பாட்டுடன் பொதுவாகப் பொருள்முதல்வாதத்தைப் போட்டுக் குழப்ப அவருக்கு எவ்வித உரிமையுமில்லை.

* அதாவது, 18வது நூற்றாண்டின் பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதிகள்.—(ப-ர்.)

ஆயினும் கூட அதே சமயத்தில் அனுபவவாத இயற்கை விஞ்ஞானம் பெரும் முன்னேற்றத்தை அடைந்து விசக்கத்தக்க பயன்களைப் பெற்றது; அதன் விளைவாக 18வது நூற்றாண்டின் யாந்திரீகமான ஒருதலைப்பட்சத் தன்மையை முழுமையாகவே கடந்துவிடுவது சாத்தியமாயிற்று என்பது மட்டுமன்றி, பல்வேறு விசாரணைத் துறைகளிடையே (இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல், முதலியன) இயற்கையிலேயே பரஸ்பரத் தொடர்புகள் நிலைவாழ்வதின் நிரூபணங்கள் காரணமாக இயற்கை விஞ்ஞானமே அனுபவவாதரீதியானதாக இருப்பதிலிருந்து தத்துவார்த்த விஞ்ஞானமாக மாற்றப்பட்டு, பெறப்பட்ட பலன்கள் பொதுமைப்படுத்தப்பட்டதினால் இயற்கையைப் பற்றிய பொருள்முதல்வாத அறிவின் ஓர் அமைப்பாகவும் மாறியது. வாயுக்களின் இயந்திரவியல்; உயிர்ப்பற்ற பொருட்சத்துகளிலிருந்து உயிர்ப்புள்ள கூட்டுப் பொருள்களை உண்டாக்கியதினால், புரிய முடியாத தன்மை என்பதின் கடைசி மிச்சசொச்சங்களை உயிர்ப்புள்ள கூட்டுப் பொருள்களிலிருந்து ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் களைந்தெறிந்த, புதிதாக உண்டான உயிர்ப்புள்ள பொருட்களின் இரசாயனவியல்; 1818லிருந்து தேதி குறிக்கப்படுகிற விஞ்ஞானரீதியான கருவியல்; பூகர்ப்பவியலும் தொல்லுயிரியலும்; தாவரங்கள், விலங்குகள் இவற்றின் ஒப்புநோக்கு உடற்கூறுவியல் இவையனைத்தும் எப்போதும் கண்டிராத அளவில் புதிய விஷயாதாரங்களை அளித்தன. இருந்த போதிலும், மூன்று மகத்தான கண்டுபிடிப்புகள் நிர்ணயமான முக்கியத்துவம் உடையனவாகும்.

முதலாவது, ஆற்றலின் நிலைமாறுதலைப் பற்றிய நிரூபணமாகும்; இது வெப்பத்தின் யாந்திரீகச் சமானம் (ராபர்ட் மாயர், ஜூல், கோல்டிங் இவர்களால்) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதிலிருந்து எழுந்ததாகும். இயற்கையில் உள்ள செயல்படுகிற எண்ணற்ற காரணங்கள் அனைத்தும் இதுவரை சக்திகள் என்ற பெயரில் — யாந்திரீக சக்தி, வெப்பம், கதிர்வீச்சு (ஒளி, கதிர்வீச்சு வெப்பம்), மின்விசை, காந்த இயல், கூடுகையும் பிரிகையும் உள்ள இரசாயனச் சக்தி—விளக்க இயலாத, மர்மம் சூழ்ந்த வாழ்நிலையைக் கொண்

டிருந்தன; இப்பொழுது அவை ஒரே ஆற்றலின், அதாவது இயக்கத்தின், வாழ்நிலைப் பாணிகளாக, பிரத்தியேக வடிவங்களாக நிரூபிக்கப்பட்டன. இயற்கையில் இடையறாது நடைபெறுகிற, ஒரு வடிவம் மற்றொன்றாக மாற்றம் அடைவது என்பதை நாம் வெளிப்படையாக எடுத்துக்காட்ட முடியும் என்பது மட்டுமல்ல, சோதனைச் சாலையிலும் தொழிலிலும் இந்த மாற்றத்தை நிகழ்த்தவும் முடியும்; ஒரு வடிவத்தில் உள்ள ஆற்றலின் குறிப்பிட்ட அளவு, பிறிதொரு வடிவத்தில் உள்ள ஆற்றலின் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு எப்போதுமே ஒத்திசைவு உள்ள வகையில் அதை நிகழ்த்த முடியும். இவ்விதமாக நாம் வெப்பத்தின் அலகை கிலோகிராம்-மீட்டர்களாகவும், மின்சார அல்லது இரசாயன ஆற்றலின் அலகுகளை அல்லது எந்த ஓர் அளவையும் மீண்டும் வெப்ப அலகுகளாகவும், பிறகு தலைமாறாகவும் வெளியிட முடியும்; அதேபோல ஓர் உயிர்ப்புள்ள அங்கஜீவி உண்ணும் ஆற்றலையும் உட்கிரகிக்கும் ஆற்றலையும் அளந்து நாம் விரும்பும் எந்த அலகிலும், உதாரணமாக, வெப்ப அலகுகளாகவும் சொல்ல முடியும். இயற்கையில் உள்ள இயக்கம் முழுவதின் ஐக்கியப்பட்ட தன்மை என்பது இனிமேற்கொண்டு ஒரு தத்துவவியல்ரீதியான உறுதிச் சொல்லாக அன்றி ஓர் இயற்கை விஞ்ஞான ஆதார உண்மையாகிவிட்டது.

காலத்தால் முந்தியதான இரண்டாவது கண்டுபிடிப்பு, ஷ்வான், ஷ்லைடென் இவர்கள் கண்டுபிடித்த உயிர்ப்புள்ள ஜீவ அணுவாகும்; மிகக் கீழ்ப்படியில் உள்ளவை நீங்கலாக மற்றெல்லா அங்கஜீவிகளும் பெருக்கத்தாலும், வேறுபடுதலாலும் உண்டாகி, வளருவதின் அலகாக இருப்பது ஜீவ அணுவாகும். இயற்கையின் உயிர்ப்புள்ள ஜீவிகளைப் பற்றிய விசாரணைக்கு—ஒப்பு நோக்கு உடற்கூறுவியல், உடலியல் இவ்விரண்டிற்கும், கருவியலுக்கும்—உறுதியான அஸ்திவாரத்தை இந்தக் கண்டுபிடிப்பு முதன்முதலாக அளித்தது. அங்கஜீவிகளின் பிறப்பு, வளர்ச்சி, அமைப்பு இவற்றைக் குறித்து இருந்த மர்மமான தன்மை களையப்பட்டது; இதுவரை புரிய இயலாதிருந்த அற்புத வித்தை எல்லாப் பல ஜீவ அணுக்களால் அமைந்த அங்கஜீவிகளுக்கும் சாராம்சத்தில் ஒரே ஒரு

விதியின்படி நிகழ்கிற மாற்றப்போக்குடன் இரண்டற ஒன்றிவிட்டது.

ஆனால் ஒரு முக்கியமான இடைவெளி இருக்கவே செய்தது. ஜீவ அணுப் பிரிவினை விதியின் பிரகாரம் பல ஜீவ அணுக்களால் அமைந்த அங்க ஜீவிகளும்—தாவரங்களும் மனிதன் உட்பட விலங்குகளும்—ஒவ்வொரு வழக்கிலும் ஒரே ஒரு ஜீவ அணுவிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன என்றால் இந்த அங்க ஜீவிகளிடையே உள்ள வரம்பற்ற வேறுபாடுகளின் தோற்று வாய்தான் என்ன? இந்த வினாவிற்கு மூன்றாவது கண்டுபிடிப்பான பரிணாமத் தத்துவம் பதில் அளித்தது; இது முதல் தடவையாக விரிவான ரீதியில் டார்வினால் நுணுக்கப்படுத்தப்பட்டு, ஊனுடையதாக்கப்பட்டது. விபரங்களைப் பொறுத்தவரை இந்தத் தத்துவம் இன்னும் எவ்வளவு மாறுதல்களை அடைந்த போதிலும், பிரச்சினையைப் போதுமான அளவுக்கு மேலேயே அது பிரதானமாக ஏற்கனவே தீர்த்துவிட்டது; ஒரு சில சாதாரண வடிவங்களிலிருந்து மேலும் மேலும் பல் வேறுவகைப்பட்ட, சிக்கல் மிகுந்த வடிவங்களாக, இன்றும் எதிர் நிற்பவைக்கொப்ப, மனிதன் வரைக்கும் நீண்டு நிற்கிற அங்கஜீவிகளின் பரிணாமத் தொடர்வரிசை பிரதான லட்சணங்களைப் பொறுத்தவரை ஸ்தாபிக்கப்பட்டுவிட்டது. இதன் புண்ணியத்தால், இயற்கையின் இன்று நிலைவாரமும் உயிர்ப்புள்ள வஸ்துக்களின் தொகுப்புகளை விளக்குவது சாத்தியமாயிற்று என்பதுமட்டுமல்ல, மிகக் கீழ்நிலையிலுள்ள அங்கஜீவிகளின் சாதாரண புரோடோபிளாஸத்திலிருந்து உருவ அமைப்பற்ற ஆனால் தூண்டுகைகளுக்குச் சுரணையுள்ள அதிலிருந்து—சிந்திக்கும் மனித மூளைவரைக்குமே மனதின் பல்வேறு வளர்ச்சிப் படிகளைச் சுவடுகாண்பதற்கும் மனிதனுடைய மனதின் வரலாற்றிற்கு முந்திய சரித்திரத்திற்கும் அடித்தளம் அமைக்கப்பட்டது. வரலாற்றிற்கு முந்திய இந்தச் சரித்திரம் இல்லையெனில், சிந்திக்கும் மனித மூளையின் இருத்தல் என்பது ஓர் அற்புதமாகவே இருந்து விடும்.

இந்த முப்பெரும் கண்டுபிடிப்புகள் வாயிலாக இயற்கையின் பிரதான மாற்றப்போக்குகளுக்கு விளக்கம் கிடைத்து, இயற்கைக் காரணங்களே குறிப்பிடப்பட்டன. இங்கு ஒரு

காரியம் இன்னும் செய்யப்பட வேண்டியுள்ளது: உயிர்ப்பற்ற இயற்கையிலிருந்து உயிர் பிறந்ததைப் பற்றிய விளக்கமே. விஞ்ஞானத்தின் இன்றைய கட்டத்தில், உயிர்ப்பற்ற பொருட்களிலிருந்து புரதப் பொருட்களைத் தயாரிப்பது என்பதற்குச் சற்றும் குறைவில்லாத பணி இதில் அடங்கியுள்ளது. இந்தப் பணியைச் செய்து முடிக்கும் தருவாயை இரசாயனவியல் மேலும் மேலும் நெருங்கிச் சமீபித்துக் கொண்டிருந்தாலும் அதிலிருந்து இன்னும் தொலைவிலேயே உள்ளது. ஆயினும் கூட, உயிர்ப்பற்ற பொருள்களிலிருந்து முதல் உயிர்ப்புள்ள பண்டமான சிறுநீர்வஸ்துவை 1828ல் தான் வோலர் என்பவர் தயாரித்தார் என்பதையும், உயிர்ப்புள்ள பொருட்களினறியே எவ்வளவு எண்ணற்ற உயிர்ப்புள்ள கூட்டுப் பொருட்கள் என்று சொல்லப்படுவன செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன என்பதையும் நம்மனதிலிருத்திப் பார்த்தால், புரதப் பொருள் நமக்கு எதிர்முட்டாக வந்தவுடன் இரசாயனவியலை நிற்கும்படி உத்தரவிட நாம் இணங்க மாட்டோம். எதனுடைய இரசாயன ஆக்கம் நுணுக்கமாக அறியப்பட்டுள்ளதோ அப்படிப்பட்ட ஒவ்வொரு உயிர்ப்புள்ள பொருளையும் தயாரிப்பது என்பது இதுவரை இரசாயன இயலுக்குச் சாத்தியமாக இருந்தது. புரதப் பண்டங்களின் ஆக்கம் அறியப்பட்டவுடன் உயிருள்ள புரதத்தைத் தயாரிக்கும் வேலையில் இரசாயனவியல் இறங்கும். மிகச் சாதகமான சூழ்நிலைகளில் எதை இயற்கை ஒரு சில வான்கோள்களில் செய்து முடிக்கப் பத்து லட்சக் கணக்கான ஆண்டுகள் பிடித்தனவோ அதைப் பொழுது விடிவதற்குள் இரசாயனவியல் சாதிக்க வேண்டும் எனக் கோருவது ஒரு மந்திரவித்தையைக் கோருவதற் கொப்பாகும்.

இவ்விதமாக, இயற்கையைப் பற்றிய பொருள்முதல்வாதக் கண்ணோட்டம் இன்று, சென்ற நூற்றாண்டில் இருந்ததைவிட, மிக உறுதியானதோர் அஸ்திவாரத்தின்மீது நிற்கிறது. அந்தச் சமயத்தில் வான்கோள்களுடையவும், புவி ஈர்ப்பின் ஆளுகைக்குட்பட்ட நிலவுலகத்துத் திடப் பொருட்களுடையவும் இயக்கம் மட்டுமே பூரணமாக அறியப்பட்டு இருந்தது; ஏறக்குறைய இரசாயனவியலின் துறைமுழுவதும்,

உயிர்ப்புள்ள இயற்கை முழுவதும் மர்மமாகவும், புரியப்படாமலும் இருந்தன. இன்று இயற்கை முழுவதுமே, பரல் பரத் தொடர்புகளின், மாற்றப் போக்குகளின் ஓர் அமைப்பாக நம்முன்னே விரிந்து கிடக்கிறது; அதனுடைய பிரதான லட்சணங்களாவது இன்று குறைந்த பட்சம் விளக்கப்பட்டு, புரியப்பட்டுள்ளன. எப்படியிருப்பினும், இயற்கையைப் பற்றிய பொருள்முதல்வாதக் கண்ணோட்டம் என்றால், எவ்வித அயல் கலப்புமின்றி, இயற்கையை உள்ளதை உள்ளவாறு எளிய முறையில் கருதுவது என்பதே பொருள். எனவே ஆரம்பகாலத்தில் இம்முறையிலேயே கிரேக்க தத்துவவியல் வாதிகள் விஷயங்களின் இயல்பான போக்காக அதைப் புரிந்திருந்தனர். ஆனால், அந்தப் பண்டைய கிரேக்கர்களுக்கும் நமக்குமிடையே இரண்டாயிரம் ஆண்டு காலத்துக்கு மேல் உலகத்தைப் பற்றிய சாராம்சமான கருத்துமுதல்வாதக் கண்ணோட்டம் நிலவி வந்துள்ளதால் சுயதெளிவுள்ள பார்வைக்குத் திரும்புவது என்பது முதலில் தென்படுவதைவிட அதிகக் கடினமானதாகும். ஏனெனில், இந்த இரண்டாயிரம் ஆண்டுகாலச் சிந்தனையின் உள்ளடக்கத்தைச் சுமமா தூக்கி எறிந்துவிடுவது என்பது எவ்வகையிலும் விஷயமல்ல; ஆனால், அதைப் பற்றிய விமர்சனம், இந்த இடைநிலை வடிவத்திலிருந்து விளைபயன்களை — கருத்துமுதல்வாதரீதியானதும் பொய்யானதுமான ஒரு வடிவத்திற்குள் இவை பெறப்பட்டன; இது அதன் காலத்திற்கும் பரிணாம வளர்ச்சிப் போக்கிற்கும் கூடத் தவிர்க்க முடியாததாக இருந்தது—வடித்துப் பெறுவதே பிரச்சினையாகும். இது எவ்வளவு கடினமானது என்பது, தங்களுடைய விஞ்ஞானத்தின் எல்லைக்குள் நிர்ந்தாட்சிணயமான பொருள்முதல்வாதிகளாகவும், ஆனால் அதற்கு வெளியே வெறும் கருத்துமுதல்வாதிகளாக மட்டுமின்றி, பக்திமிருந்த, ஏன் சனாதன கிறிஸ்தவர்களாகவும் கூட இருக்கிற அந்த எண்ணற்ற இயற்கை விஞ்ஞானிகளால் நமக்கு நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இந்தச் சகாப்தகரமான முன்னேற்றங்கள் அனைத்தும் பாயர்பாக்கைச் சாராம்சமாக எவ்விதத்திலும் பாதிக்காமலேயே அவரைக் கடந்து சென்

றன. இது அவருடைய பிழை என்பதைவிட, பரிதாபகரமான ஜெர்மன் சூழ்நிலைகளின் பிழையே என்பது பொருந்தும்; இவற்றின் காரணமாக சர்வகலாசாலைப் பேராசிரியர் பதவிகள் மண்டை காலியான, கதம்பத் தத்துவவாதிகளான மயிர் பிளந்து வாதிப்பவர்களால் நிரப்பப்பட்டிருந்தன; அதே பொழுதில் இவர்களைவிடப் பன்மடங்கு மேம்பட்டு நின்ற பாயர்பாக் கிராமத்தில் ஒதுங்கிய தனிமையில் ஏறக்குறைய நாட்டுப் புறத்தானாகும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டார். ஆகவேதான் அவர் இயற்கையைப் பற்றிய விஷயத்தில் அவ்வளவு உழைப்பையும்—அதில் ஒரு சில உன்னதமான பொதுக் கருத்துகள் இருந்தாலும்—சாரமற்ற இலக்கிய நடைமையில் வீணாக்கினார். அவர் இவ்விதமாகக் கூறுகிறார்:

“உயிர் என்பது ஓர் இரசாயன மாற்றப்போக்கின் விளைபயன் அல்ல; அல்லது இயக்க மறுப்பியல் பொருள்முதல் வாதி அதைக் குறுக்குவதுபோல அது ஒரு துண்டித்துப் போன இயற்கைச் சக்தி அல்லது இயல் நிகழ்ச்சியின் பொதுவான விளைபயனும் அல்ல; அது இயற்கை முழுவதின் விளைபயனாகும்.”¹²⁸

உயிர் என்பது இயற்கை முழுவதின் விளைபயன் என்பது, உயிரின் தனிவிலக்கான சுயேச்சையான தாங்கியாகவுள்ள புரதப் பொருள் இயற்கையினுடைய பரஸ்பரத் தொடர்பு முழுவதினாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிற திட்டமான சூழ்நிலைகளின்கீழ் தோன்றுகிறது என்பதை எவ்வகையிலும் முரண்படுத்துவதில்லை; ஆனால், அது ஓர் இரசாயன மாற்றப்போக்கின் மிகப் பொருந்திய விளைவாகவே உண்டாகிறது. < இயற்கை விஞ்ஞானத்தினுடைய வளர்ச்சியை மேலெழுந்தவாரியாகவாவது பின்பற்றும் சூழ்நிலைகளில் பாயர்பாக் வாழ்ந்திருந்தாரெனில் இயற்கையினுடைய துண்டித்துப் போன சக்தியின் பயனே ஓர் இரசாயன மாற்றப்போக்கு என்று அவர் பேசுகிற நிலைமை ஏற்பட்டிராது. >* சிந்தனைக்கும் சிந்திக்கும் உறுப்பாகிய மூளைக்கும் உள்ள சம்பந்தத்

* இந்த வாக்கியத்தை எங்கெல்ஸ் அடித்துவிட்டார்.—(ப-ர்.)

தைப் பற்றிய வறட்சியான ஊகப்புனைவுகளின் ஒரு வட்டத்திற்குள் பாயர்பாக்—இத்துறையில் ஷ்டார்ட்கே அவரை மண்பூர்வமாகப் பின்பற்றிச் செல்கிறார்—சிக்கிக்கொள்வதற்கும் அவருடைய தனிமையே பொறுப்பாகும்.

போதும், பாயர்பாக் பொருள்முதல்வாதம் என்ற பெயரை எதிர்த்துக் கலகம் புரிகிறார்.¹²⁹ இதற்குப் பூரணமாகவே காரணம் இல்லாமல் போகவில்லை; ஏனெனில் அவர் கருத்துமுதல்வாதியாக இருப்பதிலிருந்து பூரணமாக எப்போதுமே விடுபடவில்லை. இயற்கையின் துறையில் அவர் ஒரு பொருள்முதல்வாதி; ஆனால் மனிதத் துறையில் [...].*

* * *

கடவுள் நம்பிக்கையுள்ள இயற்கை விஞ்ஞானிகளால் கடவுள் மோசமாக நடத்தப்பட்டதைப்போல வேறு யாராலும் நடத்தப்படவில்லை. பொருள்முதல்வாதிகள் அப்படிப்பட்ட சொற்றொடர்களை உபயோகிக்காமல் ஆதார உண்மைகளைச் சும்மா விளக்கம் செய்கின்றனர்; விடாக் கண்டர்களான பக்தியுள்ள கடவுள் நம்பிக்கையாளர்கள் கடவுளைத் தங்களமீது திணிக்கும்போது இதை முதலில் அவர்கள் செய்கின்றனர்; அப்பொழுதும் கூட அவர்கள் லாப்ளாஸைப் போல வெட்டென “Sire, je n'avais pas, etc.”¹³⁰ என்கிற சொற்றொடர்களாலோ அல்லது ஜெர்மன் நாட்டுப் பிரயாண வியாபாரிகள் தங்களது கழிசடைச் சரக்குகளை டச்சு வியாபாரிகளின்மீது திணிக்கும்போது பின்சொன்னவர்

* “ஓ. பாயர்பாக்” நூலின் அசல் கைப்பிரதியின் 19ம் பக்கம் இத்துடன் முடிவடைகிறது. இந்த வாக்கியத்தின் முடிவு அடுத்த பக்கத்தில் வருகிறது; ஆனால் அது நமக்குக் கிடைக்கவில்லை. “ஓ. பாயர்பாக்” கின் அச்சான பிரதியின் வாசகத்தின் அடிப்படையில் அந்த வாக்கியம் கிட்டத்தட்டக் கீழ்க்கண்டவாறு என உத்தேசிக்கலாம்: “மனித வரலாற்றுத் துறையில் அவர் ஒரு கருத்துமுதல்வாதியே.”—(ப-ர்.)

கள் “Ik kan die zaken niet gebruiken”* என்று வழக்கமாகக் கூறும் முரட்டுத்தனத்துடனே பதில் கூறுகின்றனர்; அத்துடன் விஷயம் முடிந்து போகிறது. ஆனால், தன்னைப் பாதுகாப்பவர்களின் கையில் கடவுள் என்ன பாடுபடுகிறார்! யேனா சண்டையில் மூன்றாவது பிரெடெரிக் வில்லியம் மன்னரை எவ்வாறு அவருடைய படைத்தளபதிகளும் அதிகாரிகளும் நடத்தினரோ அதைப்போல நவீன இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றில் கடவுளை அவருடைய பாதுகாவலர்கள் நடத்துகின்றனர். விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் முன்னே ராணுவத்தின் ஒரு படைப்பிரிவுக்குப்பின் மற்றொன்று ஆயுதங்களைக் கீழே வைத்து சரணடைகிறது, ஒரு கோட்டைக்குப் பின் மற்றொன்று சரணடைகிறது; கடைசியில் வரம்பற்ற இயற்கை உலகத்தையே விஞ்ஞானம் ஜெயித்து வெற்றிவாகை சூடுகிறது; பின், சிருஷ்டிகர்த்தாவுக்கு அதில் இடமில்லாமல் போகிறது. நியூட்டன் தமது சூரிய மண்டலத்தில் கடவுளுக்கு “முதல் தூண்டுகை” அளவுக்கு மட்டுமே அனுமதித்து, அதற்குமேல்கொண்டு அவர் தலையிட இடமளிக்கவில்லை. செக்கி பாதிரியார் தமது சூரிய மண்டலத்திலிருந்து அவரை வணங்கி, விடைகொடுத்தனுப்பிவிடுகிறார்; இதைத் திருச்சபையின் எல்லா விதிமுறைகளின்படியே அவர் செய்வது உண்மையேயானாலும், நறுக்குத் தெறித்தாற்போலச் சற்றும் குறைவின்றியே செய்கிறார்; தொடக்கக் கால ஒளிமுகிலைச் சிருஷ்டிக்கும் ஒரு செயலை மட்டுமே அவருக்கு அனுமதிக்கிறார். எல்லாத் துறைகளிலும் இவ்வாறே. உயிரியலில் அவருடைய கடைசி மகத்தான டான் க்விக்கஸாட் ஆன அகாஸிஸ் கடவுளை உருப்படியான முட்டாள்தனத்திற்கும் கூடப் பொறுப்பாக்குகிறார்; கடவுள் உண்மையான விலங்குகளை மட்டுமன்றி, மீன்களைப் போன்ற ஸ்தூலமற்ற மிருகங்களைக் கூடப்படைத்ததாகக் கருதப்படுகிறது!** இறுதியாக டிண்டல் என்பவர் கடவுள் இயற்கைக்குள் நுழைவதைப் பூரணமாகவே

* “அப்பொருட்களால் எங்களுக்கு யாதொரு பயனுமில்லை.”—(ப-ர்.)

** இந்நூலின் 336-341 பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

தடைசெய்து, அவரை உணர்ச்சி சம்பந்தமான மாற்றப் போக்குகளின் துறையோடு ஒதுக்கிவிடுகிறார், கடவுளை இந்த அளவுக்கு அனுமதிப்பது ஏனெனில் என்னதான் இருந்தாலும் ஜான் டிண்டலைவிட இந்த விஷயங்களை (இயற்கையை)ப் பற்றி அதிகமாக அறிந்த யாராவது ஒருவர் இருக்க வேண்டுமல்லவா.¹³¹ வானம், பூமி இவற்றின் சிருஷ்டிகர்த்தாவும், எல்லாவற்றையும் நடத்திவைப்பவரும் ஆன — அவரின்றி ஒரு ரோமம்கூடத் தலையிலிருந்து விழ இயலாது — அந்தப் பழைய கடவுளிலிருந்து விலகி எவ்வளவு தூரம் வந்து விட்டனர்!

டிண்டலின் உணர்ச்சி பூர்வமான தேவை எதையும் நிரூபிப்பதில்லை. ஷெவலியே தெ கிரீயேகூட மானோ லேஸ் கோ என்பவளைக் காதலிக்கவும் தனது உடைமையாக்கிக் கொள்ளவும் உணர்ச்சி பூர்வமான தேவை கொண்டிருந்தான்; அவள் தன்னையும் அவளையும் சேர்த்துப் பல தடவைகளிலும் விற்றுக்கொண்டாள்; அவளுக்காக அவன் சீட்டாட்டத்தில் ஏமாற்றுகிறவனாகவும், கூட்டிக் கொடுக்கிறவனாகவும் மாறினான்; அவளை டிண்டல் கடிந்துரைப்பதெனில் அவன் உடனே தனது “உணர்ச்சி பூர்வமான தேவை”யைச் சுட்டிக் காட்டிப் பதிலளிப்பான்!

கடவுள்-nescio*; ஆனால் ignorantia non est argumentum** (ஸ்பினோஸா).¹³²

* தெரியாது.—(ப-ர்.)

** அறியாமை என்பது வாதக்கூறு ஆகாது.—(ப-ர்.)

[இயற்கையியலும் தத்துவவியலும்]

* * *

புஹ்னர்¹³³

கருத்துப் போக்கின் தோற்றம். ஜெர்மன் தத்துவவியல், பொருள்முதல்வாதம் என்ற பாதையைத் தழுவினது—விஞ்ஞானத்தின்மீதுள்ள கட்டுப்பாடு அகற்றப்பட்டது—விஞ்ஞானக் குறைவை ஈடு செய்யும் பொருள்முதல்வாதத்தைப் பொதுமக்கள் புரிந்துகொள்ளக்கூடிய வகையில் மேலோட்டமாகப் பரப்பியதின் திடீர்த் தொடக்கம். பூர்ஷ்வா ஜெர்மனி, அதிகாரபூர்வமான ஜெர்மன் விஞ்ஞானம் ஆகியவற்றில் மிக ஆழ்ந்த சீரழிவு ஏற்பட்ட போது—1850-60 ஆண்டுகளில்—அதன் மலர்ச்சி. வேல்க்ட், மொலிஷோட், புஹ்னர். பரஸ்பர உத்தரவாதம். இந்தக் கனவான்களால் உடனே ஏகபோகமயமாக்கப்பட்ட டார்வினிஸம் மோஸ்தருக்கு வந்ததினால் உண்டாக்கப்பெற்ற புதிய தூண்டுதல்.

ஒருவன் அவர்களை அசட்டை செய்திருக்கலாம்; ஜெர்மன் பிலிஸ்டைனுக்கு நாஸ்திகம் முதலானவற்றைப் போதிக்கும்—வரையறுக்கப்பட்டிருந்தாலும் போற்றுகிறகுரிய—பணிக்கு அவர்களை விட்டுவிட்டிருக்கலாம், ஆனால் இரண்டு விஷயங்கள் அதற்குத் தடங்கலாக இருக்கின்றன: 1. எது எவ்வாறு இருப்பினும் சரி ஜெர்மனியின் பெருமையாக விளங்கும் தத்துவவியலை அவர்கள் இழிவுபடுத்துவது (இங்கே சில பகுதிகளை மேற்கோள் காட்ட வேண்டும்),* 2. இயற்

* புஹ்னர் தத்துவவியலை ஒரு வறட்டுத் தத்துவவாதி என்ற முறையில் மட்டுமே அறிவார்; அவர் ஜெர்மன் அறிவொளிச் சகாப்தம் என்று சொல்லப்படுவதின் மிகமேலோட்டமான பிரதிப்பிம்பப் போக்கை வறட்டுத்தனமாகப் பின்பற்றியவர்; இந்த அறிவொளிச் சகாப்தம், நிக்கொலாயி,

கையைப் பற்றிய தத்துவங்களைச் சமூகத்துக்கும் சோஷலிஸத்தைச் சீர்திருத்தும் வேலைக்கும் தாங்கள் பயன்படுத்தி விட்டதாக அவர்கள் பெருமை அடித்துக்கொள்கிறார்கள். இவ்வாறு நாம் அவர்கள்மீது கவனம் செலுத்தும்படி நம்மை நிர்ப்பந்திக்கிறார்கள்.

முதன்முதலில் அவர்கள் தங்களுடைய சொந்தத் துறையில் சாதிப்பது என்ன? மேற்கோள்கள்.

2. 170-171ம் பக்கங்கள், திரும்புமுனை. இந்த எதிர் பார்க்காத ஹெகலியவாதம் எங்கிருந்துதான் தோற்றமளிக்கிறது?¹³⁵ இயக்க இயலுக்கு மாற்றம்.

இரண்டு தத்துவவியல் கருத்துப் போக்குகள்; ஒன்று நிலையான வகைப்பிரிவுகளுடன் கூடிய இயக்க மறுப்பியல் போக்காகும், மற்றொன்று நிலையற்ற வகைப்பிரிவுகளுடன் கூடிய இயக்க இயல் போக்காகும் (அரிஸ்டாட்டிலும், குறிப்பாக ஹெகலும்); அடிப்படையும் பயனும், காரணமும் விளைவும், ஒற்றுமையும் மாறுபாடும், தோற்றமும் சாரமும் என்ற இந்த நிலையான எதிரிடைகள் ஊர்ஜிதம் செய்ய முடியாதவை என்பதுபற்றியதும் ஒரு துருவத்தில் மற்றொன்று in nuce* இருக்கிறது என்பதைப் பரிசீலனை எடுத்துக்காட்டுகிறது என்பதுபற்றியதும் ஒரு குறிப்பிட்ட முனையை அடைந்தவுடன் ஒரு துருவம் மற்றொன்றாக மாறுகிறது என்பதுபற்றியதும் இந்த அதிகமாகும் முரண்பாடுகளிலிருந்துதான் தர்க்கம் முழுவதும் எழுகிறது என்பதுபற்றியதுமான ருசுக்கள்.—ஹெகலில் மர்மமான தன்மையுடைய எதோ ஒன்று மறைந்திருக்கிறது; ஏனெனில் இந்த வகைப் பிரிவுகள் எல்லாவற்றுக்கும் முந்தியவையாகவும் யதார்த்த உலகத்தின் இயக்க இயல் அவற்றின் வெறும் பிரதிபலிப்பாகவும் காட்சியளிக்

வால்டேரின் மனதைப் புரிந்துகொள்ளத் தவறியதுபோல, மாபெரும் பிரெஞ்சு பொருள்முதல்வாதிகளின் மனதையும் இயக்க ஆற்றலையும் புரிந்துகொள்ளத் தவறிவிட்டது (இதைப் பற்றி ஹெகலைப் பார்க்க). லெஸ்லிங் என்பவரின் “செத்தநாய் ஸ்பிளோஸா”¹³⁴ ([ஹெகல்] “Enzyklopädie”, முன்னுரை, 19ம் பக்கம்.) [என்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

* கருவிலேயே.—(ப-ர்.)

கின்றன. உண்மையில் விஷயம் இதற்கு நேர்மாறாக இருக்கிறது: மனதின் இயக்க இயல் யதார்த்தமான உலகத்தில் காணப்படும் இயக்கவடிவங்களின்—இயற்கை, வரலாறு இரண்டின்—பிரதிபிம்பமே. கடந்த நூற்றாண்டின் இறுதி வரையிலும், 1830ம் ஆண்டு வரையிலும், இயற்கையியல் வாதிகள் எப்படியோ பழைய இயக்க மறுப்பியலின் உதவியோடு சமாளித்துக் கொண்டு வந்தார்கள்; ஏனெனில் உண்மையான விஞ்ஞானம் புவி, அண்டவெளி இயந்திரவியலுக்கு அப்பால் செல்லவில்லை. இருந்தாலும் கீழ்நிலைக் கணிதவியலின் நிரந்தர உண்மையைத் தூக்கி எறியப்பட்ட ஒரு கருத்தோட்டமாகக் கருதுகிறதும் அடிக்கடி அதற்கு நேர்மாறானதை வலியுறுத்துகிறதும் கீழ்நிலைக் கணிதவியல்வாதிகளுக்குச் சத்த அபத்தமாகத் தோன்றுகிற புதிய யோசனைகளை முன்வைக்கிறதமான உயர்நிலைக் கணிதவியல் ஏற்கனவே குழப்பத்தை ஏற்படுத்திவிட்டது. இதில் நிலையான வகைப்பிரிவுகளுக்கு இடமில்லை; கணிதவியல் ஒரு குறிப்பிட்ட துறைக்குள் பிரவேசித்தது; இந்தத் துறையில் பொழிப்பான அளவினுடையது, சீர்கேடான முடிவிலா எண்ணினுடையது போன்ற சாதாரண உறவுகளும் கூட முற்றிலும் இயக்க இயல் வடிவத்தை எடுத்துக்கொண்டு கணிதவியல்வாதிகளை அவர்கள் விருப்பத்திற்கெதிராகவும் தன்னுணர்வின்றியும் இயக்க இயல்வாதிகளாக மாறச் செய்தன. இந்த முரண்பாட்டைத் தீர்க்கவும் உயர்நிலைக் கணிதவியலையும் கீழ்நிலைக் கணிதவியலையும் சமரசப்படுத்தவும் தங்களால் மறுக்கமுடியாப் பயன் எனப்பெறப்பட்டது சத்த அபத்தம் அல்ல என்பதைத் தங்களுடைய அறிவுக்குத் தெளிவுபடுத்தவும் பொதுவாக முடிவிலா எண் பற்றிய கணிதவியலின் தொடக்கப் புள்ளி, முறை, பயன் இவற்றைப் பகுத்தறிவுக்கேற்ப விளக்கவும் கணிதவியல்வாதிகள் பிரயோகித்துவரும் சூழ்ச்சிகளையும், தந்திரங்களையும், விசேஷ முறைகளையும் விட வேடிக்கையானது எதுவும் இல்லை.

இப்பொழுதோ எல்லாம் மாறிவிட்டது. இரசாயனவியல், பொளதிகப் பொருள்களின் வகுபடக்கூடிய பொழிப்பான தன்மை, சீர்கேடான முடிவிலா எண்—அணுவியல்.

Confession *Naturhistoriker!*

Angenommen der Mensch ist ein Wesen, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt, so ist die Welt für ihn ein Ganzes, welches er durch die Sinne wahrnimmt. Die Sinne sind die Fenster der Seele, durch welche die Welt in die Seele tritt. Die Seele ist ein Inneres, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt. Die Sinne sind die Fenster der Seele, durch welche die Welt in die Seele tritt. Die Seele ist ein Inneres, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt.

Die Seele ist ein Inneres, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt. Die Sinne sind die Fenster der Seele, durch welche die Welt in die Seele tritt. Die Seele ist ein Inneres, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt. Die Sinne sind die Fenster der Seele, durch welche die Welt in die Seele tritt. Die Seele ist ein Inneres, welches die Welt durch die Sinne wahrnimmt.

“இயற்கையின் இயக்க இயல்”லின் தாள்கட்டினுடைய முதல் பக்கம்

உடலியல்—ஜீவ அணு (தனிப்பட்ட ஜீவிகள், இனங்கள் இரண்டும் மாற்றமுற்று வளர்ச்சியடையும் அங்ககப் போக்கு பகுத்தறிவுக்கேற்ற இயக்க இயலை மிக்க நம்பிக்கையூட்டும் முறையில் ஊர்ஜிதம் செய்கிறது), கடைசியாக வகைப் பிரிவுகளின் மாறாத நிலைக்கு முடிவு கட்டிவிட்ட இயற்கைச் சக்திகளின் ஒற்றுமையும் அவற்றில் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறக் கூடிய தன்மையும். இருந்தாலும் இயற்கையியல்வாதிகளில் பெரும்பாலோர் பழைய இயக்க மறுப்பியல் வகைப் பிரிவுகளில் சிக்கிக் கொண்டிருக்கின்றனர், இயற்கையிலுள்ள இயக்க இயலை மெய்ப்பிப்பவை என்று சொல்லக்கூடிய இந்த நவீன ஆதாரக்கூறுகளைப் பகுத்தறிவுக்கிசைவான முறையில் விளக்கி அவற்றை ஒன்று மற்றொன்றுடன் சம்பந்தப்படுத்த வேண்டியவரும்போது இந்த இயற்கையியல்வாதிகள் திக்கற்ற வர்களாக நிற்கிறார்கள். இங்கே சிந்திப்பு இன்றியமையாதது; அணுக்கள், மூலக்கூறுகள், முதலானவற்றை மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலம் பார்க்க முடியாது; சிந்தனை இயக்கப்போக்கின் மூலமே பார்க்க முடியும். (ஹெகலின் நூல்களுடன் பரிச்சயம் செய்துகொண்ட ஷோர்லெமரைத் தவிர) இரசாயனவாதிகளையும் விர்ஹோவின் “ஜீவ அணுக்களைப் பற்றிய பிணியியல்” என்ற நூலையும்—இதில் பொதுவான சொல்லுக்குகள் ஆசிரியரின் திறமையின்மையை மூடிமறைப்பதை நோக்கமாகக் கொண்டவை—ஒப்பிட்டுப் பாருங்கள். தர்க்கவியலின் கீழ்நிலைக் கணிதவியலாகவும், அதன் அன்றாட ஆயுதங்களாகவும் தோன்றுகிற நிலையான வகைப்பிரிவுகள் போதிய வையாக இருந்த துறையை விட்டுவிட்ட இயற்கையியலுக்கு மாயாவாதத்திலிருந்து விடுவிக்கப்பட்ட இயக்க இயல் இன்றியமையாதது ஆகிறது. இயற்கையியல் தத்துவவியலைக் கைவிட்டதற்காகப் பிந்தியது முந்தியதைத் தன் மரணத்திற்குப் பிறகு கூடப் பழிவாங்குகிறது; இயற்கையியலில் தத்துவவியல் அடைந்த சாதனைகளிலிருந்து, தங்களது விசேஷச் சொந்தத் துறையிலும் கூடத் தங்களை விட உயர்ந்த ஏதோ ஒன்று தத்துவவியலுக்கு இருப்பதை விஞ்ஞானிகள் பார்த்திருக்கமுடியும் (லைப்னிட்ஸ்—முடிவிலா எண் பற்றிய கணிதவியலின் ஸ்தாபகர்; அவருடன் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும் போது

தொகுப்பாய்வு முறையைப் பின்பற்றும் கமுதையான நியூட்டன்¹³⁶ கருத்துத் திருடராகவும்¹³⁷ மோசக்காரராகவும் தோன்றுகிறார்; காண்ட்—லாப்ளாஸுக்கு முன்பிரபஞ்சத்தின் பிறப்பு பற்றிய தத்துவத்தை வகுத்தவர்; ஓகென்—பரிமள வளர்ச்சித் தத்துவத்தை ஜெர்மனியில் முதன்முதலில் முன்வைத்தவர்; ஹெகல்—அவர் இயற்கை விஞ்ஞானங்களை [...]” பூர்ணமாகப் பரிசீலனை செய்து அவற்றைப் பகுத்தறிவுக்கேற்ப வகைப்படுத்தியது முழு மொத்தமாக எடுத்துக்கொண்ட எல்லாப் பொருள்முதல்வாத வகைப்பட்ட முட்டாள்தனங்களைவிடப் பெரிய வெற்றியாகும்).

பிழைப்புப் போராட்டத்தின் அடிப்படையில் சோஷலிஸம், அரசியல் பொருளியல் இவற்றின்மீது புஹ்னர் தீர்ப்பளிக்கும் தைரியத்தைக் குறித்து: செருப்புத் தைக்கும் தொழிலைப்பற்றி ஹெகல் (“Enzyklopädie”, I, 9ம் பக்கம்).¹³⁸ அரசியல், சோஷலிஸம் இவற்றின் சம்பந்தமாக உலகம் எதிர்பார்த்திருந்த பகுத்தறிவு, 11ம் பக்கம்.¹³⁹ பிரிவு, சகவாழ்வு, தொடர்ச்சி. ஹெகல், “Enzyklopädie”, 35ம் பக்கம்! புலன்களால் உணரக்கூடிய தன்மை, கருத்து ஆகியவற்றை நிர்ணயித்தல் என்ற வகையில்.¹⁴⁰

ஹெகல் “Enzyklopädie”, 40ம் பக்கம். இயற்கை நிகழ்ச்சிகள்¹⁴¹—புஹ்னர் அவற்றைப் பற்றிச் சிந்திக்காமல் வெறுமே பெயர்த்து எழுதுகிறார்; ஆகவே அது பயனற்றது.

42ம் பக்கம். லொலோன் என்பவரின் சட்டங்கள் “அவர் மூளையிலிருந்து உற்பத்தியானவை”—நவீன சமூகத்தின் விஷயத்தில் புஹ்னர் அதுபோலச் செய்ய முடியும்.

45ம் பக்கம். இயக்க மறுப்பியல் — பொருள்களைப் பற்றிய விஞ்ஞானம்—இயக்கங்களைப் பற்றியதல்ல.

53ம் பக்கம். “எந்த அறிவு யதார்த்தத்தை ஆராயத் தொடங்குகிறது என்பதை அனுபவத்தில் எல்லாம் சார்ந்திருக்கிறது. பேரறிவு அதன் அனுபவத்திலும் பெரியது;

* இங்கே மூலப்பிரதியில் ஒரு சொல் மைக் கறையினால் முடப்பட்டிருப்பதால் அதனைப் படிக்க முடியவில்லை.—(ப-ர்.)

நிகழ்ச்சிகளின் விசித்திரமான ஆட்டத்தில் அது உண்மையில் முக்கியமான அம்சத்தை உடனே கவனிக்கும்.”

56ம் பக்கம். தனிநபருக்கும் வரலாற்றுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை¹⁴² = கருவியலுக்கும் தொல்லுயிரியலுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை.

* * *

பூரியே ஒரு கணிதவியல் கவிதையாக¹⁴³ இருந்தாலும் இன்னும் முக்கியமானவராகத் திகழ்வதைப்போல ஹெகல் ஓர் இயக்க இயல் கவிதையாகத் திகழ்கிறார்.

* * *

நுண் துளையுடைமை பற்றிய தவறான சித்தாந்தத்தை (அதன்படிப் பலவகைப்பட்ட கற்பிதமான பொருள்கள்— கலோரிக், முதலானவை — ஒன்று மற்றொன்றின் நுண் துளைகளில் இருக்கின்றன; எனினும் ஒன்று மற்றொன்றில் ஊடுருவிச் செல்வதில்லை) ஹெகல் சுத்த மனோகற்பனை யெனச் சித்தரிக்கிறார் (“Enzyklopädie”; I, 259ம் பக்கம். அவருடைய “Logik” என்ற நூலையும் பார்க்க¹⁴⁴).

* * *

ஹெகல், “Enzyklopädie”, I, 205-206ம் பக்கங்கள்,¹⁴⁵ அக்காலத்தில் நிலவிய பௌதிகக் கருத்தோட்டங்களுக்கு மாறான, அணு எடைகள் பற்றியும் தீர்ப்பு கொடுக்க வெண்டிய சிந்தனை நிர்ணயிப்புகள் என்ற முறையில் கருதப்படுகிற அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் ஆகியவற்றைப் பற்றியும் தீர்க்கதரிசனம் நிறைந்த பகுதி.

* * *

ஹெகல் இயற்கையை ஒதுங்கிநிற்கும் நிரந்தரக் “கருத்தின்” ஒரு வெளியீடாக எண்ணுகிறார் என்றால், அது இவ்வளவு கடுமையான குற்றமாக இருந்தால், விலங்கு, தாவர

வடிவ அமைப்பியல்வாதியான ரிச்சார்ட் ஓவனைப் பற்றி நாம் என்ன சொல்ல வேண்டும்?

“ஆரம்பகால மூலக்கருத்து, இதை உண்மையில் எடுத்துக் காட்டும் விலங்கு இனங்கள் நிலவுவதற்கு வெகு காலத்துக்கு முன் இந்தக் கோளப் பரப்பின்மீது பல மாறுபட்ட உருவங்களில் வெளிப்பட்டது.” (“Nature of Limbs”, 1849.)¹⁴⁶

இதைப் பற்றிக் கருத்தில் ஒன்றும் கொள்ளாத மாயா வாதியான இயற்கையியல்வாதி இந்தச் சொற்களைச் சொன்னால் எல்லோரும் நிம்மதியோடு விட்டுவிடுகிறார்கள்; ஆனால் திரிபுற்ற வடிவத்தில் தோன்றினாலும் உண்மையில் சரியாக இருக்கும் ஒன்றினைக் கருத்தில் கொண்ட ஒரு தத்துவவியல் வாதி அதே அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டால் அது மாயா வாதம், மிகக் கடுமையான குற்றம் ஆகிறது.

* * *

இயற்கையியல் வகைப்பட்ட சிந்தனை. சிருஷ்டியைப் பற்றிய அகாஸிஸின் திட்டம்; அதன் பிரகாரம் சிருஷ்டி வேலையின் போது கடவுள் பொதுவானதிலிருந்து குறிப்பிட்டதை, தனிப்பட்டதை நோக்கியுள்ள வழியில் சென்றார். ஆரம்பத்தில் அவர் முதுகெலும்பிகளின் முழு இனத்தையும், பாலூட்டும் விலங்கினத்தையும், பிறகு ஊனுண்ணும் விலங்குகளின் முழு இனத்தையும், பூனைகளின் முழு இனத்தையும் படைத்துவிட்டு பின்புதான், கடைசியாக, சிங்கங்கள் முதலானவற்றைப் படைத்தார்! அதாவது ஸ்தூலமான பொருட்களின் வடிவத்தில் பொழிப்பான கருத்துகளை முதன் முதலில் சிருஷ்டித்துவிட்டு பின்பு ஸ்தூலமான பொருட்களைப் படைத்தார்! (ஹெக்கல், 59ம் பக்கம் பார்க்க.)¹⁴⁷

* * *

ஓகென் வழக்கில் (ஹெக்கல், 85ம் பக்கமும் பின்வருவனவும்) இயற்கையிலுக்கும் தத்துவவியலுக்கும் உள்ள இருமைத்தன்மையிலிருந்து எழுந்த அபத்தம் தெளிவாகக்

காணப்படுகிறது. சிந்தனையின் வழியாக ஓகென் புரோடோ பிளாஸ்தையும் ஜீவ அணுவையும் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்; ஆனால் இந்த விஷயத்தை இயற்கையியல் ஆராய்ச்சியின் மூலம் பரிசீலிக்கும் எண்ணம் ஒருவருடைய தலையிலும் ஏறவில்லை— இது சிந்திப்பின் மூலமாகச் சாதிக்கப்பட நேர்ந்தது! புரோடோபிளாஸமும் ஜீவ அணுவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட போது ஓகென் எல்லாரது மதிப்பையும் இழந்துவிட்டிருந்தார்!

* * *

ஹாப்மான் (“Ein Jahrhundert Chemie unter den Hohenzollern”) இயற்கையியல் தத்துவத்திலிருந்து மேற்கோள்களை எடுத்துக் காட்டுகிறார். ஓவ்வோர் உண்மையான ஹைகலிய வாதியாலும் நிராகரிக்கப்பட்ட நூலாசிரியரான ரோஸன்சு ரான்ட்ஸ் புத்தகத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு மேற்கோள். மார்க்கிராப் என்பவரால் பீட் சர்க்கரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்கு ஹோஹன்ட்ஸொல்லர்ன் வமிசத்தாரை ஹாப்மான் பொறுப்பாளிகள் ஆக்குவது எவ்வளவு முட்டாள்தனமாக இருக்கிறதோ அதே அளவு ரோஸன்சுரான்ட்ஸின் கூற்றுக்கு இயற்கைத் தத்துவவியலைப் பொறுப்பாளி ஆக்குவது முட்டாள்தனமாகும்.¹⁴⁸

* * *

சித்தாந்தமும் அனுபவவாதமும்.—பூமி ஓரளவு தட்டையாக இருப்பதை நியூட்டன் தத்துவரீதியாக ஸ்தாபித்து விட்டார்; நீண்ட காலத்துக்குப் பிறகு காஸ்ஸினி குடும்பத்தாரும்¹⁴⁹ மற்ற பிரெஞ்சுக்காரர்களும் தங்களுடைய அனுபவபூர்வமான அளவிடுதல்களின் மூலமாக, பூமி நீள்வட்டமாகவும் துருவ அச்சு மற்றவற்றைவிட மிகவும் நீளமாகவும் இருக்கின்றன என்றும் சாதித்தார்கள்.

* * *

ஒருவன், எடுத்துக்காட்டாக, தா. தாம்ஸன் நூலில் (“On Electricity”¹⁵⁰) டேவியைப் போன்றவர்களும், பார

டேயும்சூட இருட்டில் தட்டித் தடவிச் சென்று (மின் விசைப் பொறியும், முதலானவையும்) பௌதிக-இரசாயன நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய அரிஸ்டாட்டில், பிளினி இருவர்களின் கதைகளையும் ஞாபகப்படுத்தும் சோதனைகளை நடத்துவதைப் பற்றிப் படிக்கும் போது அனுபவவாதிகள் கிரேக்கர்களின் மீது கொண்ட வெறுப்புக்கு ஒரு சிறந்த விளக்கம் கிடைக்கும். இந்தப் புதிய விஞ்ஞானத்தில்தான் அனுபவவாதிகள் தாங்களே பண்டையர்களைப் போன்று குருட்டுத்தனமாகத் தட்டித் தடவிச் செல்கிறார்கள். பாரடே தமது மேதையின் உதவியால் சரியான தடம் பற்றிச் செல்கையில் பிலிஸ்டைன் தாம்ஸன் அதை ஆட்சேபிக்க வேண்டியிருக்கிறது. (397ம் பக்கம்.)

* * *

ஹெக்கல், “Anthropogenie”, 707ம் பக்கம்.

“உலகம் சம்பந்தப்பட்ட பொருள்முதல்வாதக் கருத்தோட்டத்தின்படி பொருள், அதாவது வஸ்து, இயக்கத்துக்கு அல்லது ஜீவசக்திக்கு முன் நிலவியது. பொருள் சக்தியைப் படைத்தது”!* சக்தி பொருளைப் படைத்தது என்ற கூற்று போலவே இதுவும் தவறாகும்; ஏனெனில் சக்தியும் பொருளும் பிரிக்க முடியாதவை.¹⁵¹

தமது பொருள்முதல்வாதத்தை அவர் எங்கிருந்து பெறுகிறார்?

* * *

Causae finales** உம் efficientes*** உம் ஹெக்கலால் (89, 90ம் பக்கங்கள்) நோக்கத்தைக் கொண்டு செயல்படும் காரணங்களாகவும் இயந்திரரீதியாகச் செயல்படும் காரணங்களாகவும் மாற்றப்பட்டன; ஏனெனில் அவர் கருத்துப் படி causa finalis=கடவுள்! அதே மாதிரி அவர் கருத்துப்படி கான்ட்டிடமிருந்து அப்படியே எடுக்கப் பெற்ற “இயந்திர

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

** முடிவு (நோக்கம்) கொண்ட காரணங்கள்.—(ப-ர்.)

*** செயல்படும் காரணங்கள்.—(ப-ர்.)

வகைப்பட்டது” = ஒருமைத்தன்மையுடையது; இயந்திரவியல் அர்த்தத்தில் இயந்திரவகைப்பட்டதல்ல. இவ்வாறான சொற்குழப்பம் நிலவும் போது அபத்தம் தவிர்க்க முடியாததாகும். காண்ட்டின் “Kritik der Urteilkraft” என்ற நூலைக் குறித்து ஹெக்கல் அங்கே வெளியிடும் அபிப்பிராயம் ஹெக்கல் அபிப்பிராயத்துக்கு உகந்ததல்ல. “Geschichte der Philosophie” [IIIம் பாகம்], 603ம் பக்கம்.)¹⁵²

* * *

ஹெக்கல் கருத்துகளில் உள்ள துருவத் தன்மைக்கு மற்றோர்* உதாரணம்: இயந்திரவகைத் தத்துவம் = ஒருமைத் தத்துவம், ஜீவவாதம் அல்லது காரணகாரியவாதம் = இருமைத் தத்துவம். காண்ட்ட், ஹெக்கலின் நூல்களில் உள்நோக்கம், இருமைத் தத்துவத்துக்கெதிரான ஆட்சேபனையாகும். வாழ்க்கையைப் பொறுத்தவரையில் இயந்திரவகைத் தத்துவம் பயனற்ற வகைப் பிரிவாகும்; பெயர்களின் அர்த்தம் முழுவதையும் கைவிட விரும்பாவிட்டாலும் நாம், மிக அதிகமாகப் போனால், இரசாயன வாதத்தைப் பற்றிப் பேசலாம். நோக்கம்: ஹெக்கல், V, 205ம் பக்கம்:¹⁵³

“இயந்திரவகைத் தத்துவம், இயற்கையை ஒரு மொத்தமாக, அதைப் புரிந்துகொள்வதற்கு ஒன்றும் தேவைப்படாத மொத்தமாக, புரிந்துகொள்ள முயல்வதால், முழுமைக்கான தனது விருப்பத்தை வெளிப்படுத்துகிறது; இந்த முழுமைக்கு நோக்கத்திலும் அதனுடன் சம்பந்தம் கொண்டபுற உலக அறிவிலும் இடமில்லை.”**

விஷயம் என்னவென்றால் இயந்திரவகைத் தத்துவம் (பதினெட்டாவது நூற்றாண்டின் பொருள்முதல்வாதமும் கூட) பொழிப்பான அவசியத்திலிருந்து, ஆகவே தற்செயலிலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ள முடியாது. பொருள் தன்

* இந்த வார்த்தை “துருவத்தன்மை” என்ற குறிப்பைப் பற்றியது; அந்தக் குறிப்பு இந்தக் குறிப்புக்குமுன், அதே பக்கத்தில், எழுதப்பட்டிருக்கிறது (இந்த நூலின் 353-54ம் பக்கத்தைப் பார்க்க.)—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

னிலிருந்து சிந்திக்கும் மூலையைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பது இயந்திரவகைத் தத்துவத்தின்படி அது நிகழுமிடங்களில், படிப்படியாக, இன்றியமையாத வகையில் நிர்ணயிக்கப்படும் வெறும் தற்செயலாகும். ஆனால் உண்மையில் சிந்திக்கும் ஜீவிகளின் பரிணாம வளர்ச்சி என்ற பாதையில் முன்னேறுவது பொருளின் இயல்பு; ஆகையினால் அதற்குரிய சூழ்நிலைகள் (எல்லா ஸ்தானங்களிலும் நேரங்களிலும் அவை ஒரே மாதிரியிருப்பது தேவையில்லை) இருக்கும் இடங்களில் எல்லாம் அது எப்போதும் இன்றியமையாத வகையில் நிகழும்.

மேலும், ஹெக்கல், V, 206ம் பக்கம்:

“எனவே புற அவசியம் என்ற அதன் தொடர்பில் (இயந்திரவகைத் தத்துவத்தின்)* இந்தக் கோட்பாடு, அதைக் காரணகாரியத்துடன் ஒப்பிடும் போது, எல்லையற்ற சுதந்திரத்தின் உணர்வை ஏற்படுத்துகிறது; காரணகாரியத்தைச் சம்பந்தப்பட்ட வரையில் அது தன்னுடைய அடக்கத்தின் சாமானிய அல்லது வெறுக்கத்தக்க அம்சங்களை வரம்பற்ற ஒன்றாக நிலைநாட்டுகிறது; இங்கே பொதுவான சிந்தனை அளவற்ற இடையூறுகளையும் அருவருப்பையும்கூட அனுபவிக்கக் கூடும்”.

இங்கே, மறுபடியும், இயற்கையில் பொருள், இயக்கத்தின் பிரம்மாண்டமான வீண்செலவு. தற்போதைய சூழ்நிலைகளில் வாழ்க்கையும் சிந்திக்கும் ஜீவிகளும் இருக்கக் கூடிய, மிக அதிகமாகப் போனால், மூன்று கோள்கள் நமது சூரிய மண்டலத்தில் இருக்கின்றன. அவற்றின் பொருட்டு இந்த ராட்சத இயந்திரம் முழுவதும்!

ஹெக்கல் கருத்துப்படி (V, 244ம் பக்கம்)¹⁵⁴ ஓர் அங்க ஜீவியில் உள்ள உள்நோக்கம் தூண்டுதலின் மூலம் செயல்படுகிறது. Pas trop fort**. தூண்டுதல் ஒரு தனிப்பட்ட ஜீவியை அதுபற்றிய கருத்துக்குப் பொருந்தியிருக்கும் நிலைக்குக் கொண்டுவர வேண்டும் என்று கருதுகிறார் அவர். இதுவிலிருந்து, இந்த உள்நோக்கம் முழுதும் எந்த அளவுக்குத் தானே ஒரு சித்தாந்தரீதியான நிர்ணயிப்பாக இருக்கிறது

* எங்கெல்ஸால் சேர்க்கப்பட்டது.—(ப-ர்.)

** நம்பிக்கையூட்டுவதில்லை.—(ப-ர்.)

என்பதைப் பார்க்கலாம். எனினும் இதில் அடங்கியிருக்கிறது லாமார்க்கின் சாரம்.

* * *

இயற்கையியல்வாதிகள் தத்துவவியலை அலட்சியம் செய்வதாலோ அல்லது அதைக் கண்டிப்பதாலோ தாங்கள் அதிலிருந்து விடுதலை பெற்றுவிடுவதாக நம்புகிறார்கள். இருந்த போதிலும் சிந்தனையின்றி அவர்கள் கொஞ்சங்கூட முன்னேற முடியாது; சிந்தனைக்கோ அவர்களுக்குச் சிந்தனை நிர்ணயிப்புகள் தேவை. இந்த வகைப் பிரிவுகளை அவர்கள் சிந்திக்காமல் நீண்ட காலத்துக்குமுன் வழக்கொழிந்துபோன தத்துவங்களின் மீதமிச்சங்களால் ஆட்சிசெய்யப்படும், அறிவாளிகள் என்று சொல்லப்படுபவர்களின் பொது உணர்விலிருந்தோ, பல்கலைக்கழகத்தில் விருப்பமின்றிக் கற்றுக் கொண்ட, தத்துவவியலைப் பற்றிய சிற்றறிவிலிருந்தோ (அது தொடர்ச்சியில்லாத அறிவு மட்டும் அல்லாமல் பலரகமான, வழக்கமாக மிக மோசமான கருத்துப் போக்குகளைச் சேர்ந்தவர்களுடைய கண்ணோட்டங்களின் கலவை) அல்லது விமர்சனக் கண்ணின்றியும் முறையில்லாமலும் படிக்கப்படும் எல்லாவகையான தத்துவவியல் நூல்கள், கட்டுரைகள் ஆகியவற்றிலிருந்தோ பெறுகிறார்கள். ஆகவே அவர்கள் முன்போலத் தத்துவவியலின், துரதிருஷ்டவசமாகப் பெரும்பான்மையான வழக்குகளில் மிக மோசமான தத்துவவியலின், அடிமைகளாக இருந்துவருகிறார்கள்; தத்துவவியலை மிக அதிகமாகத் திட்டியவர்கள் மிக மோசமான தத்துவங்களின் மிக மோசமான, கொச்சைத்தனமான மீதமிச்சங்களின் அடிமைகளாக இருந்துவருகிறார்கள்.

* * *

இயற்கையியல்வாதிகள் தங்கள் விருப்பப்படி எந்த நிலையை மேற்கொண்டாலும் சரி அவர்கள் தத்துவவியலின் ஆட்சியின் கீழ் இன்னும் இருந்துவருகிறார்கள். அவர்கள் மட்டரகமான, மோஸ்தரில் உள்ள தத்துவவியலினாலோ அல்லது சிந்தனையின் வரலாறு, அதன் சாதனைகள் ஆகியவற்றின்

றின் வடிவத்தினாலோ, எதனால் ஆட்சிசெய்யப்பட விரும்புகிறார்கள் என்பதுதான் கேள்வி.

“பௌதிகவியலே, இயக்க மறுப்பியலிடம் எச்சரிக்கையாயிரு!” என்பது முற்றிலும் சரி, ஆனால் மற்றோர் அர்த்தத்தில்.¹⁵⁵

பழைய இயக்க மறுப்பியலின் குப்பைகளோடு திருப்தியடைந்த இயற்கையியல்வாதிகள் தத்துவவியலின் கற்பிதமான வாழ்க்கையை நீடிக்கச் செய்கிறார்கள். இயற்கை, சரித்திர விஞ்ஞானம் இயக்க இயலில் ஊறிய பிறகுதான் சிந்தனையின் சுத்தத் தத்துவத்தைத் தவிர்த்த தத்துவவியல் குப்பைகள் யாவும் அவசியமற்றவையாகி, நேரடியான விஞ்ஞானத்தில் மறைந்துபோகும்.

[இயக்க இயல்]

[A] இயக்க இயலின் பொதுப் பிரச்சினைகள்.
இயக்க இயலின் அடிப்படை நியதிகள்]

* * *

இயக்க இயல், புறநிலை இயக்க இயல் எனச் சொல்லப் படுவது, இயற்கை முழுவதையும் ஊடுருவி நிற்கிறது; அக நிலை இயக்க இயல் எனக் கூறப்படுவது, இயக்க இயல் ரீதியான சிந்தனை, இயற்கையில் எதிரிடைகளின் மூலம் இயக்கம் நடைபெறுவதின் பிரதிபிம்பமேயாகும்; இவ்வாறான இயக்கம் இயற்கை முழுவதிலும் பரவிநிற்கிறது; இது எதிரிடைகளின் தொடர்ந்த மோதலினாலும் அவை இறுதியில் ஒன்று மற்றொன்றாகவோ அல்லது உயர்நிலை வடிவங்களாகவோ மாறுவதினாலும் இயற்கையின் வாழ்வையே நிர்ணயிக்கிறது. கவர்ச்சியும், விலக்கலும். துருவநிலை இயல்பு காந்தவியலில் தொடங்குகிறது; அதில் ஒரே ஒரு பண்டத்தில் அது வெளித் தோன்றுகிறது; மின்னியலில் அது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பண்டங்களில் பரவிநின்று, அவை எதிரீடாக ஏற்றம் பெறுகின்றன. எல்லா இரசாயன மாற்றப்போக்குகளும் இரசாயனக் கவர்ச்சி, விலக்கல் மாற்றப்போக்குகளாகத் தங்களைச் சுருக்கிக்கொள்கின்றன. இறுதியாக, உயிரிகளின் வாழ்வில் உயிரணுவின் உட்கரு அமைப்பை அதே மாதிரியாக உயிருள்ள புரதப் பொருளின் துருவகரணமாகவே கருத வேண்டும்; எளிய உயிரணுவிலிருந்து மேற்கொண்டு ஒரு பக்கம் மிகச் சிக்கலான தாவரம் வரையிலும் மற்றொரு புறம் மனிதன் வரையும் நிகழ்ந்த ஒவ்வொரு முன்னேற்றமும் எவ்வாறு மரபுவழி இயல்புக்கும் தகவமைப்பு இயல்புக்கும் இடையே தொடர்ந்து நிகழ்ந்த மோதலின் விளைவாகத்

தோற்றுவிக்கப்பட்டது என்பதைப் பரிணாமத் தத்துவம் காட்டுகிறது. இது சம்பந்தமாகப் பரிணாமத்தின் இவ்வடிவங்களுக்கு “நேர் நிலை”, “எதிர்நிலை” போன்ற வகைப்பிரிவுகள் எவ்வாறு அநுஷ்டிக்க இயலாதனவாகின்றன என்பதும் தெளிவுபடும்.

மரபுவழி இயல்பை ஒருவன் நேர்நிலை, மாறுதல் பேணாத நிலையின் சார்புடையதாகவும், தகவமைப்பு இயல்பை மரபுவழியாகப் பெறப்பட்டதைத் தொடர்ந்து அழிக்கும் எதிர்நிலையின் சார்புடையதாகவும் கருதலாம்; அதே விதம் ஒருவன் தகவமைப்பு இயல்பை ஆக்கபூர்வமான, செயல்திறனுள்ள, உருப்படியான செயற்பாடாகவும், மரபுவழி இயல்பை மாற்றத்தை எதிர்க்கிற, மந்தநிலையான, எதிர்நிலைச் செயற்பாடுள்ளதாகவும் கருதலாம். ஆனால் வரலாற்றில் உள்ளதைப்போலவே முன்னேற்றம் என்பது பண்டங்களுடைய அப்போதைய நிலையின் நிலைமறுப்பாகவே வெளித்தோன்றுகிறது; அதே விதமாக இங்கும்—சுத்தமாக நடைமுறைக் காரணங்களையொட்டி—தகவமைப்பு இயல்பையே எதிர்நிலைச் செயற்பாடாகக் கொள்ளுவது சிறந்ததாகும். வரலாற்றில் முதன்மைநிலையிலுள்ள மக்களின் நெருக்கடி மிக்க சகாப்தங்களிலெல்லாம் எதிரிடைகளின் மூலம் இயக்கம் என்பது மிகக் குறிப்பிடத்தக்கவாறு வெளிப்படுகிறது. அப்படிப்பட்ட காலங்களில் மக்களுக்கு “இப்படி” அல்லது “அப்படி” என்ற இரண்டுகநிலையில் ஒன்றைத் தேரவேண்டி நேரிடுகிறது; உண்மையில், ஒவ்வொரு யுகத்திலும் அரசியலில் குதித்துவிளையாடுகிற பிலிஸ்டைன்கள் எவ்வாறு பிரச்சினை முன்வைக்கப்பட வேண்டுமென விரும்புகின்றனரோ அதற்கு முற்றிலும் மாறாகவே எப்போதும் அது முன்வைக்கப்படுகிறது.

1848ம் ஆண்டைச் சேர்ந்த ஜெர்மன் மிதவாத பிலிஸ்டைன்கூட 1849 ஆண்டில் திடீரென, எதிர்பாராதவாறு தனது மனோசங்கற்பத்திற்கு எதிராக இந்தப் பிரச்சினையுடன் எதிர்மோதி நின்றான்: பழைய பிற்போக்கினுடைய கடுமையடைந்த வடிவத்திற்குத் திரும்பிச் செல்வதா அல்லது குடியரசை நோக்கி, ஒரு வேளை சோஷலிஸத்தைப்

பின்திரையாகக் கொண்ட பகுபடாத ஒரே குடியரசை நோக்கி, செல்வதா. இதைச் சிந்தித்துக் கொண்டு அவன் நீண்ட காலம் இருக்காமல் ஜெர்மன் மிதவாதத்தின் புது மலர் என மாண்டொய்பெல் பிற்போக்குத் தனத்தைச் சிருஷ்டிக்க உதவினான். அதேபோல், 1851ல் பிரெஞ்சு பூர்ஷ்வா தான் கட்டாயம் சற்றும் எதிர்பாராத இரண்டக நிலையை—பேரரசின் ஒரு கேலிச் சித்திரம், கூலிப்படை ஆட்சி, பிரான்ஸ் ஒரு கயவாளிக் கூட்டத்தால் சுரண்டப்படுதல் அல்லது ஒரு சமூக ஜனநாயகக் குடியரசு—எதிர்நோக்கிய பொழுது அவன் கயவாளிக் கூட்டத்திற்குத் தலைபணிந்தான்; அதன் மூலம் அவர்களின் பாதுகாப்பின்கீழ் தொழிலாளர்களே அவன் தொடர்ந்து சுரண்டுவது சாத்தியமாயிற்று.

* * *

Hard and fast lines* பரிணாமத் தத்துவத்திற்கு உகப்புடையனவல்ல. முதுகெலும்பு உடையனவற்றிற்கும் முதுகெலும்பு அற்றவைகளுக்கும் இடையே உள்ள எல்லைக் கோடும் கூட மீன்களுக்கும் நீர்நிலம் வாழ்வனவற்றிற்கும் இடையே உள்ளதைப்போலவே கெட்டித்துப்போனதல்ல; அதே சமயத்தில் பறவைகளுக்கும் ஊர்வனவற்றிற்கும் இடையே உள்ளதும் கூட நாளுக்கு நாள் குறைந்துவருகிறது. Compsognathus-உக்கும்¹⁵⁶ Archaeopteryx-உக்கும் நடுவே ஒரு சில இடை இணைப்புகள் மட்டுமே தேவையாக உள்ளன; மேலும் பறகளுடன்கூடிய பறவைகளின் அலகுகள் இரு கோளார்த்தங்களிலும் வெளிப்பட்டு வருகின்றன. “இப்படி” அல்லது “அப்படி” என்பது மேலும் மேலும் நிறைவற்றதாகி வருகிறது. கீழ்நிலை விலங்குகளிடையே தனித்ததொன்றைப் பற்றிய கருத்துருவைக் கூர்மையாக ஸ்தாபிக்க முடியாது. ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்கு தனிப்பட்டதொன்றை அல்லது ஒரு குழாத்தைச் சார்ந்ததா என்பது மட்டுமல்ல, வளர்ச்சியில் தனிப்பட்டதொன்று எங்கு முடிவடைகிறது, மற்றது

* திடமான எல்லைக் கோடுகள்.—(ப-ர்.)

எங்கு தொடர்கிறது (செவிலித் தாய்கள்)¹⁵⁷ என்பதும் கூட அவ்வாறே.

எல்லா வேறுபாடுகளும் இடைநிலைப் படிக்களாக இணைந்து, எல்லா எதிரிடைகளும் இடைநிலை இணைப்புகள் மூலமாக ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகிற, இயற்கையைப் பற்றிய கண்ணோட்டத்தின் அந்தக் கட்டத்திற்குப் பழைய இயக்கமறுப் பியல்நீதியான சிந்தனாமுறை இனிமேற்கொண்டு போதாது. இதைப்போலவே, hard and fast lines என்பதையும், நிபந்தனையற்று, பிரபஞ்ச நீதியாகச் செல்லத்தக்க “இப்படி” அல்லது “அப்படி” என்பதையும் மறுக்கிற இயக்க இயல், இயக்க மறுப் பியலின் நிலைத்துப்போன வேறுபாடுகளை இணைப்பதாக உள்ள இயக்க இயல், “இப்படி” அல்லது “அப்படி” என்பதோடுகூடப் பொருத்தமான இடத்தில் “இது, அது இரண்டையுமே” அங்கீகரித்து, எதிரிடைகளைச் சமரசப்படுத்துகிற இயக்க இயல் இந்தக் கட்டத்திற்கு மிக உயர்ந்தபட்சம் பொருந்திய ஒரே சிந்தனா முறையாகும். ஆனால், தினசரி உபயோகத்திற்கு, விஞ்ஞானத்தின் சில்லறையாக, இயக்க மறுப்பியல் தத்துவார்த்த வகைக்கூறுகள் செல்லத்தக்கவையே.

* * *

அளவுநிலை, பண்புநிலையாக மாறுவது—“யாந்திரீக” உலகக் கண்ணோட்டம், அளவுநிலை மாற்றம் பண்புநிலையை மாற்றுகிறது. இந்தக் கனவான்களுக்கு இதைப் பற்றிய ஐயம் சிறிதேனும் உதிக்கவில்லை!

* * *

பகுத்தறிவின் சிந்தனாபூர்வமான நிர்ணயங்களைச் சார்ந்த பரஸ்பர எதிரிடைகளின் இயல்பு: துருவகரணம். மின்விசை, காந்தவியல் போன்றன துருவகரணமடைந்து, எதிரிடைகளாக இயங்குவதைப் போலவே சிந்தனைகளும். முன் சொன்னவற்றில் எவ்வித ஒருதலைச்சார்பு கொள்வதும் எவ்வாறு சாத்தியமில்லையோ—எந்த ஓர் இயற்கை விஞ்ஞானி

யும் அவ்வாறு செய்யக் கருதுவதில்லை—அதே விதமாகப் பின்சொன்னதிலும்.

* * *

“சாராம்சத்தின்” நிர்ணயங்களுடைய உண்மையான தன்மையை ஹைகலே வெளியிட்டுள்ளார். (Enzyklopädie, I, பாரா 111, அநுபந்தம்): “சாராம்சத்தில் எல்லாம் ஒப்பியல்பு உடையன”* (உதாரணம்: நேர்நிலை, எதிர்நிலை, அவைகள் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள சம்பந்தத்திலேயே அந்த அர்த்தத்தைப் பெறுகின்றன; தனக்குத்தானாகவே இருப்பதில் அல்ல.)

* * *

உதாரணமாக, பகுதியும் முழுமையும் என்பன உயிர்ப்புள்ள இயற்கையில் முன்னமேயே போதாமையை எய்தி விட்ட வகைப்பிரிவுகளாக உள்ளன. விதைகள்—முளைக்கரு—பிதுக்கப்படுவதையும் புதிதாகப் பிறந்த விலங்கையும் “முழுமை”யிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட “பகுதி”யாகக் கருதக் கூடாது; அவ்வாறு செய்வது திரித்துக் கையாள்வதாகும். உயிரற்ற சடலத்தில் மட்டுமே அது பகுதியாக இருக்க முடியும். “Enzyklopädie”, I, 268ம் பக்கம்).¹⁵⁸

* * *

ஒற்றையானதும் கூட்டிணைப்பானதும். இந்த வகைப் பிரிவுகள் உயிர்ப்புள்ள இயற்கையிலும் கூட அதேபோல் தங்கள் பொருளிலிழந்து, அதுட்டானத் தகுதியையும் இழக்கின்றன. எலும்புகள், இரத்தம், குருத்தெலும்பு, தசைகள், திசுக்கள் முதலியனவற்றிலிருந்து அதனுடைய யாந்திரீக ஆக்கத்தைக் கொண்டோ அல்லது மூலகங்களிலிருந்து அதனுடைய இரசாயன ஆக்கத்தைக் கொண்டோ ஒரு விலங்கை உருவி ளக்கம் செய்ய முடியாது (ஹைகல் “Enzyklopädie” I, 256ம்

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

பக்கம்)¹⁵⁹. ஓர் அங்கஜீவி ஒற்றையானதும் அல்ல, கூட்டிணைப்பானதும் அல்ல—அது எவ்வளவு சிக்கல் மிகுந்ததாக இருந்தாலும் சரி.

* * *

குக்கும முற்றொருமைப்பாடு ($a = a$, மேலும் எதிர்நிலையாக: a ஏககாலத்தில் a க்குச் சமமாகவும் சமமற்றதாகவும் இருக்க முடியாது) என்பது அதே போல் உயிர்ப்புள்ள இயற்கைக்கு அதுட்டானப் பொருத்தம் உடையதல்ல. பதார்த்தங்களை உட்கிரகித்து வெளியேற்றுவதாலும், சுவாசித்தலாலும், உயிரணுக்கள் உருப்பெற்று அழிவதினாலும், இரத்தச் சுற்றோட்ட நிகழ்ச்சியாலும் சுருக்கமாகக் கூறுமிடத்து, வாழ்வின் உள்ளடக்கமாக இருக்கிற மூலக்கூறுகளின் இடையறாத மாற்றங்களின் ஒட்டுமொத்தத்தால்—இந்த விளைவுகளின் ஒட்டுமொத்தம் கருப்பருவ வாழ்வு, வாலிபம், பால்ரீதியான முதிர்ச்சி, இனப் பெருக்க மாற்றப்போக்கு, வயோதிகம், மரணம் என்ற வாழ்வின் படிகளாக நமது கண்களுக்குப் புலனாகின்றன—தாவரம், விலங்கு, ஒவ்வொரு உயிரணு அதனுடைய வாழ்வின் ஒவ்வொரு வினாடியிலும் தன்னுடன் முற்றொருமை கொண்டதாக, ஆயினும் தன்னிலிருந்து வித்தியாசப்பட்டதாக ஆகிறது. மனித உடலியல் வளர, வளர இடையறாத இந்த மிக நுண்ணிய சிறுமாற்றங்கள் அதற்குக் கூடுதலான முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன; எனவே முற்றொருமைக்குள்ளாக இருக்கிற வேறுபாட்டைப்பற்றி ஆலோசிப்பதும் கூட அதற்குக் கூடுதலாக முக்கியத்துவம் உடையதே; ஓர் அங்கஜீவி கேவலம் தன்னுடன் சாதாரண முற்றொருமை உள்ள ஏதோ ஒன்றாக மட்டும், நிலைத்துப் போன ஏதோ ஒன்றாக மட்டும், கருதப்பட வேண்டும் என்ற முற்றொருமையைப் பற்றிய மேலோட்டமான பழைய குக்குமமான நிலைபாடு காலங்கடந்ததாகிவிடுகிறது.* ஆயினும் கூட, அதை

* கையெழுத்துப் பிரதியின் ஓரத்தில் கீழ்க்கண்ட குறிப்பு காணக்கிடக்கிறது: “மேலும் ஒருபுறம் இனவகைகளின் பரிணாமத்தைத்தவிர”.—(ப-ர்.)

அடிப்படையாகக் கொண்ட சிந்தனைப்பாங்கும் அத்துடன் அதன் வகைப் பிரிவுகளும் சேர்ந்து விடாது தொடர்கின்றன. ஆனால் உயிர்ப்பற்ற இயற்கையிலும் கூட முற்றொருமையான அப்படிப்பட்டதொன்று யதார்த்தத்தில் இல்லாததாகும். ஒவ்வொரு பண்டமும் தொடர்ந்தாற்போல யாந்திரீக, பெளதிக, இரசாயனச் செயலாட்சிகளுக்கு ஆளாக்கப்படுகிறது; அவை சதாசர்வ காலமும் அதை மாற்றிக்கொண்டும் அதன் முற்றொருமையை மாற்றிக்கொண்டும் உள்ளன. வித்தியாசத்திற்கு எதிரான சூக்குமமான முற்றொருமை என்பது கணிதவியலில்—யதார்த்தத்தின் பிரதிபிம்பங்களான சிந்தனையின் சிருஷ்டிகள் சம்பந்தப்பட்ட ஒரு சூக்கும விஞ்ஞானமான அதில்—மட்டுமே இடம் பெற்றுள்ளது; அதிலும் கூடத் தொடர்ந்தாற்போல அது அகற்றப்படுகிறது. ஹெகல், "Enzyklopädie", I, 235ம் பக்கம்.¹⁶⁰ முற்றொருமை தன்னுள் வேறுபாட்டையும் கொண்டுள்ளது என்பது ஒவ்வொரு வாக்கியத்திலும் வெளியிடப்படுகிறது; அதில், பயனிலை அவசியத்தை முன்னிட்டு எழுவாயிலிருந்து வேறுபட்டே உள்ளது; அல்லி ஒரு செடி, ரோஜா சிவப்பாக உள்ளது; இதில் எழுவாயில் பயனிலைக்கு உள்ளடங்காத ஏதோ ஒன்று அல்லது பயனிலையில் எழுவாய்க்கு உள்ளடங்காத ஏதோ ஒன்று இருக்கிறது. ஹெகல், VI, 231ம் பக்கம்.¹⁶¹ துவக்கத்திலிருந்தே தன்னுடன் முற்றொருமை என்பதற்கு மற்றெல்லாவற்றிலிருந்தும் வேறுபடுதல் என்பது ஒரு நிரப்புக்கூறுகத் தேவைப்படுகிறது; இது சுயதெளிவுள்ள விஷயம்.

தொடர்ந்தாற்போன்ற மாற்றம், அதாவது, தன்னுடன் உள்ள சூக்கும முற்றொருமை அகற்றப்படுவது என்பது உயிர்ப்பற்ற இயற்கை எனச் சொல்லிக் கொள்ளப்படுவதிலும் கூடக் காணக்கிடக்கிறது. அதனுடைய வரலாறே பூகர்ப்பவியல். மேல்பரப்பில், யாந்திரீக மாற்றங்கள் (பாறையின் மேற்கூறுகள் நீங்கி வெறுமையாதல், கடுங்குளிர்), இரசாயன மாற்றங்கள் (வானிலை மாற்றங்களுக்குள்ளாதல்), உட்புறமாக, யாந்திரீக மாற்றங்கள் (அழுத்தம்), வெப்பம் (எரிமலை சார்புடையதாக), இரசாயன மாற்றங்கள் (தண்

ணீர், அமிலங்கள், பிணைக்கும் பொருட்கள்); பரந்த ரீதியில், நிலக்குமுறல்கள், நில நடுக்கங்கள் முதலியன.

இன்றைய மாக்கல் அது உண்டாகிற கசிவிலிருந்து அடிப்படையிலேயே வேறுபடுகிறது; சீமைச்சுண்ணம்புக்கல் அதன் ஆக்கமாக உள்ள உதிரியான மிக நுண்ணிய கிளிஞ்சல்களிலிருந்து அடிப்படையிலேயே வேறுபடுகிறது; சுத்தமாகவே உயிரிகளின் செயற்பாட்டால் பிறப்பதாகச் சிலர் கருதுகிற சுண்ணம்புக்கல் அதைவிட அதிகமாக வேறுபடுகிறது; சிதைவுற்ற கருங்கல்லிலிருந்து பெறப்படுகிற கடல் மணலிலிருந்து மணற்பாறை—நிலக்கரியைப்பற்றிச் சொல்ல வேண்டியதேயில்லை—முதலியன அடிப்படையிலேயே வேறுபடுகின்றன.

* * *

பழைய இயக்கமறுப்பியலின் அர்த்தத்தில் முற்றொருமை நியதி $a=a$ என்கிற பழைய கண்ணோட்டத்தின் அடிப்படை நியதியாகும். ஒவ்வொரு பண்டமும் தனக்குத்தான் சமமாக உள்ளது. சூரிய மண்டலம், விண்மீன்கள், அங்கஜீவிகள் ஆகியன சாசுவதமானவையாக இருந்தன.

இயற்கை விஞ்ஞானம் இந்த விதியை ஒவ்வொரு தனித்தனி வழக்கிலும் சிறுகச் சிறுக மறுதளித்துவந்துள்ளது; ஆனால் தத்துவார்த்தமாக அது இன்னும் கூட நிலைவாழ்வதுடன், ஒரு பண்டம் ஏககாலத்தில் தானாகவும், வேறானதாகவும் இருக்க இயலாது என்று பழைமையின் ஆதரவாளர்களால் புதுமைக்கு எதிராக இன்னும் கூட முன்வைக்கப்படுகிறது. ஆயினும், உண்மையான, ஸ்தூலமான முற்றொருமை என்பது வேறுபாடு, மாற்றம் ஆகியவற்றையும் உள்ளடக்கியதே என்கிற யதார்த்த உண்மையை இயற்கை விஞ்ஞானம் சமீபத்தில் விபரங்களுடன் எடுத்துக்காட்டியுள்ளது (மேலே காண்க).

சூக்குமமான முற்றொருமை என்பது எல்லா இயக்கமறுப்பியல் வகைப்பிரிவுகளைப் போலவே சிறிய பரிமாணங்கள் அல்லது குறுகிய கால அளவுகள் பிரச்சினையாக வருகிற அன்றாட உபயோகத்திற்குப் போதுமானதே; அது உபயோக

மாகிறதின் எல்லைகள் ஏறக்குறைய ஒவ்வொரு வழக்கிலும் வேறுபடுவதுடன், இலக்காகும் பொருளின் தன்மையால் அவை நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன; சாதாரண வானியல் கணக்கீடுகளில் நடைமுறை நோக்கங்களுக்கு நீள்வட்டத்தையே அடிப்படை வடிவமாகப் பிழையின்றிக் கொள்ள இயலுகிற ஒரு விண்கோள் அமைப்பிற்கு அந்த எல்லைகள் ஒரு சில வாரங்களில் தனது உருமாற்றத்தையே முடித்துவிடுகிற ஒரு பூச்சிக்கு இருப்பதைவிட இன்னும் மிக விரிந்தனவாகும். (இதர உதாரணங்களை அளிக்கவும்; உதாரணமாக, இனவகைகளின் நிலைமாற்றம்—ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் கொண்ட கட்டங்களாக அது கணக்கிடப்படுகிறது). இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு அதனுடைய மிகப் பரந்த பாத்திரத்தில், அதன் ஒவ்வொரு தனித்த பிரிவிற்கும்கூட, சூக்குமமான முற்றொருமை என்பது முற்றாகவே பற்றாது; அது நடைமுறையில் மொத்தத்தில் தற்போது ஒழிக்கப்பட்டுவிட்ட போதிலும்கூடத் தத்துவார்த்தமாக மக்கள் மனதில் இன்னும் மேலாதிக்கங்கொண்டுள்ளது; மேலும் முற்றொருமையும் வேறுபாடும் தங்களுடைய பரஸ்பரச் செயற்பாட்டிலேயே, முற்றொருமைக்குள் வேறுபாட்டையும் உள்ளடக்குவதிலேயே உண்மையைப் பிரதிபலிக்கிறதாக உள்ள ஒருதலைச்சார்புள்ள துருவநிலைகள் என்பதற்குப் பதிலாக அவையிரண்டும் நிவர்த்தி காண இயலாத எதிரிடைகள் என்றே பெரும்பாலான இயற்கை விஞ்ஞானிகள் பாவித்துக்கொள்கின்றனர்.

* * *

முற்றொருமையும், வேறுபாடும் — அவசியமும், தற்செயலும்—காரணமும், விளைவும் — இரண்டு பிரதான எதிரிடைகள்*; அவைகளைத் தனித் தனியாக ஆய்ந்தால்

* கைப்பிரதியில்: “die beiden Hauptgegensätze” (இரண்டு பிரதான எதிரிடைகள்). 1) முற்றொருமை, வேறுபாடு இவற்றின் எதிர்நிலை; 2) காரணம், விளைவு இவற்றின் எதிர்நிலை— இத்தையே எங்கெல்லும் மனதில் கொண்டிருந்தார். “அவசியமும் தற்செயலும்” என்ற சொற்கள் பின்னால் இடைச் செருகி எழுதப்பட்டன.— (ப-ர்.)

அவை ஒன்று மற்றொன்றாக நிலைமாற்றம் அடைகின்றன. அதன்பிறகு “முதல் கோட்பாடுகள்” உதவிபுரிந்தாக வேண்டும்.

* * *

நேர்நிலையும், எதிர்நிலையும். இவைகளுக்குப் பின்முன்னாகவும் பெயர்களை அளிக்கலாம்; மின்னியல் முதலானவைகளில்; வடக்கும், தெற்கும் மேற்கூறியதுபோல. ஒருவன் இதைப் பின்முன்னாக மாற்றி, அதை அநுசரித்து மிகுதியுள்ள விசேஷச் சொற்களையும் திருத்தி அமைத்தால் எல்லாம் சரியாகவே இருக்கும். மேற்கைக் கிழக்கென்றும், கிழக்கை மேற்கென்றும் நாம் அழைக்கலாம். சூரியன் மேற்கே உதிக்கிறது, கோள்கள் கிழக்கிலிருந்து மேற்கு நோக்கிச் சுழலுகின்றன, முதலியன; பெயர்கள் மட்டுமே மாற்றப்பட்டுள்ளன. உள்ளபடியாகவே, பௌதிகவியலில் பூமியின் காந்தத்தினுடைய வடதுருவத்தால் ஈர்க்கப்படுகிற காந்தச் சட்டத்தின் உண்மையான தென்துருவத்தை வடதுருவம் என்றே அழைக்கிறோம்; அதனால் பரவாயில்லை.

* * *

எந்தப் பக்கம் நேர்நிலை, எந்தப் பக்கம் எதிர்நிலை என்பதைப் பொறுத்திராமலேயே பகுப்புமுறை வடிவகணிதத்தில் மட்டுமின்றி அதைவிட அதிகமாகப் பௌதிகவியலில் நேர்நிலையும் எதிர்நிலையும் சம அளவு பெற்றுள்ளன [என்பது செல்லத்தக்கதாக உள்ளது] (கிளர்வுறியுள், 87ம் பக்கமும் அதற்குப் பின்வரும் பக்கங்கள் பார்க்க)¹⁰².

* * *

துருவநிலை இயல்பு: ஒரு காந்தச் சட்டம் வெட்டப்பட்டால் பழைய துருவநிலைகள் அப்படியே இருக்குமாறு நடுவில் உள்ள நடுநிலைப்பகுதி துருவகரணமாகிறது. இதற்கு மாறாக, ஒருபுழு இரண்டாக வெட்டப்பட்டால் நேர்நிலைத் துருவத்தில்

உட்கொள்ளும் வாயை அப்படியே வைத்துக்கொண்டு, புதிய எதிர்நிலை துருவத்தைக் கழிவாயாக மற்றொரு முனையில் உண்டாக்கிக்கொள்கிறது; ஆனால் பழைய எதிர்நிலை துருவம் (கழிவாய்) இப்போது நேர்நிலையாக, உட்கொள்ளும் வாயாக மாறியும், வெட்டப்பட்ட முனையில் புதிய கழிவாய் அல்லது எதிர்நிலைத் துருவம் உண்டாகவும் செய்கிறது. Voilà* நேர்நிலை எதிர்நிலையாக நிலைமாறுதல் அடைகிறது.

* * *

துருவகரணம். ஜெர்மனியப் பேச்சு வழக்கு மொழி ஒன்று, மலைநாட்டு ஜெர்மானிய மொழியாக அல்லது சம வெளி மொழியாக இருக்க வேண்டும் என்பது உறுதியாக ஸ்தாபிக்கப்பட்ட விதியாக இன்னும் கூட யா. கிரிம் அவர்களுக்கு இருந்தது. இதில் அவர் பிராங்கிஷ் பேச்சு வழக்கு மொழியை முழுமையாகவே பார்க்கத் தவறிவிட்டார்.¹⁶³ க்ரோலிங்கியன் கால்கட்டத்தின் இறுதியில் எழுத்து வடிவம் பெற்ற பிராங்கிஷ் மொழி (மெய்யெழுத்துக்களை இடமாற்றம் செய்கிற மலைநாட்டு ஜெர்மானிய வழக்கு மொழி தென் கிழக்கு பிராங்கிஷ் பகுதியையும் ஆட்கொண்டதால்) மலைநாட்டு ஜெர்மானிய மொழியாகியதால் அவர் பிராங்கிஷ் மொழி ஓர் இடத்தில் பழைய மலைநாட்டு ஜெர்மானிய மொழியாகவும் மற்றொரு இடத்தில் பிரெஞ்சு மொழியாகவும் மாறியது என்று கற்பிதம் செய்துகொண்டார். அப்போது, பண்டைய சாலிக் பகுதியில் நெதர்லாந்து பேச்சு வழக்கு மொழி பிறந்ததின் தோற்றுவாயைப்பற்றி விளக்கங்கூற முழுமையாகவே சாத்தியமல்லாமல் போயிற்று.

கிரிம் அவர்களின் மரணத்திற்குப் பின்னர் மட்டுமே பிராங்கிஷ் மொழி திரும்பவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது: திரும்பவும் இளமை எய்திய சாலிக் மொழியே நெதர்லாந்து பேச்சு வழக்கு மொழி எனவும், மத்திய, கீழ் ரைன் நதிப் பகுதிப் பேச்சு வழக்கு மொழிகளில் ரிபுவாரிக் மொழியாகவும், அவை

* இப்படித்தான்.—(ப-ர்.)

களில் ஒரு பகுதி மலைநாட்டு ஜெர்மானிய மொழியின் பல்வேறு கட்டங்களுக்கு மாறிச் சென்றும் ஒரு பகுதி சமவெளி ஜெர்மானிய மொழியாக நிலைபெற்றுவிடவும் செய்தது; இதனால் ஜெர்மானிய மலைநாட்டு மொழி, சமவெளி மொழி ஆக இரண்டையும் கொண்டதே பிராங்கிஷ் மொழி என ஆயிற்று.

* * *

தற்செயலும் அவசியமும்

இயக்கமறுப்பியல் சிக்கி உழலுகிற மற்றொரு எதிர்நாட்டு தற்செயலுக்கும் அவசியத்துக்கும் இடையே உள்ள எதிர்நாடாகும். இந்த இரண்டு சிந்தனை நிர்ணயங்களை விட அதிகக் கூர்ந்த முரண்பாடு உடையன வேறு எவை இருக்க முடியும்? இரண்டுமே முற்றொருமையுள்ளவையாக, தற்செயலே அவசியமாகவும், அவசியமே தற்செயலாகவும் கூட இருப்பது எவ்வாறு சாத்தியமாகிறது? அவசியமும் தற்செயலும் எப்போதும் ஒன்றையொன்று விலக்கிக்கொள்ளுகிற நிர்ணயங்கள் என்றே அவற்றைச் சாதாரண அறிவும், அத்துடன் பெரும்பாலான இயற்கை விஞ்ஞானிகளும் பாவிக்கின்றனர்.

ஒரு பண்டம், ஒரு சூழ்நிலை, ஒரு மாற்றப் போக்கு, ஒன்று, தற்செயலாக அல்லது அவசியமாக இருக்க வேண்டும், இரண்டாகவும் இருக்க இயலாது. எனவே, இரண்டுமே இயற்கையில் அக்கம் பக்கமாக உள்ளன; எல்லாவகைப் பண்டங்களையும் மாற்றப்போக்குகளையும் இயற்கை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது; இவற்றில் சில தற்செயலானவை, மற்றவை அவசியமானவை; இரண்டு வகைகளையும் ஒன்றை மற்றொன்றுடன் குழப்பாமலிருப்பது ஒன்றே விஷயம். இவ்விதம், எடுத்துக்காட்டாக, தீர்மானமான பிரத்தியேக இயல்புகளை அவசியமானவையாகவும், அதே இனவகையின் தனிப்பட்டவைகளின் இதர வேறுபாடுகளைத் தற்செயலானவை என்ற சொல்லைக் கொண்டும் ஒருவன்

அநுமானித்துக்கொள்கிறான்; இது தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் பொருந்துமளவிற்குப் ப்டிகங்களுக்கும் பொருந்தும். பிறகு, திரும்பவும் மேல் நிலையில் உள்ளதுடன் சம்பந்தப் படுத்திப் பார்க்கும்போது கீழ் நிலையில் உள்ளது தற்செயல் ஆகிறது; இதன் காரணமாக, felis* அல்லது equus** இனத் தொகுதியில் எத்தனை பல்வேறு இனவகைகளை உள்ளடக்கலாம் என்பதும் அல்லது ஒரு வகுப்பில் எத்தனை இனத்தொகுதிகள் அல்லது குழுக்கள் இருக்கின்றன என்பதும், இந்த இனவகைகள் ஒவ்வொன்றிலும் எத்தனை தனிப்பட்டவைகள் வாழ்கின்றன என்பதும், அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட பிராந்தியத்தில் விலங்குகளின் எத்தனை பல்வேறுவிதமான இனவகைகள் வாழ்கின்றன என்பதும், அல்லது பொதுவாக மரவடை, மாவடைகள் எம்மாதிரி உள்ளன என்பதும் தற்செயல் நிகழ்வைச் சார்ந்தன எனப் பிரகடனம் செய்யப்படுகிறது. இதன் பிறகு, அவசியம் ஒன்று மட்டுமே விஞ்ஞானத்திற்கு அக்கறை உள்ளது என்றும் தற்செயல் நிகழ்வில் விஞ்ஞானம் சிரத்தை கொள்ள வேண்டியதில்லை எனவும் பிரகடனம் செய்யப்படுகிறது. அதாவது: நியதிகளின் கீழ் கொண்டு வரத்தக்கவை, இதிலிருந்து ஒருவன் அறிந்திருப்பது மட்டுமே அக்கறையுடையன; நியதிகளின் கீழ் கொண்டு வர இயலாதன, அதாவது ஒருவன் அறியாதன சிரத்தையற்றவை, புறக்கணிக்கத்தக்கவை. இவ்விதமாக விஞ்ஞானம் முழுவதும் ஒரு முற்றுநிலையை எய்திவிடுகிறது; ஏனெனில், நாம் எதை அறியவில்லையோ அதையே மிகச் சரியாக ஆராய வேண்டியுள்ளது. அதாவது: எதைப் பொது நியதிகளின் கீழ் கொண்டு வர இயலுகிறதோ அதை அவசியமாகவும் அவ்விதம் கொண்டு வர இயலாததைத் தற்செயலாகவும் கருத வேண்டும். விளக்க இயலுவதை இயற்கை எனப் பிரகடனம் செய்வதும், விளக்க இயலாதனவற்றிற்கு இயற்கைக்கு அப்பாற்பட்ட காரணங்களைச் சுட்டிக்காட்டுவதுமான அந்த ரக விஞ்ஞானத்தைச் சார்ந்தது இது என்பதை யாரும் காண

* பூனை.—(ப-ர்.)

** குதிரை.—(ப-ர்.)

லாம்; விளக்க இயலாததின் காரணத்திற்கு நான் தற்செயல் என்ற சொல்லைச் சூட்டினாலும் அல்லது கடவுள் என்ற சொல்லைச் சூட்டினாலும் அந்தப் பண்டம் சம்பந்தப்பட்டவரை அது முழுமையாகவே சிரத்தையற்ற விஷயம். இரண்டும் கீழ்க்கண்டவாறு சொல்லுவதற்கு இணை மதிப்புடையன: எனக்குத் தெரியாதது, ஆகையால், அது விஞ்ஞானத்தைச் சார்ந்தது அல்ல. பின்சொன்னது அவசியமான இணைப்பு இல்லாத இடத்தில் வந்து நின்றுவிடுகிறது.

இந்தக் கண்ணோட்டத்திற்கு எதிராக நிர்ணயவாதம் என்பது உள்ளது; பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதத்திலிருந்து இது இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்குள் புகுந்து, தற்செயல் என்பதைப் பூரணமாக மறுத்துவிடுவதன்மூலம் அதைப் பைசல் செய்துவிட முயலுகிறது. இந்தக் கருத்தோட்டத்தின்படி எளிய, நேரடியான அவசியம் மட்டுமே இயற்கையில் பரவிநிற்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட பட்டாணிக்காய் ஐந்து பட்டாணிகளை மட்டுமே கொண்டுள்ளது, நான்கோ, ஆறோ அல்ல; ஒரு குறிப்பிட்ட நாயின் வால் ஐந்து அங்குல நீளம் மட்டுமே உள்ளது; அதைவிடத் துளியளவும் கூடுதலாகவோ, குறைவாகவோ இல்லை; இந்த ஆண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட க்ளோவர் புஷ்பமே ஒரு தேனீயினால் கருத்தரிக்கச் செய்யப்பட்டது, மற்றொரு புஷ்பம் அல்ல; அதுவும் உள்ள படியாகவே ஒரு குறிப்பிட்ட தேனீயினால், ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில்; காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட டான்டிலியன் விதையே முளை விட்டது, மற்றொன்று அல்ல; கடந்த இரவில் காலை நான்கு மணிக்கு ஓர் உணி என்னைக் கடித்தது, மூன்று மணிக்கோ அல்லது ஐந்து மணிக்கோ அல்ல, அதுவும் வலது தோளில் தானே ஒழிய இடது காலின் பின்புறத்தில் அல்ல—காரண, காரியங்களின் அழிக்க இயலாத சங்கிலித் தொடர் கோவையினால் உண்டாக்கப்பட்ட யதார்த்த உண்மைகளாகும் இவை; இந்தச் சம்பவங்கள் இவ்வாறன்றி வேறுவிதமாக நிகழ்வியலாதவாறு ஏற்கனவே அந்த வாயுக்கோளமே—இதிலிருந்தே சூரிய மண்டலமும் பெறப்பட்டது—அமைந்து போன அப்படிப்

பட்டதோர் இயற்கையின் உடைக்கமுடியாத அவசியத்தால் உண்டாக்கப்பட்ட யதார்த்த உண்மைகளாகும் இவை. இவ்வகையான அவசியத்தைக்கொண்டு நாம் அதே மாதிரியாக இயற்கையைப் பற்றிய சமயவாதக் கருத்தோட்டத்தைவிட்டு விலகிச் செல்ல முடியாது. அகஸ்டின், கால்வின் இவர்களுடன் சேர்ந்து அதைக் கடவுளின் சாசுவதக் கட்டளை என்றாலும், அல்லது துருக்கியர்களைப் போல கிஸ்டெம்¹⁶⁴ என்றாலும், அல்லது அதை அவசியம் என்று அழைத்தாலும் விஞ்ஞானத்திற்கு அவை எல்லாம் ஏறத்தாழ ஒன்றே. இவ்வழக்குகளில் ஏதொன்றிலும் கூடக் காரணநிலையின் சங்கிலிக் கோவையைப் பின்பற்றிச் செல்வது என்ற பிரச்சினைக்கே இடமில்லை; எனவே நாம் ஒன்றை விட்டு மற்றொன்றில் அதிக ஞானம் பெற்றுவிடவில்லை; அவசியம் என்பது வெற்றுவரையாகவே நிற்கிறது; அத்துடன் தற்செயல் முன்பிருந்த நிலையிலேயே நிற்கிறது. காயில் உள்ள பட்டாணிகளின் எண்ணிக்கை எதைச் சார்ந்துள்ளது என்பதை நாம் வெளிக்கொணராத வரை அது தற்செயலாகத்தான் இருக்கும்; சூரிய மண்டலத்தின் தொடக்ககால அமைப்பிலேயே இது எதிர்நோக்கப்பட்டது என்று அறைந்து கூறுவதினாலும் ஓர் அடி முன்னேறியதாக ஆகாது. இன்னும் கூட, தனிப்பட்ட பட்டாணிக்காயை அதனுடைய காரண காரிய சங்கிலித் தொடர்க் கோவையின் மூல காரணத்தைத் தேடித் தொடர்ந்து-பின்செல்வது என்ற வேலையை ஒரு விஞ்ஞானம் தனது நோக்கமாகக் கொள்கிறது என்றால் அது மேற்கொண்டு விஞ்ஞானமாக இருக்காது; மாறாக, சுத்தமான அற்ப விஷயமாகிவிடும்; ஏனெனில், இந்தப் பட்டாணிக்காய் ஒன்றுக்கே கூடுதலாக எண்ணற்ற இதர தனிப்பட்ட, அகஸ்மாத்தான பண்புகள் தோன்றிக் கொண்டிருக்கும்: வண்ணமாற்றம், காயின் திட்பமும் கெட்டியும், பட்டாணிகளின் பருமன்—மைக்ராஸ்கோப்பினால் காட்டப்படுகிற தனிப்பட்ட பிரத்தியேக அம்சங்களைப் பற்றிச் சொல்ல வேண்டியதில்லை. ஆதலால் உலகிலுள்ள எல்லாத் தாவரவியல்வாதிகளும் சேர்ந்து-தீர்வு காணக் கூடியதைவிட இந்த ஒரு பட்டாணிக்

காயே பின்தொடர்ந்து ஆராய அதிகமான காரண, காரிய இணைப்புகளை அளிக்கும்.

ஆகவே, இங்கு அவசியத்தால் தற்செயல் விளக்கப்படவில்லை; ஆனால் மாறாக, வெறும் தற்செயலான விளைவுகளை உற்பத்தி செய்கிற மட்டத்திற்கு அவசியம் தாழ்த்தப்பட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட பட்டாணிக் காயில் ஆறு பட்டாணிகள் மட்டுமே—ஐந்தோ அல்லது ஏழோ அல்ல—உள்ளன என்ற யதார்த்தமான விஷயம் சூரிய மண்டல இயக்கவிதிக்கு அல்லது ஆற்றலின் நிலைமாறுதல் விதிக்கு ஒத்ததொன்று என்றால் அப்பொழுது அவசியத்தின் அளவிற்குத் தற்செயல் உயர்த்தப்பட்டது என்பதில்லை; மாறாக, அவசியம் தற்செயலாகத் தாழ்த்தப்பட்டுவிட்டது என்பதே யதார்த்த உண்மை. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டாரத்தில் அக்கம் பக்கமாக வாழ்கிற அங்கக, அனங்கக இனவகைகள், தனிப்பட்டவைகள் இவைகளிடையே உள்ள பல்வகைத் தன்மை எதிர்வாதிட முடியாத அவசியத்தையே அடித்தளமாகக் கொண்டிருக்கிறது என்று என்னதான் உறுதிப்படுத்திக் கூறினாலும், தனிப்பட்ட இனவகைகளுக்கும், தனிப்பட்டவைகளுக்கும் அது முன்புள்ளவாக இருந்ததோ அதுவாகவே, அதாவது தற்செயலான விஷயமாகவே இருக்கும். தனிப்பட்ட விலங்கிற்கு அது எங்கே பிறக்க வேண்டி நேர்ந்தது, தனது வாழ்விற்கு எம்மாதிரியான சுற்றுச் சார்புகளைக் காண்கிறது; என்ன எதிரிகள், எத்தனை பேர், தனது வாழ்வை அச்சுறுத்துகின்றனர் என்பதெல்லாம் தற்செயலேயாம். தாய்ச் செடிக்கு அதன் விதைகளைக் காற்று எங்கே கொண்டுசென்று தூவிவிடுகிறது என்பதும் கன்றுச் செடிக்கு விதை முளை விட எங்கே மண் கிடைக்கிறது என்பதும் தற்செயலே; இங்கும் கூட எல்லாம் எதிர் வாதிட முடியாத அவசியத்தையே சார்ந்துள்ளன என நமக்கு உறுதி கூறுவதெனில் அது மிகவும் பலஹீனமான ஆறுதலே. ஒரு குறிப்பிட்ட பிரதேசத்திலுள்ள இயற்கைப் பொருள்களைக் கலக்கிக் குவித்துவைத்து—இன்னும் கூட, உலகிலுள்ள அனைத்தையும் இதே விதமாகச் செய்து—உலகத் தொடக்க காலமுதல் சாசுவதமாக அவை நிர்ணயிக்கப்பட்டதாகக் கூறினாலும் கூட, அது முன்பு எவ்

வாறு இருந்ததோ அதே விதமாக—அதாவது தற்செயலான விஷயமாக—இப்போதும் இருக்கும்.

இவ்விரண்டு கருத்தோட்டங்களுக்கும் எதிர்மாறாக ஹெகல் இதுவரை கேட்டறியாத உத்தேசக் கருத்துரைகளை முன்வைத்தார்: அதாவது, தற்செயலாக நிகழ்வதாலேயே தற்செயலான நிகழ்ச்சிக்கு ஒரு காரணம் உண்டு; அதே போல் தற்செயலாக நிகழ்வதால் அதற்குக் காரணமுமில்லை; தற்செயலாக நிகழ்வது அவசியமென்றும், அவசியம் தன்னைத்தானே தற்செயலாக நிர்ணயிக்கிறதென்றும், மற்றொரு புறம், இந்தத் தற்செயல் ஒரு விதத்தில் சம்பூரண அவசியம் எனவும் அவர் உரைத்தார். ("Logik", IIம் பாகம், IIIம் பகுதி, 2: 'யதார்த்தம்'). இவை புதிர்த்தன்மை வாய்ந்த அற்ப உரைகள் எனவும், தம்மைத் தாமே முரண்படுத்திக்கொள்கிற வெற்றுரைகள் எனவும் இயற்கை விஞ்ஞானம் மிக எளிதாக இவற்றைப் புறக்கணித்தது; தத்துவம் சம்பந்தப்பட்டவரை இயற்கை விஞ்ஞானம் ஒருபுறம் வோல்பின் இயக்கமறுப்பியலின் வறட்சியான சிந்தனையை விடாப் பிடியாக மேற்கொண்டது; அதன் பிரகாரம் ஒரு பண்டம் ஒன்று தற்செயல் அல்லது அவசியம், ஒரே சமயத்தில் இரண்டுமாக இருக்க இயலாது; அல்லது மறுபுறம் தற்செயலைப் பொதுப்படையாக வார்த்தைகளில் மறுத்து விட்டு, ஒவ்வொரு பிரத்தியேக வழக்கிலும் நடைமுறையில் அதையே அங்கீகரிக்கிற, வோல்பினுடைய இயக்க மறுப்பியலை விட வறட்சியில் எவ்விதக் குறைவும் இல்லாத யாந்திரிக நிர்ணய வாதத்தை அது விடாப்பிடியாக மேற்கொண்டது.

இயற்கை விஞ்ஞானம் இந்தப் பாதையிலேயே தொடர்ந்து சிந்தித்த அதேபொழுதில் டார்வின் என்பவரின் மூலம் அது என்ன செய்தது?

டார்வின் தமது சகாப்தகரமான நூலில்¹⁶⁵ தற்செயலின் ஆகப்பரந்த அடிப்படையிலிருந்து புறப்பட்டார். ஒரே ஓர் இனவகையைச் சார்ந்த தனித்தவைகளிடையே உள்ள வரம்பற்ற தற்செயலான வேறுபாடுகளே—அவ்வேறுபாடுகள் இனவகையின் பண்பை உடைத்துக்கொண்டு வெளிக்கிளம்பும்வரை அழுத்தம் பெற்று வருகின்றன; மிகக் கடைக்கோடியான சில வழக்குகளில் மட்டுமே அவை

களின் உடனடிக் காரணங்களை வெளிப்படுத்த இயலும்—உயிரியலின் முழுச் சீரமைப்பிற்கும் முன்பு அடிப்படை யாக இருந்த கருத்தை, அதாவது, இனவகைகள் மாற்ற மின்றி இயக்கமறுப்பியல் ரீதியில் இறுகிப் போனவை என்ற முந்தைய கருத்தோட்டத்தையே சந்தேகிக்கும்படி அவரை நிர்ப்பந்தித்தன. ஆயினும் கூட இனவகைகளைப் பற்றிய கருத்து இல்லையேல் விஞ்ஞானம் முழுவதும் பயனற்றதாக இருந்தது. அதனுடைய எல்லாப் பிரிவுகளுக்கும் இனவகைகளைப் பற்றிய கருத்து அடித்தளமாக இருப்பது அவசியமாக இருந்தது: மனித உடலமைப்பியல், ஒப்புநோக்கு உடலமைப்பியல், கருவியல், விலங்கியல், தொல்லுயிரியல், தாவரவியல் முதலியன; இனவகைகளைப் பற்றிய கருத்து இல்லையெனில் இவையெல்லாம் என்னவாகும்? இவைகளின் பலன்கள் எல்லாம் கேள்விக்கு இடமாயின என்பது மட்டுமல்ல, ஆனால் நேரடியாகவே அப்புறப்படுத்தப்பட்டன. இதுவரை கருதப்பட்டதற்கொப்ப அவசியத்தைத் தற்செயல் தூக்கி எறிந்துவிடுகிறது.* அவசியத்தைப் பற்றிய முந்தைய கருத்து உடைந்து போகிறது. திரும்பவும் அதையே நிலைபடுத்திக்கொள்வது எனில் யதார்த்தத்திற்கும் தனக்கும் முரண்பட்டு நிற்கிற யதேச்சையான மனித நிர்ணயத்தை ஒரு நியதியாக இயற்கையின்மீது சர்வாதிகாரமாகத் திணிப்பது என்பதே அதன் பொருளாகும்; இதன் மூலம் உயிருள்ள இயற்கையில் உள்ளார்ந்து நிற்கிற அவசியம் முழுவதையும் மறுப்பதற்கொப்பாகும்; தற்செயலின் குழப்ப கரமான ராஜ்ஜியமே உயிருள்ள இயற்கையின் ஒரே நியதி எனப் பொதுவாகப் பிரகடனப்படுத்துவதற்கு ஒப்பாகும்.

"Gilt nichts mehr der Tausves Jontof,"¹⁶⁶ என்று எல்லாக் கருத்தோட்டங்களைச் சார்ந்த உயிர்நூல்வாதிகளும் தர்க்க வியல்ரீதியாகவே இவ்வாறு கூவினர்.

டார்வின்.**

* * *

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் இருந்த குறிப்பு: "இதன் நடுவே தற்செயலைச் சார்ந்த சம்பவங்கள் சேகரிக்கப்பட்டதால் குவிந்துபோன விஷயாதாரங்கள் அவசியத்தைப் பற்றிய பழைய கருத்தை ஒடுக்கி உடைத்தெறிந்துவிட்டன". —(ப-ர்.)

** இந்த நூலின் 497ம் பக்கம் பார்க்க. —(ப-ர்.)

ஹெகல், “தர்க்கவியல்”, 1ம் பாகம்¹⁶⁷

“ஏதோ ஒன்றுக்கு எதிரிடையான இன்மை, எந்த ஏதோ ஒன்றினுடைய இன்மை நிர்ணயிக்கப்பட்டதோர் இன்மையே.” (74ம் பக்கம்.)*

“முழுமையின் (உலகின்)** பரஸ்பர நிர்ணயத் தொடர்பின் காரணமாக மிகச் சிறிய தூசி அழிக்கப்பட்டாலும் பிரபஞ்சம் முழுவதும் உள்ளொடுங்கிவிடும் (இது உள்ள படியாகவே கூறியதையே திருப்பிக் கூறுவதாகும்) என்று அறைந்து கூற இயக்கமறுப்பியலுக்கு இயலுகிறது.” (78ம் பக்கம்.)

நிலைமறுப்பு, பிரதானப் பகுதி, “முகவுரை”, 38ம் பக்கம்:

“சுயமுரண் உள்ளதொன்று தனக்குத் தானே வெறுமையுள்ளதாக, குக்குமமான இன்மையாகத் தீர்வடைவதில்லை; ஆனால் அதனுடைய பிரத்தியேக உள்ளடக்கம் நிலைமறுக்கப்படுவதாக மட்டுமே சாராம்சத்தில் நிகழ்கிறது” முதலியன.

நிலைமறுப்பு நிலைமறுக்கப்படல் “Phänomenologie”, முகவுரை, 4ம் பக்கம்: மலர்மொட்டு, மலர், கனி முதலியன.¹⁶⁸

[B) இயக்க இயல் தர்க்க இயலும்

அறிவைப் பற்றிய தத்துவமும்.

“அறிவின் வரையறைகளை”ப் பற்றி]

* * *

இயற்கை, மனது இவற்றின் ஒற்றுமை. இயற்கை பகுத்தறிவற்றதாக இருக்க முடியாது என்பதைச் சுய தெளிவு உள்ளதொரு விஷயமாக கிரேக்கர்கள் கருதினர்; ஆனால் இன்றும் மிக வெகுளித்தனம் வாய்ந்த அனுபவவாதிகளும்

* எங்கெல்லாம் இந்த மேற்கோளை, பூஜ்ஜியத்தைப் பற்றிய குறிப்பில் எடுத்தாள்கிறார். (இந்த நூலின் 426-429ம் பக்கங்கள் காண்க).—(ப-ர்.)

** எங்கெல்லாம் சேர்க்கப்பட்டது.—(ப-ர்.)

கூடத் தங்களுடைய வாதத்தின்மூலம் (அது எவ்வளவு தவறாக இருந்தாலும்) இயற்கை பகுத்தறிவற்றதாக இருக்க இயலாது அல்லது பகுத்தறிவு இயற்கைக்கு மாறுபட்டதாக இருக்க இயலாது என்பதில் துவக்கமுதலே தங்களுக்கு நம்பிக்கை உண்டு என நிரூபிக்கின்றனர்.

* * *

சிந்தனையின் வரலாற்றில் ஒரு கருத்தின் பரிணாமம் அல்லது ஒரு கருத்தோட்டரீதியான உறவு (நேர்நிலையும் எதிர்நிலையும், காரணமும் விளைவும், உட்சத்தும் அகல் மாத்துத் தன்மையும்) தனிப்பட்ட இயக்க இயல்வாதியின் மனதில் அதனுடைய வளர்ச்சியுடன் சம்பந்தப்பட்டதாகும்; தொல்லுயிரியலில் ஓர் அங்கஜீவியின் பரிணாம வளர்ச்சி கருவியலில் (அல்லது ஒருவிதத்தில் வரலாற்றிலும் தனிப்பட்ட ஒரே கருவியும்) அதனுடைய வளர்ச்சியுடன் சம்பந்தப்பட்டிருப்பதற்கு ஒப்பானதாகும் அது. இது இவ்விதமாக உள்ளது என்பதைக் கருத்துகள் விஷயத்தில் முதலில் கண்டு பிடித்தவர் ஹெகல். வரலாற்று ரீதியான வளர்ச்சியில் தற்செயல் தனது பங்கை நிறைவேற்றுகிறது; இது இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனையில், கருவின் வளர்ச்சியில் நிகழ்வதைப் போல் அவசியமாகப் பொறிப்பு பெறுகிறது.

* * *

குக்குமமும் ஸ்தூலமும். இயக்க வடிவ மாற்றத்தின் பொது விதி, அதைப்பற்றிய எந்த ஒரு “ஸ்தூலமான்” திருட்டாந்தத்தைவிட மிக அதிக ஸ்தூலமானதாகும்.

* * *

உய்த்துணர்தலும் பகுத்தறிவும். இந்த ஹெகலிய வேறுபாட்டு முனைப்பிற்கு — இதன் பிரகாரம் இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனை மட்டுமே பகுத்தறிவு பூர்வமானது — ஒரு திட்டமான பொருள் உண்டு. விலங்குகளோடு சேர்ந்து நாம் அறிவின் எல்லாச் செயல்பாட்டையும் பெற்றுள்ளோம்:

தொகுப்பாய்வு முறை, உய்த்துணரும் முறை; இதிலிருந்து குக்கு மப்படுத்ததுல் (டிடோவின்¹⁶⁹ இனவியல்பான கருத்துகள்: நாற்கால் விலங்குகளும் இருகால் விலங்குகளும்), தெரியாத வஸ்துக்களைப் பற்றிய பகுப்பாய்வு (ஒரு கொட்டையை உடைப்பது என்பதும் பகுப்பாய்வின் துவக்கமே), கூட்டாகம் (விலங்குச் சேட்டைகளில்), இவ்விரண்டின் ஐக்கியமாகப் பரிசோதனை (புதிய தடைகள், பரிச்சயமற்ற நிலைமைகள் ஆகியவற்றின் வழக்கில்). அவைகளின் இயல்பில் செயற்படி முறையின் இந்தப் பாங்குகள் எல்லாம்—எனவே, சாதாரண தர்க்கவியல் அங்கீகரிக்கிற விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் எல்லாச் சாதனங்களும்—மனிதர்களுக்கும் உயர்த்து விலங்குகளுக்கும் பூரணமாக ஒரே மாதிரியானவை. (ஒவ்வொரு வழக்கிலும் முறையின் வளர்ச்சியினுடைய) அளவுக்கு மட்டுமே அவை வேறுபடுகின்றன. முறையின் அடிப்படை இலட்சணங்கள் ஒரே மாதிரியானவை; மனிதர்களும் விலங்குகளும் இந்தத் துவக்கநிலை முறைகளைக் கொண்டு செயற்படுவது அல்லது சமாளிப்பது என்றவரை அவை மனிதர்களின் விஷயத்திலும் விலங்குகளின் விஷயத்திலும் ஒரே மாதிரியான விளைவுகளுக்கும் இட்டுச் செல்கின்றன.

மறுபுறத்தில், கருத்துகளாகிய அவைகளின் இயல்பையே ஆராய்வது என்பதை ஏற்கனவே தன்னுட் கொண்டிருக்கிற அந்த மிகப் பொருத்தமான காரணத்தால் இயக்க இயல்பீதியான சிந்தனை என்பது மனிதனுக்கு மட்டுமே, ஒப்புநோக்கில் வளர்ச்சியினுடைய ஓர் உயர்ந்த படியில் அவனுக்கு மாத்திரமே சாத்தியமாகும் (பொளத்தர்கள், கிரேக்கர்கள்); இதற்கு இன்னும் வெகு காலம் கழித்து, நவீன தத்துவவியலின் வாயிலாகத் தனது முழுவளர்ச்சியைப் பெறுகிறது—ஆயினும் கூட, வெகு தூரம் ஆராய்ச்சியை எதிர்நோக்குகிற அளவுக்குப் பிரம்மாண்டமான விளைவுகளை கிரேக்கர்களிடையே அது உண்டாக்கிற்று!

தீர்ப்புகளின் வகைப் பிரிவுகளைப்பற்றி

பண்டைய, வெறும் சம்பிரதாயத் தர்க்கவியலுக்கு எதிர்மாறாக இயக்க இயல் தர்க்கவியல் முன்சொன்னதைப் போலச் சிந்தனையின் இயக்க வடிவங்களை, அதாவது தீர்ப்பு, முடிவு இவற்றின் பல்வேறு வடிவங்களை, எண்ணிக்கையிட்டு

அவற்றை எவ்விதத் தொடர்புமின்றி அக்கம் பக்கமாக வைப்பதுடன் திருப்தியடைந்துவிடுவதில்லை. இதற்கு மாறாக, ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக இந்த வடிவங்களை அது பெறுகிறது; அவைகளைச் சம மட்டத்தில் வைப்பதற்குப் பதிலாக ஒன்றுக்கு மற்றொன்று கீழ்ப்பட்டதாகச் செய்கிறது; கீழ்நிலை வடிவங்களிலிருந்து மேல்நிலை வடிவங்களை வளர்க்கிறது. தர்க்கவியல் முழுவதையும் தாம் பிரிவுகளாக வகுத்ததற்கு விசுவாசமாக நின்று ஹெகல் கீழ்கண்டவாறு தீர்ப்புகளைத் தொகுத்தார்:¹⁷⁰

1. உள்ளியல்பான தீர்ப்பு—தீர்ப்பின் மிக எளிமையான வடிவம்; இதில் ஒரே வஸ்துவைப் பற்றிய ஒரு பொதுவான பண்பு நேர்நிலையாக அல்லது எதிர்நிலையாக இயல்பேற்றிக் கூறப்படுகிறது (நேர்நிலைத் தீர்ப்பு: ரோஜா சிவப்பு நிறமாக உள்ளது; எதிர்நிலைத் தீர்ப்பு: ரோஜா நீல நிறமாக இல்லை; வரம்பற்ற தீர்ப்பு: ரோஜா ஓர் ஒட்டகமாக இல்லை);

2. எடுத்துக்காட்டுகளை ஒரு நியதிக்குட்படுத்திக் காட்டும் தீர்ப்பு; இதில் ஒரு பொருளின்மீது ஓர் உறவுநிலையான நிர்ணயத்தைப் பண்பேற்றிக் கூறப்படுகிறது (ஒருமையான தீர்ப்பு: இந்த மனிதன் மாளுநன்மையுடையவன்; பிரத்தியேகத் தீர்ப்பு: சில, அனேக மனிதர்கள் மாளும் இயல்புடையவர்கள்; சர்வவியாபகத் தீர்ப்பு: எல்லா மனிதர்களும் மாளும் இயல்புடையோரே அல்லது மனிதன் மாளும் இயல்புடையோன்);¹⁷¹

3. கட்டாய நிலைத் தீர்ப்பு; இதில் ஒரு பொருளின்மீது அதனுடைய உட்கிடக்கைப் பூர்வமான நிர்ணயத்தைப் பண்பேற்றிக் கூறப்படுகிறது (வகையினச் சார்புள்ள தீர்ப்பு: ரோஜா ஒரு செடி; அனுமானச் சார்புள்ள தீர்ப்பு: சூரியன் உதிக்கும்போது பகல்நேரமாக இருக்கிறது; பிரிநிலை இணைவான தீர்ப்பு: Lepidosiren என்பது ஒரு மீன் அல்லது நிலநீர்வாழ் பிராணி);

4. கருத்துப்பாங்கு சார்புள்ள தீர்ப்பு; இதில், ஒரு பொருள் அதனுடைய பொதுவான இயல்புடன் அல்லது,

ஹெகல் கூறுவதைப்போல, அதனுடைய கருத்துப்பாங்குடன் எந்த அளவுக்கு ஒத்திசைந்துள்ளது என்பது பண்பேற்றிக் கூறப்படுகிறது (உறுதிநிலையான தீர்ப்பு: இந்த வீடு சீர்கேடாக உள்ளது; நிபந்தனைத் தீர்ப்பு: இந்த வீடு இவ்வாறு அமைக்கப்பட்டால் அது நலமாக இருக்கும்; வல்லுறுதியான தீர்ப்பு: இவ்வீடுவிறதமாக அமைக்கப்பட்ட வீடு நன்று).

1—தனிப்பட்டவகையான தீர்ப்பு, 2,3—விசேஷவகையான தீர்ப்பு, 4—பொதுவான தீர்ப்பு.

மேற்கூறியன என்னதான் வறட்சியாக தொனித்தாலும் இந்தத் தீர்ப்புகள் வகைசெய்யப்பட்டதானது இங்கு மங்கும் யதேச்சையானதாக என்னதான் முதலில் தோன்றினாலும் ஹெகலின் “விரிந்த தர்க்கவியல்” (“நூல்கள்”, V ம்பாகம், 63-115ம் பக்கங்கள்)¹⁷² என்பதில் அவருடைய உன்னதமான விரிவுரையை ஆழ்ந்து கற்கும் எவரும் இவ்விறதமாக இவை வகைசெய்யப்பட்டதின் உள்ளார்ந்த உண்மையையும் அவசியத்தையும் தெளிந்தறியலாம். சிந்தனையின் நியதிகளை மட்டுமன்றி இயற்கையின் நியதிகளையும் கூட அடிப்படையாகக் கொண்டே இவை எந்த அளவுக்கு வகைசெய்யப்பட்டன என்பதைக் காட்ட இதற்கு வெளிப்புறத்திலிருந்து ஒரு நன்கறியப்பட்ட திருட்டாந்தத்தை இங்கு முன்வைக்க விரும்புகிறோம்.

சுமார் ஒரு லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னமேயே உராய்வின் மூலம் தீயை உண்டாக்கக் கண்டுபிடித்த, சரித்திர காலத்துக்கு முந்திய மனிதனுக்கு, அதற்கும் முன்பு குளிரால் விறைத்த உடலின் பகுதிகளைத் தேய்ப்பதின்மூலம் சூடேற்றிய அவனுக்கு, செயல்பூர்வமாக உராய்வு வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது என்பது ஏற்கனவே தெரிந்திருந்தது. அதிலிருந்து, உராய்வு பொதுவாக வெப்பத்தின் ஒரு தோற்றுவிப்பு, உராய்வு பொதுவாக வெப்பத்தின் ஒரு தோற்றுவிப்பு என்பது கண்டுபிடிக்கும்வரை எத்தனை ஆயிரம் ஆண்டுகள் கடந்து சென்றன என்பதை யார் அறிவார்? உராய்வு வெப்பத்தின் ஒரு தோற்றுவிப்பு என்கிற ஓர் உள்ளியல்பான தீர்ப்பை உள்ளபடியாகவே உருப்படியானதொரு தீர்ப்பை

வரையறுக்கும் அளவுக்குப் போதுமானதாக மனித மூளை வளர்ந்த காலம் வந்தது என்று சொன்னால் அதுவே போதும்.

இதன் பின்னர் பல்லாயிரம் ஆண்டுகள் கடந்து, 1842ம் ஆண்டில் மாயர், ஜூல், கோல்டிங் ஆகியோர் இதற்கிடையே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இதே மாதிரியான தன்மை வாய்ந்த இதர மாற்றப்போக்குகளுடன் ஒப்புறவாக வைத்து இந்த விசேஷ மாற்றப்போக்கை, அதாவது இதனுடைய உடனடியான, பொதுவான சூழ்நிலைகளை, ஆராய்ந்து இந்தத் தீர்ப்பை வரையறுத்தனர்: யாந்திரீக இயக்கம் அனைத்தையும் உராய்வின் வாயிலாக வெப்பமாக மாற்ற இயலும். மேலே கூறிய உருப்படியான உள்ளியல்பான தீர்ப்பிலிருந்து எடுத்துக்காட்டுகளை ஒரு நியதிக்குட்படுத்திக் காட்டும் தீர்ப்புக்கு வருவது என்கிற வஸ்துவைப் பற்றிய ஞானத்தில் முன்னேற்றம் காண்பதற்கு முன்பு இவ்வளவு காலமும் இவ்வளவு ஏராளமான அனுபவவாதரீதியான அறிவும் தேவைப்பட்டன.

இதிலிருந்து விஷயங்கள் விரைவாகவே முன்சென்றன. மூன்று வருடங்களுக்குள்ளாகவே, குறைந்தபட்சம் சாராம்சத்திலாவது மாயர் எடுத்துக்காட்டுகளை ஒரு நியதிக்குட்படுத்திக் காட்டும் தீர்ப்பை அதனுடைய இன்றைய நிலைக்கு உயர்த்தினார்: அதற்கு நிர்ணயிக்கப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் எந்த இயக்க வடிவமும் நேர்முகமாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ வேறு வடிவமாக நிலைமாறுதல் அடைய முடியும், அடையும் படி நிர்ணயிக்கப்படுகிறது; இது கருத்துப்பாங்கு சார்புள்ள தீர்ப்பாகும்; மேலும், தீர்ப்பின் உயர்நிலையான வல்லுறுதித் தீர்ப்பாகும்.

ஆதலால், தீர்ப்பின் சிந்தனை வடிவ வளர்ச்சியைப் போல ஹெகலிடத்தில் தென்படும் இது பொதுவாக இயக்கத்தின் இயல்பைப் பற்றிய அனுபவவாதரீதியான அடிப்படையைக் கொண்ட நமது தத்துவார்த்த அறிவின் வளர்ச்சியாக நம்மை இங்கு எதிர்முட்டுகிறது. ஆயினும், அவை சரியாக மட்டும் அறியப்பட்டால் சிந்தனையின் நியதிகளும் இயற்கையின் நியதிகளும் அவசியத்தை முன்னிட்டு ஒன்றுக் கொன்று உடன்பாடானவை என்பதை இது தெளிவாக்குகிறது.

முதலாவது தீர்ப்பு தனித்தன்மையைப் பற்றியதாக நாம் கொள்ளலாம்; உராய்வு வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது என்ற துண்டித்து நிற்கிற ஒரு யதார்த்த உண்மை பதிவு செய்யப்படுகிறது. இரண்டாவது தீர்ப்பு பிரத்தியேகத் தன்மையைப் பற்றியதாகும்: இயக்கத்தின் ஒரு விசேஷ வடிவமான யாந்திரீக இயக்கம் விசேஷ சூழ்நிலைகளில் (உராய்வு மூலமாக) இயக்கத்தின் மற்றொரு விசேஷ வடிவமான வெப்பமாக மாறும் பண்பை வெளிப்படுத்துகிறது. மூன்றாவது தீர்ப்பு சர்வவியாபகத் தன்மையைச் சார்ந்ததாகும்: இயக்கத்தின் எந்த வடிவமும் மற்றொரு வடிவமாக நிலைமாறுதல் பெற இயலும், பெறும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்படுகிறது. இந்த வடிவத்தில் இந்த நியதி தனது இறுதி உருவத்தைப் பெறுகிறது. புதிய கண்டுபிடிப்புகள் வாயிலாக அதற்குப் புதிய எடுத்துக்காட்டுகளை நாம் வழங்க முடியும்; புதிய, செழுமையான உட்கிடக்கையையும் நாம் அளிக்க முடியும். ஆனால், இங்கு வரையறுக்கப்பட்டுள்ள நியதிக்கே புதிதாக எதையும் நாம் கூட்ட முடியாது. வடிவத்திலும் உட்கிடக்கையிலும் சம அளவுக்குச் சர்வவியாபகமாக உள்ள அதனுடைய சர்வவியாபகத் தன்மையில் அது இனி மேற்கொண்டும் நீட்டப்பட மசியாது; அது இயற்கையைப் பற்றிய பூரணத்துவம் உடையதொரு நியதியாகும்.

துரதிருஷ்டவசமாக, வாழ்வு என்ற மறுபெயர் பெற்ற புரதப் பொருளின் இயக்க வடிவத்தைக் குறித்து நாம் இன்னும் சிக்கலில்தான் இருக்கிறோம்; புரதப் பொருளை நாம் உண்டாக்காதவரை இது நீடிக்கும்.

* * *

எனினும் கூட, கான்ட்டிபுண்டை வெறும் “தீர்ப்புச் சக்தி” என்பது தீர்ப்புகள் செய்வதில் மட்டும் அடங்கி நிற்கவில்லை என்பது நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது; ஆனால் ஒரு [.....]*

* முற்றுப்பெறாத இந்தக் குறிப்பு இரட்டைத்தாளின் நான்காவது பக்கத்தின் முடிவில் வருகிறது; அதன் இரண்டாவது, மூன்றாவது பக்கங்களும் நான்காவது பக்கத்தின் ஆரம்பமும் இதற்கு முந்திய, தீர்ப்புகளின் வகைப்பிரிவு என்ற பெரிய துணுக்கை உள்ளடக்கமாகக் கொண்டுள்ளன.

* * *

தனித்தன்மை, பிரத்தியேகத் தன்மை, சர்வவியாபகத் தன்மை—“கருத்துப்பாங்குக் கோட்பாடு”¹⁷³ முழுவதும் இந்த மூன்று நிர்ணயங்களுக்குள்ளேயே இயங்குகிறது. இந்தத் தலைப்புகளின்கீழ் படிமுறை வளர்ச்சி என்பது தனிப்பட்டதிலிருந்து பிரத்தியேகத்திற்கும், பிரத்தியேகத்திலிருந்து சர்வவியாபகத்திற்கும் ஒன்றல்ல, பல வகைத்துறை சார்புகளில் நடந்தேறுகிறது; தனிப்பட்டது, இனப்பிரிவு, இனம் என்ற படிமுறை வளர்ச்சியாக ஹெகல் பல தடவையும் திருட்டாந்தப்படுத்துகிறார். தற்போது தங்களுடைய தொகுப்பாய்வு முறையை முன்வைத்து — ஹெகலுக்கு எதிராக—தனிப்பட்டதிலிருந்து பிரத்தியேகத்திற்கும், அதன் பின்னர் சர்வவியாபகத்திற்கும் (1), தனிப்பட்டதிலிருந்து இனவகைக்கும், அதன் பின்னர் இனத்திற்குமாகப் படிமுறை வளர்ச்சி நடந்தேற வேண்டுமென்று ஹெகல் போன்றவர்கள் தம்பட்டமடித்துவிட்டு, பிறகு உய்த்துணரும் முறைபூர்வமான முடிவுகளையும் அனுமதித்து, அவை மேலும் தங்களை இட்டுச் செல்லும் எனவும் அனுமானித்துக் கொள்கின்றனர். தொகுப்பாய்வு முறைக்கும் உய்த்துணரும் முறைக்கும் உள்ள எதிர்பாட்டைக் குறித்து ஒரு முட்டுக்கட்டையான நிலைக்குள் இந்த ஆட்கள் சிக்கிக்கொண்டுள்ளனர்; இதனால் அவர்கள் முடிவைப் பற்றிய எல்லாத் தர்க்கவியல் வடிவங்களையும் இந்த இரண்டாக மட்டும் வடிக்கின்றனர்; அவ்விதம் செய்யும்போது, (1) அந்தப் பெயர்களின் கீழ் முடிவின் முற்றிலும் வேறுபட்ட வடிவங்களைத் தன்னுணர்வின்றி உபயோகப்படுத்துகின்றனர் என்பதும், (2) இந்த இரண்டிற்குள் திணிக்கப்பட முடியாத அளவில் முடிவின் வடிவங்களுடைய செழுமை முழுவதையும் தங்களுக்குக்

கான்ட்டிபின் நிச்சயவாதத்திற்கு (apriorism) எதிராக எங்கெல்ல, எல்லா அறிவின் அனுபவவாத அடிப்படையைப் பற்றிய தமது கருத்துரையை எதிர்நிறுத்தித் தமது குறிப்பை முடிக்க எண்ணங்கொண்டார் (இந்த நூல், 365-366ம் பக்கங்கள் பார்க்க). — (ப-ர்.)

கிட்டாமல் செய்துகொள்ளுகின்றனர் என்பதும், (3) இதனால் தொகுப்பாய்வு முறை, உய்த்துணரும் முறை என்ற இரண்டையுமே சுத்தமாக வெற்றுவரையாக மாற்றிவிடுகின்றனர் என்பதும் அவர்கள் கவனத்தில் படுவதே இல்லை.

* * *

தொகுப்பாய்வு முறையும் உய்த்துணரும் முறையும். ஹெக்கல், 75ம் பக்கத்தைத் தொடர்ந்து வருவன; இதில், முன்தாடை எலும்புக்கு முந்தியதான எலும்பைச் சாதாரணமாகப் பெற்றிராத மனிதன் அப்படிப்பட்டதொன்றைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்ற தொகுப்பாய்வு முறை பூர்வமான முடிவை கேட்க வேண்டுகிறார்; இதிலிருந்து தவறான தொகுப்பாய்வு முறை மூலமாக சரியான ஏதோ ஒன்றிற்கு வந்து சேருகிறார்!¹⁷⁴

* * *

ஹெக்கலின் வெற்றுவரை: உய்த்துணரும் முறைக்கு எதிராகத் தொகுப்பாய்வு முறை. உய்த்துணரும் முறை=முடிவு எனவும், எனவே தொகுப்பாய்வு முறை உய்த்துணரும் முறையும் கூட என்பது இல்லாததுபோல இது உள்ளது. இது துருவகரணத்திலிருந்து எழுகிறது. ஹெக்கலின் "Schöpfungsgeschichte" என்ற நூலின் 76-77ம் பக்கங்கள். முடிவு தொகுப்பாய்வு முறை, உய்த்துணரும் முறை எனத் துருவகரணமாகியது!

* * *

நன்னீர்நண்டும் சிலந்திகளும் பூச்சிகள் எனவும் கீழ் நிலைப் பிராணிகள் எல்லாம் புழுக்கள் எனவும் தொகுப்பாய்வு முறையால் 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது வெற்றுவரை என்பதும் X வகுப்புக்களும் உள்ளன என்பதும் தற்போது தொகுப்பாய்வு முறையால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. உய்த்துணரும் முறை ரீதியான முடிவு

என்று சொல்லப்படுவதின் அடிப்படையும் வகைப்பிரிவு என்றே இருக்கும்பொழுது அதைப்போலவே சம அளவு பொய்யாகத் தொகுப்பாய்வு முறை ரீதியான முடிவு என்று சொல்லப்படுவதும் இருக்கிறதெனில் இதன் அனுசூலம்தான் எதில் உள்ளது?

பால் சுரப்பிகளின்றி ஒரு பாலூட்டி விலங்கு இருக்க முடியாது என்பதைத் தொகுப்பாய்வு முறையால் நிரூபிக்க முடியாது. இதற்கு முன்பு முலைக்காம்புகள் ஒரு பாலூட்டியின் அடையாளமாகக் கொள்ளப்பட்டன. ஆனால் வாத்தலகிக்கு அவை இல்லை.

தொகுப்பாய்வு முறையின் புரட்டு முழுவதும் ஆங்கிலேயரிடமிருந்து [பெறப்பட்டது]; வீவெல், சுத்தமாகக் கணிதவியல் (விஞ்ஞானங்களை)¹⁷⁵ கொண்ட தொகுப்பாய்வு முறை விஞ்ஞானங்கள்; எனவே உய்த்துணரும் முறைக்கு எதிர் உரையாக ஒன்று படைக்கப்பட்டது. தர்க்கவியல்—பழையது அல்லது புதியது—இதைப்பற்றி அறியாது. தனிப்பட்டதிலிருந்து புறப்படும் எல்லா முடிவின் வடிவங்களும் பரிசோதனைக்குரியன, அனுபவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டன; உள்ளபடியாகவே தொகுப்பாய்வு முறை ரீதியான முடிவு ச-த-பி¹⁷⁶ (சர்வவியாபகம்) என்பதிலிருந்து கூடப் புறப்படுகிறது.

தொகுப்பாய்வு முறையின் பலன்கள் — வகைப்பிரிவுகள் — எங்கு நோக்கினும் கேள்விக்குள்ளாகிவரும் இந்த நேரத்தில் (Limulus ஒரு சிலந்தி என்றும், Ascidia முதுகெலும்பி அல்லது தண்டெலும்பி என்றும், நீர்நில வாழ் உயிரினத்தைப் பற்றிய முந்திய விளக்க உரைகளுக்கு எதிராக Dipnoi* என்பன மீன்கள் எனவும்),¹⁷⁷ — தொகுப்பாய்வு முறை ரீதியான முந்திய வகைப்பிரிவை முழுமையாகவே தாக்கி எறிகிற புதியதார்த்த ஆதாரக்கூறுகள் தினசரி கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வரும் நேரத்தில், ஹெக்கல் தொகுப்பாய்வு முறையை வெறிபிடித்தவாறு பரிந்து காக்கப் போராடுவது நமது இயற்கை விஞ்ஞானிகளின் சிந்தனைத்திறனுக்கு ஒரு குணம்சமாகவும்கூட விளங்குகிறது. தொகுப்பாய்வு முறை சார்ந்த முடிவு சாராம்சத்தில் பிரச்சினைக்குரி

யதே என்ற ஹெகலின் கருத்துரை எவ்வளவு அழகாக ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டுள்ளது! உள்ளபடியாகவே அங்கஜீவிகளின் வகைப்பிரிவு முழுவதும் தொகுப்பாய்வு முறையிலிருந்து—பரிணாமத்தத்துவம் காரணமாக— அப்பால் எடுக்கப்பட்டு “உய்த்துணரும் முறையின்” பால், மரபு வழித்தோன்றலின் பால்—மரபுவழி ரீதியாக ஓர் இனவகையிலிருந்து மற்றோர் இனவகை எழுத்துக்கெழுத்து உய்த்துணரும் முறையில் பெறப்படுவதால் — திருப்பிக் கொணரப்படுகிறது; மேலும் பரிணாமத் தத்துவம் தொகுப்பாய்வு முறையைக் கொண்டு மட்டும் விளக்க இயலாது; ஏனெனில் அது தொகுப்பாய்வு முறைக்கு எதிரானது. இனவகை, இனம், வகுப்பு என்ற, தொகுப்பாய்வு முறை தொழிற்படும் கருத்துகள் பரிணாமத் தத்துவத்தால் தொய்ந்து போய், ஆகவே, ஒப்பியல்நிலை எய்திவிட்டன; ஆனால் ஒருவன் ஒப்பியல்பான கருத்துகளைத் தொகுப்பாய்வு முறைக்கு உபயோகிக்க இயலாது.

* * *

தொகுப்பாய்வு முறைவாதிகள் அனைவருக்குமாக*. உலகத்திலுள்ள தொகுப்பாய்வு முறை முழுவதையும் சேர்த்தாலும் தொகுப்பாய்வு முறையான மாற்றப்போக்கைப் பற்றித் தெளிவுபடுகிற நிலையை எய்த முடியாது. இந்த மாற்றப்போக்கைப் பகுப்பாய்வு செய்வதால் மட்டுமே இது சாத்தியம். — பகுப்பாய்வும், தொகுப்பாக்கமும் போலவே தொகுப்பாய்வு முறையும், உய்த்துணரும் முறையும் கட்டாயமாகவே ஒருங்கிணைந்தவை.** ஒரு தலைப் பட்சமாக ஒன்றின் செலவில் மற்றொன்றை வானளாவப் புகழ்வதற்குப் பதிலாக

* கைப்பிரதியில்: “Den All-Induktionisten”, அதாவது, தொகுப்பாய்வுமுறை ஒன்றே சரியான முறை என்று கருதுபவர்களுக்கு உள்ளுள்ளது. — (ப-ர்.)

** ஓரத்தில் ஒரு குறிப்பு: “ஆராய்ச்சியின் மேலோங்கிய வடிவமாகப் பகுப்பாய்வு உள்ள இரசாயனவியலில் அதன் எதிர்நிலையான தொகுப்பாக்கமின்றி அது ஒன்றுமில்லை.” — (ப-ர்.)

நாம் ஒவ்வொன்றையும் இடத்திற்கேற்ப அதனதனைப் பயன்படுத்த முயல வேண்டும்; அவையிரண்டும் ஒருங்கிணைந்தவை, ஒன்றை மற்றொன்று வளப்படுத்துகிறது என்பதை நமது நினைவில் கொண்டிருந்தால் மட்டுமே இதைச் செய்ய முடியும்.

தொகுப்பாய்வு முறைவாதிகளின் கருத்துப்படி தொகுப்பாய்வு முறை ஒரு பிழையற்ற முறை. மிக நிச்சயமானவையாகத் தோன்றுகிற அதன் பலன்களும் கூடப் புதிய கண்டுபிடிப்புகளால் தினசரி தூக்கி எறியப்பட்டுவரும்போது மிகச் சிறிய அளவுக்கே அவ்வாறு அது உள்ளது. ஒளியின் நுண்துகள்கள், கலோரிக் என்பன தொகுப்பாய்வு முறையின் பலன்களாம். அவை இப்போது எங்கே உள்ளன? எல்லா முதுகெலும்புப் பிராணிகளும் மூளை, முதுகந்தண்டுவடம் என்று வேறுபட்டுள்ள மத்திய நரம்பு மண்டலத்தைப் பெற்றுள்ளன என்றும், முதுகந்தண்டுவடம் என்பது குருத்தெலும்பாலான அல்லது எலும்பாலான முதுகெலும்புக் கணுக்களால் மூடப்பட்டுள்ளது என்றும்—இதனாலேயே அந்தப் பெயர் பெறப்படுகிறது — தொகுப்பாய்வு முறை நமக்கு கற்றுத்தந்தது. பின்னர் முதுகெலும்புக் கணுக்களற்றும், வேறுபாடற்ற மத்திய நரம்புப்பிரியிழை கொண்டதுமான முதுகெலும்புப் பிராணியான Amphioxus என்பது வெளிப்படுத்தப்பட்டது. வாழ் நாள் முழுவதும் செவுள்கள மூலமாக மட்டுமே தனி விலக்காகச் சுவாசிக்கிற அந்த முதுகெலும்புப் பிராணிகளே மீன்கள் எனத் தொகுப்பாய்வு முறை ஸ்தாபித்தது. மீன் இயல்பு சகலரும் ஒத்துக்கொள்ளக்கூடியவாறு அங்கீகரிக்கப்பட்டவையும் செவுள்களுடன் கூடவே நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த நுரையீரலைப் பெற்றவையுமான அப்படிப்பட்ட பிராணிகள் உள்ளன என்பது வெளிக்கொணரப்பட்டது; அது மட்டுமின்றி ஒவ்வொரு மீனும் தனது நீச்சல் பையின் வடிவத்தில் ஓர் ஒடுக்கநிலையிலுள்ள நுரையீரலைப் பெற்றுள்ளது என்பதும் வெளிப்பட்டது. இந்த முரண்பாடுகளில் மிக சவுகரியமாகவே அமர்ந்திருந்த தொகுப்பு முறைவாதிகளை ஹெக்கல் பரிணாமத் தத்துவத்தை மிகத் துணிச்சலாக அனுஷ்டித்ததின் வாயிலாக மட்டுமே காப்பாற்ற முடிந்தது.

தொகுப்பாய்வு முறை உண்மையில் அவ்வளவு பிழையற்றது எனில் அங்கக உலகத்தை வகைப்பிரிவு செய்வதில் துரிதமாக ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாகப் புரட்சிகள் எங்கிருந்து வந்தன? தொகுப்பாய்வு முறையின் மிகக் குணம் சமான விளைவே அவை; ஆயினும் கூட அவை ஒன்றையொன்று வேருடன் அழித்துக்கொள்கின்றன.

* * *

தொகுப்பாய்வு முறையும் பகுப்பாய்வும். விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்பின் ஒரே வடிவமாக அல்லது அதன் மேலோங்கிய வடிவமாகத் தொகுப்பாய்வு முறை எவ்வளவு மிகக் குறைந்த அளவுக்குப் பாத்தியதை கொண்டாட முடியும் என்பதற்கு ஒரு சிறப்பான எடுத்துக்காட்டு வெப்பவிசையியலில் நிகழ்கிறது; ஒருவன் வெப்பத்தைச் செலுத்தி யாந்திரீக இயக்கத்தைப் பெற முடியும் என்பதற்கு மிகச் சிறந்த நிரூபணமாக நீராவி எஞ்சின் உள்ளது. ஒன்றுக்கு மேலாக ஒரு லட்சம் நீராவி எஞ்சின்கள் இதைக் கூடுதலாக மெய்ப்பித்து விடுவதில்லை; ஆனால் பெளதிகவியல்வாதிகள் இதை விளக்க வேண்டியதின் அவசியத்தை அவை மேலும் மேலும் நிர்ப்பந்தமாக்கின. சாடி கார்னோ என்பவர் முதன் முதலாகப் பொறுப்புடன் இப்பணியை மேற்கொள்ளத் துணிந்தார். ஆனால் தொகுப்பாய்வு முறையைக் கொண்டு அல்ல. அவர் நீராவி எஞ்சினைக் கூர்ந்து கற்றார்; அதைப் பகுப்பாய்வு செய்தார்; இதில் அடிப்படையான மாற்றப்போக்கு தூய்மையான வடிவத்தில் வெளிப்படுவதில்லை என்றும், எல்லாவகையான துணை மாற்றப்போக்குகளாலும் அது மறைக்கப்பட்டுள்ளது என்றும் அவர் கண்டார். இந்தச் சாராம்சமான மாற்றப்போக்குடன் சார்பற்றதான துணைச் சூழ்நிலைகளை அவர் அப்பறப்படுத்திவிட்டு, ஓர் இலட்சியபூர்வமான நீராவி எஞ்சினை (அல்லது வாயு எஞ்சினை) நிருமாணித்தார்; அதை ஒரு ஜியோமிதிக் கோடு அல்லது பரப்பைப் போலவே யதார்த்தமாக்க இயலாது என்பது வாஸ்தவமே; ஆனாலும் கூட அது னுடைய போக்கில் இந்தக் கணிதவியல் சூக்குமங்களைப்போல

அது அதே பணியைப் புரிகின்றது: ஒரு கலப்படமற்ற, சுயேச்சையான, தூய வடிவத்தில் இந்த மாற்றப்போக்கை முன்வைக்கிறது. மேலும் அவர் வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமானம் வரைக்கும் கூட வந்து விட்டார் (அவருடைய C சார்புப் பரிமாணத்தின் முக்கியத்துவத்தைப் பார்க்க);* அவர் கலோரிக் என்பது உண்மை என்று கருதியதாலேயே அதைக் கண்டு பிடிக்கவும் பார்க்கவும் தவறினர். பொய்யான தத்துவங்களால் நிகழும் சேதத்திற்கு இங்கும் நிரூபணம் உள்ளது.

* * *

அனுபவரீதியான உற்று நோக்கல் மட்டும் அவசியத்தை எப்பொழுதும் திருப்திகரமாக விளக்கிவிட முடியாது. Post hoc** ஆனால் propter hoc*** அல்ல. ("Enzyklopädie", 1, 84ம் பக்கம்.)¹⁷⁸ சூரியன் காலையில் தொடர்ந்து உதிக்கிறது என்பதிலிருந்தே அது திரும்பவும் நாளைக்கு உதிக்கும் என்று சொல்ல முடியாத அளவுக்கு — உள்ளபடியாகவே ஒருநாள் காலே சூரியன் உதிக்காத ஒரு காலமும் வரும் என்பதும் தற்போது நமக்குத் தெரியும்—இது மிகச் சரியே. ஆனால் அவசியத்தின் நிரூபணம் மனிதச் செயல்பாட்டில், பரிசோதனையில், வேலையில் கிடக்கிறது: post hoc ஆக்குவது எனக்குச் சாத்தியமெனில் அது propter hoc உடன் ஒருமைப்பாடுள்ளதாக ஆகிறது.

* * *

காரணங்களின் செயற்பாடு (causality). வேறுபட்ட வஸ்துக்களுடைய தனிப்பட்ட இயக்கங்களின் பரஸ்பரத் தொடர்பு, அவை ஒன்றையொன்று நிர்ணயித்துக்கொள்வது என்பதே இயக்கத்திலுள்ள வஸ்துவை நாம் ஆலோசிக்கும்

* இந்த நூல், 85ம் பக்கம்.—(ப-ர்.)

** அதற்குப் பிறகு.—(ப-ர்.)

*** அந்தக் காரணத்தால் அல்ல.—(ப-ர்.)

பொழுது முதன் முதலாக நம் மனதைத் தாக்கும் விஷயமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்கத்தை மற்றொன்று தொடர்கிறது என்பது மட்டுமல்ல நாம் காண்பது; இயற்கையில் எந்தச் சூழ்நிலைகளில் அது நிகழ்கிறதோ அவற்றைப் படைப்பதின் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்கத்தை நாம் தோற்றுவிக்க இயலும் என்பதையும், இயற்கையில் நிகழவே நிகழாத இயக்கங்களைக் கூட (தொழில்)—குறைந்தபட்சம் இம்முறையிலாவது நிகழாதவற்றைக்கூட — நாம் உற்பத்தி செய்ய முடியும் என்பதையும் இந்த இயக்கங்களுக்கு ஏற்கனவே நிர்ணயித்த திசையையும் அளவையும் நாம் அளிக்க முடியும் என்பதையும் கூட நாம் காண்கிறோம். இவ்வாறாக, மனிதர்களின் செயற்பாட்டின் வாயிலாக ஓர் இயக்கம் மற்றொன்றின் காரணமாக உள்ளது என்ற எண்ணம், காரணங்களின் செயற்பாடு பற்றிய எண்ணம் ஸ்தாபிக்கப்பட ஏதுவாகிறது. சில இயற்கை நிகழ்ச்சிகளின் ஒழுங்கான தொடர்கிரமம், தானாகவே காரணங்களின் செயற்பாடு பற்றிய எண்ணம் எழ இடமளிக்கிறது என்பது உண்மையே: சூரியனோடு கூடவே வருகிற வெப்பமும், ஒளியும்; ஆனால் இதுவே நிரூபணமாகிவிடாது; ஒரு முறையான post hoc ஒரு propter hoc ஐ ஸ்தாபித்துவிட முடியாது என்று சொல்லுகிற ஹியூமின் சந்தேகவாதம் அந்த அளவுக்குச் சரியே. ஆனால் மனிதர்களின் செயற்பாடே காரணங்களின் செயற்பாட்டிற்குச் சோதனையாக அமைவதாகும். சூரியனுடைய கிரணங்களை ஒரு குழி ஆடியைக் கொண்டு ஒரு மையத்திற்குக் கொண்டுவந்து சாதாரணத் தீயின் கிரணங்களைப் போலச் செயற்பட வைத்தோமெனில் அதன்மூலமாகச் சூரியனிலிருந்து வெப்பம் கிளம்புகிறது என்பதை நாம் நிரூபித்தவர்களாவோம். வெடிக்கும் மருந்து, வெடிக்கவைக்கும் பொறி, குண்டு இவற்றை ஒரு துப்பாக்கியில் ஒன்றாக இணைத்து பின் அதைச் சுட்டால், நமது முந்திய அநுபவத்திலிருந்து முன்கூட்டியே அறிந்துள்ள விளைவையே கணக்கில் கொள்கிறோம், ஏனெனில், தீப்பற்றல், எரிதல், தீடெரென்புகையாக மாறுவதால் ஏற்படும் வெடிச் சத்தம், குண்டின்மீது புகையின் அழுத்தம் ஆகிய இந்த மாற்றப்போக்கு முழுவதினுடைய எல்லா நுணுக்கங்களையும் நாம் கிரகிக்க முடியும்.

முந்திய அநுபவத்தின் காரணமாக அடுத்த தடவையும் அதே விதமாகத்தான் இருக்கும் என்பதில்லை என்றுகூட இங்கு சந்தேகவாதி கூற முடியாது. ஏனெனில், யதார்த்தத்தில், அது அதேமாதிரி நிகழ்வதில்லை என்பது—வெடிக்கவைக்கும் பொறி அல்லது வெடிமருந்து வேலை செய்யத் தவறுதல், துப்பாக்கிக் குழாய் வெடித்துவிடுவது முதலானவை — ஏற்படத்தான் செய்கிறது. ஆனால் இதுதான் காரணங்களின் செயற்பாட்டை மறுப்பதற்குப் பதிலாக மிகப் பொருத்தமாக நிரூபிக்கிறது; ஏனெனில் தகுந்த பரிசீலனையைக் கொண்டு விதியிலிருந்து ஏற்படுகிற ஒவ்வொரு பிறழ்ச்சியின் காரணத்தையும்—வெடிக்கவைக்கும் பொறியின் இரசாயனச் சிதைவு, வெடிமருந்தின் ஈரப்பதம் முதலியன, துப்பாக்கிக் குழாயில் உள்ள பிழை முதலியனவற்றை — நாம் கண்டுகொள்ள முடியும்; இதனால், காரணங்களின் செயற்பாட்டிற்கு இங்கு, சொல்லப் போனால், இரட்டைச் சோதனைகள் உண்டு.

தத்துவவியலைப்போலவே இயற்கை விஞ்ஞானமும் மனிதச் செயல்பாட்டிற்குச் சிந்தனையின்மீது உள்ள செயலாட்சியைப் பூரணமாக இதுவரைக்குமே அலட்சியம் செய்துவந்துள்ளது; இரண்டும் ஒரு புறம் இயற்கையை, மற்றொரு புறம் சிந்தனையை மட்டுமே அறிந்துள்ளன. மனிதச் சிந்தனையின் மிகச் சாராம்சமான, மிக நெருங்கிய அடிப்படையாக இருப்பது மனிதர்கள். இயற்கையை — இயற்கை ஒன்றைமட்டுமே என்பதாக அல்ல—மாற்றுவது என்பதே சாலவும் பொருத்தம்; எந்த அளவுக்கு இயற்கையை மாற்ற மனிதன் கற்றுக் கொண்டானோ அந்த அளவுக்கே அவனுடைய மதிநுட்பமும் வளர்ந்தது. இயற்கை தனிவிலக்காக மனிதன்மீது எதிர்ச் செயல் புரிகிறது போலவும், மனிதனுடைய வரலாற்றுபூர்வமான வளர்ச்சியை எல்லா இடங்களிலும் இயற்கைச் சூழ்நிலைமைகள் தனிவிலக்காக நிர்ணயித்தன போலவும் உள்ள வரலாற்றைப் பற்றிய இயற்கைவாதக் கருத்தோட்டம் — எடுத்துக்காட்டாக இது ஏறக்குறைய டிரேபர் முதலான இதர விஞ்ஞானிகளிடையே காணப்படுகிறது—எனவே, ஒருதலைப் பட்சமானதாகும்; மனிதன்கூட இயற்கையின்மீது எதிர்ச் செயல் கொள்கிறான் என்பதையும் அதை மாற்றித் தனக்குப்

புதிய வாழ்க்கைச் சூழ்நிலைகளைப் படைத்துக்கொள்ளுகிறான் என்பதையும் அந்தக் கருத்தோட்டம் மறந்துவிடுகிறது. ஜெர்மனிக்குள் ஜெர்மானிய இனங்கள் குடியேறிய காலத்தில் இருந்த “இயற்கை” யில் இப்போது மிகச் சொற்பமே எஞ்சியுள்ளது. பூமியின் பரப்பு, தட்பவெப்பநிலை, தாவர வகை, விலங்கினவகை, மனிதர்களும் கூட வரம்பற்று மாறிவிட்டன; மனிதச் செயற்பாட்டின் காரணமாக இது நிகழ்ந்தது; மனிதத் தலையீடு இல்லாமல் இதே காலக்கூறில் ஜெர்மனியின் இயற்கையில் நிகழ்ந்துள்ள மாற்றங்கள் அளவிட முடியாத அளவுக்கு மிகச் சொற்பமே.

* * *

நவீன இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் நிலைபாட்டிலிருந்து இயக்கத்திலுள்ள வஸ்து முழுவதையும் ஆலோசித்துப் பார்த்தோமெனில் நம்மை எதிர்முட்டுகிற முதல் விஷயம் பரஸ்பரச் செயல் என்பதேயாம். யாந்திரீக இயக்கம், வெப்பம், ஒளி, மின்னியக்கம், காந்தம், இரசாயனச் சேர்க்கையும் சிதைவும், திரட்சி நிலைகளுடைய மாறுதலின் இடைநிலைகள், அங்கக உயிர் ஆகிய இயக்க வடிவங்களின் ஒரு தொடர்வரிசையைப் பார்க்கிறோம்; இதில் தற்போதும் கூட அங்கக உயிரை இன்னும் ஒரு விதிவிலக்காக வைத்துக்கொண்டாலும், இவையத்தனையும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாறுகின்றன; ஒன்றையொன்று பரஸ்பரம் நிர்ணயிக்கின்றன: ஓர் இடத்தில் காரணமாகவும், மற்றோர் இடத்தில் காரியமாகவும் இருக்கின்றன; இப்படி யிருந்தாலும் மாறுகிற அதனுடைய எல்லாவடிவங்களிலும் இயக்கத்தின் ஓட்டுமொத்தம் ஒரே அளவாகவே நிலைபெறுகிறது (ஸ்பிளேஸா: பொருளின் சத்து causa sui யாக* இருக்கிறது என்பது பரஸ்பரச் செயலைத் தெட்டென விளக்குகிறது).¹⁷⁹ யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பம், மின்னியக்கம், காந்தம், ஒளி முதலியனவாகவும், தலைமாறாகவும் மாறுகிறது. பரஸ்பரச் செயலே வஸ்துக்களின் உண்மையான

* தன்னுடைய காரணம்.—(ப-ர்.)

causa finalis என ஹெகல் என்ன சொன்னாரோ (எங்கே?) அதை இவ்விதமாக இயற்கை விஞ்ஞானம் ஊர்ஜிதம் செய்கிறது. இந்தப் பரஸ்பரச் செயலை அறிவது என்பதைத் தாண்டி மேலும் பின்னுக்கு நாம் செல்ல இயலாது; ஏனெனில் அதற்குப் பின்னால் அறிவதற்கு எதுமில்லை. வஸ்து இயக்கத்தின் வடிவங்களை (இதில் நாம் அறியக்கிடப்பது ஏராளமாக உண்டு என்பது வாஸ்தவமே; ஏனெனில் இயற்கை விஞ்ஞானம் உயிர் பெற்றுச் சிறிது காலம்தான் ஆயிற்று) நாம் அறிவதெனில் அப்பொழுது நாம் வஸ்துவையே அறிந்தது போலாகிறது: அத்துடன் நமது அறிவும் முழுமையடைந்துவிடுகிறது. (பரஸ்பரச் செயல் என்ற வகைப்பிரிவை வந்து அடைவதில் வெற்றி காணாததே குரோவ் காரணங்களின் செயற்பாட்டைப்பற்றித் தவறாகப் புரிந்ததின் முழுவதற்கும் அடிப்படையாக உள்ளது; அவர் அந்த விஷயத்தைப் பெற்றிருக்கிறார், ஆனால் அதைப் பற்றிய சூக்குமக் கருத்தைப் பெற்றிருக்கவில்லை; இதிலிருந்தே எல்லாக் குழப்பமும் எழுகிறது—10-14ம் பக்கங்கள்.)¹⁸⁰ இந்தச் சர்வவியாபகப் பரஸ்பரச் செயலிலிருந்தே நாம் உண்மையான காரண உறவு நிலையை வந்து அடைகின்றோம். தனிப்பட்ட இயல் நிகழ்ச்சிகளைப் புரிய வேண்டுமெனில் அவைகளின் பொதுவான பரஸ்பரச் தொடர்பிலிருந்து அவற்றைப் பிய்த்தெடுத்து, தனிமைப்படுத்தி ஆராய வேண்டும்; அப்பொழுது மாறுகிற இயக்கங்கள் ஒன்று காரணமாகவும், மற்றொன்று விளைவாகவும் வெளிப்படுகின்றன.

* * *

காரணங்களின் செயற்பாட்டை மறுக்கும் ஒருவனுக்கு ஒவ்வோர் இயற்கை நியதியும் ஓர் அனுமானத் தத்துவமே யாகும்; மற்றவைகளிடையே பட்டக (prism) நிறமாலையைக் கொண்டு வான்கோள்களை இரசாயனப் பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்துவது என்பதும் அவ்வாறே. இந்தக் கண்ணோட்டத்தில் எவ்வளவு சிந்தனா வறட்சி மிகுந்து நிற்கிறது!

* * *

வ ர ம் ப ற் ற தை அ றி வ த ற் கு
ந கே லி யி ன்
தி ற னி ன் மை யை ப் ப ற் றி 181

ந கே லி —12, 13ம் ப க் க ங் க ள்.

உண்மையான பண்புரீதியாக வேறுபாடுகளை நாம் அறிய முடியாது என முதன் முதலில் கூறுகிற நகேலி உடனே அதற்குப் பிறகு அப்படிப்பட்ட “சம்பூரண வேறுபாடுகள்” இயற்கையில் நிகழ்வதில்லை எனவும் கூறுகிறார்! (12ம் பக்கம்).

முதலாவதாக, ஒவ்வொரு பண்புக்கும் வரம்பற்ற அனேக அளவுநிலைச் சார்புள்ள படித்தரங்கள் உள்ளன; உதாரணமாக, வண்ணச் சாயைகள், கெட்டியான தன்மை, மிருதுவான தன்மை, ஆயுள் காலக்கூறு முதலியன; இவை பண்புரீதியில் மாறுபட்டவையாக இருப்பினும் அளக்கவும் அறியவும் தக்கன.

இரண்டாவதாக, பண்புகள் என்பன இருப்பதில்லை, ஆனால் பண்புகளைக் கொண்ட வஸ்துக்களே உள்ளன; அவையதார்த்தத்தில் வரம்பற்ற அனேகப் பண்புகளை உடைத்தாயுள்ளன. வேறுபட்ட இரு வஸ்துக்கள் எப்போதுமே சில பண்புகளை (குறைந்தபட்சம் ஆகிருதி பற்றிய குணங்களிலாவது) பொதுவாகப் பெற்றுள்ளன; சில படி அளவில் வித்தியாசப்படுகின்றன; மற்றுஞ்சில ஒன்றில் பூரணமாகவே இல்லாமலும் இருக்கலாம். அப்படிப்பட்ட மிகப் பெருமளவுக்கு வேறுபடுகிற இரண்டு வஸ்துக்களை — உதாரணமாக ஓர் எரிமீன்கல், ஒரு மனிதன்—தனிமைப்படுத்தி ஆராய்ந்தால் அதில் நாம் பெறக்கூடியது மிகச் சொற்பமாகவே இருக்கும்; அதிகப்பட்டசமாகப் பளுத் தன்மையும் வஸ்துக்களின் இதர பொதுவான குண இயல்புகளும் அவ்விரண்டுக்கும் பொதுவாக இருக்கும் என்பதே. ஆனால் இதர இயற்கை வஸ்துக்களின், இயற்கை மாற்றப்போக்குகளின் ஒரு வரம்பற்ற தொடர்வரிசையை அவ்விரண்டுக்குமிடையே வைக்க முடியும்; ஓர் எரிமீன்கல்விருந்து மனிதன்வரை ஒரு முழு தொடர்வரிசையை அமைக்கவும், இயற்கையின் பரஸ்பரத்

தொடர்பில் ஒவ்வொன்றுக்கும் அதற்குண்டான இடத்தை அளிக்கவும், இவ்வாறாக அவற்றை அறியவும் அது நம்மை அனுமதிக்கிறது. நகேலியே இதை ஒப்புக்கொள்கிறார்.

முன்றாவதாக, நமது பல்வேறு புலன்களும் பண்பைப் பொறுத்தவரை பூரணமாகவே வேறுபடுகிற புலச்சித்திரங்களை அளிக்க முடியும். அவ்வாறாயின் பார்வை, கேட்டல், முகருதல், சுவை, ஸ்பரிசம் இவற்றின் வாயிலாக நாம் அனுபவிக்கும் குணவியல்புகள் பூரணமாகவே வேறுபட்டவையாக இருக்கும். ஆனால் இங்கும் கூட ஆராய்ச்சி முன்னேற முன்னேற வேறுபாடுகள் மறைந்துவிடும். முகருதலும் சுவையும் ஒன்றாகச் சேர்ந்த இணைப்புள்ள புலன்கள் என நீண்ட நாட்களுக்கு முன்னரே அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ளன; அவை முற்றொருமையுள்ள குணவியல்புகளை அல்லாவிடிலும் கூட்டான குணவியல்புகளை உணருகின்றன. பார்வை, கேட்டல் இரண்டுமே அலை ஊசலாட்டங்களை உணருகின்றன. ஒரு வஸ்துவின் புறத்தோற்றத்தை வைத்தே அதன் உற்றறிக்க குணவியல்புகளை முன்கூட்டியே சொல்லிவிடுகிற அளவுக்கு ஸ்பரிசமும் பார்வையும் ஒன்றையொன்று வளம் செய்துகொள்கின்றன. வேறுபட்ட இந்தப் பல புலச் சித்திரங்களையும் பெற்று, நுட்பமாக விரிவுபடுத்துவதும் எனவே அவற்றை ஐக்கியப்பட்ட தொன்றாகப் புரிவதும் எப்போதும் அந்த “நான்” என்பதே; அதேபோல இந்த வேறுபட்ட புலச் சித்திரங்கள் ஒரே ஒரு பொருளால் உண்டாக்கப்படுகின்றன; அவை அதன் பொதுவான பண்புகளாகத் தோற்றமளித்து இருந்த பொருளை அறியும் சாத்தியத்தை அளிக்கின்றன. பல்வேறு புலன்களுக்கு மட்டுமே உளவாகிற இந்தப் பல்வேறு குண இயல்புகளை விளக்குவதும் ஒன்றை மற்றொன்றுடன் தொடர்புபடுத்துவதும் விஞ்ஞானத்தின் பொருந்திய பணியாகும்; ஐந்து விசேஷப் புலன்களுக்குப் பதிலாக நாம் ஒரு பொதுவான புலனைப் பெற்றிருக்கவில்லை அல்லது சுவைகளையும் நாற்றங்களையும் பார்க்கவோ அல்லது கேட்கவோ நம்மால் இயலவில்லை என்று அது இதுவரைக்குமே குறைபட்டுக்கொள்ளவில்லை.

புரிய முடியாது என வாதிடத்தக்கவாறு உள்ள “பண்புரீதியாக அல்லது சம்பூரணமாக வேறுபட்ட துறைகள்”

[12ம் பக்கம்] என்பன நாம் எங்கு நோக்கினும் இயற்கையில் எங்கனும் காணப்படவில்லை. பண்புநிலை, அளவுநிலை என்பதைப் பற்றி உள்ள குழப்பத்திலிருந்தே எல்லாக்குளறுபடியும் எழுகின்றது. மேலோங்கியுள்ள யாந்திரீகக் கண்ணோட்டத்தின்படி அளவுநிலை வேறுபாடுகளாக (இதைப் பற்றி அவசியமானது பிறிதோரிடத்தில் கூறப்பட்டுள்ளது) எந்த அளவுக்கு வடிக்க இயலுமோ, அந்த அளவுக்கே பண்புநிலை வேறுபாடுகள் விளக்கப்பட்டதாகவும், அல்லது பண்புநிலையும், அளவுநிலையும் அவருக்குச் சம்பூரணமாகவே தனித்தனியான வேறுபட்ட வகைப்பிரிவுகளாக இருக்கிற காரணத்தாலும் நகேலி அவ்வாறு கருதுகிறார். இயக்கமறுப்பியல்.

“நாம் வரைநிலையை மட்டுமே அறிய முடியும்.”* முதலானவை. [13ம் பக்கம்].

வரையறையுள்ள வஸ்துக்கள் நமது அறிவுத் துறைக்குள் நுழைகிற அளவுக்கு இது மிகச் சரியே. ஆனால் இந்த உத்தேசக் கருத்தைப் பின்கண்டதைக் கொண்டு வளப்படுத்துவது அவசியமாகிறது: “அடிப்படையில் நாம் வரம்பற்றதை மட்டுமே அறிய முடியும்”. உள்ளபடியாகவே, எல்லா வாஸ்தவமான, சகலத்தையும் அளாவிய அறிவு என்பது தனிப்பட்ட வஸ்துவைச் சிந்தனைநீதியாகத் தனித்தன்மையிலிருந்து பிரத்தியேகத்திற்கு, இதிலிருந்து சர்வவியாபகத்திற்கு உயர்த்துவதிலும், வரம்புள்ளதில் வரம்பற்றதையும் கணநேரத்தில் மறைவதில் நித்தியத்தையும் தேடி ஸ்தாபிப்பதில் மட்டுமே அடங்கியுள்ளது. ஆயினும் கூட சர்வவியாபகத்தின் வடிவம் சுய முழுமைத் தன்மையின் வடிவம், எனவே வரம்பற்றதின் வடிவமாக உள்ளது; வரம்புள்ள அனேகத்தை வரம்பற்றதில் கண்டுபுரிதலே அது. க்ளோரினும் ஹைட்ரஜனும், வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றின் சில எல்லைகளுக்குட்பட்டு ஒளியின் செயலாட்சியின்கீழ் வெடித்து இணைந்து ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமில வாயு உண்டாகிறது என்பது நாம் அறிந்ததே; நாம் இதை அறிந்த உடனேயே மேற்குறித்த

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ். — (ப-ர்.)

குழ்நிலைகள் நிலவுகிற எந்த இடத்திலும் எல்லாக் காலத்திலும் அது நிகழும் என்பதையும் கூட நாம் அறிவோம்; இது ஒரு தடவை நிகழ்கிறதா அல்லது லட்சக்கணக்கான தடவைகள் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கிறதா அல்லது எவ்வளவு வான்கோள்களின்மீது நிகழ்கிறது என்பதெல்லாம் நமக்குச் சிரத்தை யற்ற விஷயமே. இயற்கையில் சர்வவியாபகத்தின் வடிவம் நியதியாக உள்ளது; மேலும் இயற்கை விஞ்ஞானிகளைவிட இயற்கை நியதிகளின் நித்தியத் தன்மையைக் குறித்து அதிகமாகப் பேசுவோருமில்லை. இதிலிருந்து நித்தியமான ஏதோ ஒன்றை அத்துடன் கூட்டுவதற்குப்பதிலாக வெறும் வரம்புள்ளதை ஆராய விரும்பாததின் மூலம் வரம்புள்ளதைப் புரிவது அசாத்தியமாக்கப்படுகிறது என நகேலி கூறும் பொழுது அவர், ஒன்று, இயற்கையின் நியதிகளை அறிவதற்குள்ள சாத்தியங்களை மறுக்கிறார் அல்லது அவற்றின் சாசுவதத் தன்மையை மறுக்கிறார். இயற்கையைப் பற்றிய எல்லா உண்மையான அறிவும் சாசுவதத்தைப் பற்றிய, வரம்பற்றதைப் பற்றிய அறிவேயாகும்; எனவே சாராம்சத்தில் அது சம்பூரணத்துவம் பெற்றதாகும்.

ஆனால் இந்தச் சம்பூரண அறிவுக்கும் ஒரு முக்கியமான இழுக்கு உண்டு. அறியத்தக்க வஸ்துவின் வரம்பற்ற நிலை என்பது சுத்தமாகவே வரம்புள்ள வஸ்துக்களை ஆக்கமாகக் கொண்டிருப்பதைப்போலச் சம்பூரணத்தை அறிகிற சிந்தனையின் வரம்பற்ற நிலை என்பதும் வரம்புள்ள மனித உள்ளங்களின் வரம்பற்ற எண்ணிக்கையையே ஆக்கமாகக் கொண்டுள்ளது; இந்த வரம்பற்ற அறிவின்பால் அக்கம் பக்கமாகவும், ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாகவும் அவை வேலை செய்கின்றன; அவை செயல்துறை, தத்துவத்துறை சார்ந்த தவறுகளைப் புரிகின்றன; பிழையுள்ள, ஒருதலைப்புட்சமான, பொய்யான ஆதாரங்களிலிருந்து அவை புறப்படுகின்றன; பொய்யான, சுற்றிவளைத்த, நிச்சயமற்ற பாதைகளை அவை பின்பற்றுகின்றன; அதற்கு எதிராகச் சென்று மூக்குகள் உடைபட்ட போதிலும் (பிரீஸ்ட்லி¹⁸²) எது சரி என்று பல தடவையும் அவைகளால் காண இயலுவதில்லை. ஆகையால் வரம்பற்ற நிலையைப் புரிதல் என்பது இரட்டைத் தன்மை

யுள்ள இடையூறல் சூழப்பட்டுள்ளது; அதன் இயல்பின் காரணமாகவே அது வரம்பற்ற தொடர்வரை (asymptotic) வளர்ச்சியில் மட்டுமே நிகழ இயலும். பின்கண்டவாறு கூறுவதற்கு நமக்கு இது முற்றிலும் போதுமானதே: வரம்பற்றது என்பது எந்த அளவுக்கு அறிய முடிவதோ அந்த அளவுக்கு அறிய முடியாததுமாகும்; நமக்குத் தேவையானது அத்தனையும் இம்மட்டே.

நகேலியும் இதையே கூறுகிறார் என்பது விந்தையே: “வரம்புள்ளதை மட்டுமே நாம் அறிய முடியும்; ஆனால் நமது புலச்சார்பான புலச்செயல் துறைக்குள் வருகிற எல்லா வரம்புள்ளதையும்* நாம் அறிய இயலும்.”

இத்துறைக்குள் வருகிற வரம்புள்ளது முதலியனவற்றின் ஓட்டுமொத்தமே மிகச் சரியான வரம்பற்றதின் ஆக்கமாகும்; ஏனெனில், மிகப் பொருந்தியவாறு இதிலிருந்தே நகேலி தமது வரம்பற்றதைப் பற்றிய கருத்தைப் பெற்றுள்ளார்! இந்த வரம்புள்ளது முதலியன இல்லாமல் அவர் உள்ள படியாகவே வரம்பற்றதைப்பற்றி எவ்வித எண்ணமும் பெற்றிருக்க முடியாது!

(சீர்கோடான வரம்பற்றது பற்றிப் பிரத்தியேகமாகப் பிறிதோரிடத்தில் கூறப்படும்).

இந்த வரம்பற்றதைப்பற்றி ஆராய்வதற்கு முன்னால் பின்கண்டது வருகிறது:

(1) இடவெளி, காலம், இவற்றைக்குறித்த “அற்பமான துறை”.

(2) “புலன் உறுப்புகளின் சாத்தியப்படுகிற பிழையுள்ள வளர்ச்சி.”

(3) “வரம்புள்ளது, மாறிவருவது, கணநேரம் நிலைப்பது இவைகளை மட்டுமே, அளவில் வித்தியாசப்படுவது, ஒப்பியல்பு உள்ளது இவைகளை மட்டுமே நாம் அறிகிறோம்; ஏனெனில், கணிதவியல் கருத்துகளை இயற்கைப் பொருள்களுக்கு மாற்றி, பின்சொன்னவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட அளவுக்

* கோடிட்டது எங்கெல்லாம்.—(ப-ர்.)

கோல்களைக் கொண்டு அவைகளையே அளவீடு செய்வது என்பது மட்டுமே நமக்கு இயலுகிறது. வரம்பற்றவை அல்லது சாசுவதமானவைகளுக்கெல்லாம், நித்தியமானவைகளுக்கெல்லாம், சம்பூரண வேறுபாடுகளுக்கெல்லாம் நமக்குக் கருத்துப் பாங்குகள் இல்லை. ஒரு மணிநேரம், ஒரு மீட்டர், ஒரு கிலோகிராம் இவற்றின் பொருளை நாம் மிக நுணுக்கமாகவே அறிவோம்; ஆனால் காலம், இடவெளி, சக்தி என்பதையும், வஸ்து, இயக்கம், ஓய்வுநிலை என்பதையும் காரணம், காரியம் என்பதையும் என்னவென்று அறியோம்”.

இது பழங்கதை. முதன்முதலாகப் புலன் உணர்வுக்கு உட்பட்ட பொருள்களை ஒருவன் சூக்குமப்படுத்துகிறான்; அதன்பிறகு அவற்றைப் புலன்களின் வாயிலாக அறியவும், காலத்தைப் பார்க்கவும் இடவெளியை முகரவும் விரும்புகிறான். சூக்குமக் கருத்துகளைச் செயற்படுத்தும் பொழுதும் கூட தாம் இன்னும் புலன் உணர்வு அனுபவத்துறையிலேயே இருந்து கொண்டிருப்பதாக நம்பிக்கொண்டிருக்கும் அளவுக்கு அனுபவவியல்வாதி அனுபவவியல்ரீதியான அனுபவப் பழக்கத்தில் ஊறித்தோய்ந்து கிடக்கிறார். ஒரு மணிநேரம் அல்லது ஒரு மீட்டர் என்றால் என்ன என்பது நமக்குத் தெரியும், ஆனால் காலம், இடவெளி என்ன என்பது தெரியாதாம்! காலம் என்பது மணிகளைத் தவிர, இடவெளி என்பது கன மீட்டர்களைத் தவிர வேறு எதுவுமில்லை என்பது அல்லாதது போல! வஸ்துவினுடைய நிலை நிற்பின் இரண்டு வடிவங்களும் வஸ்துவின்றி ஒன்றுமில்லை, அவை வெறுமையான கருத்துகளே, நமது மனதுகளில் மட்டும் வாழ்கிற வெறுமையான சூக்குமங்களாகும். ஆனால் வஸ்துவும், இயக்கமும் என்ன என்பதை அறியாதவர்களாக நாம் இயல்பாகவே உத்தேசிக்கப் படுகிறோம்! இயல்பாக அப்படியல்ல; வஸ்து போன்றதொன்றும், இயக்கம் போன்றதொன்றும் இன்றுவரை எந்த ஒருவராலும் பார்க்கப்படவுமில்லை, அநுபவப் படவுமில்லை; ஆனால் பல்வேறு, யதார்த்தமாகவே இருக்கிற வஸ்துத்தன்மையுள்ள பொருள்களும், இயக்கத்தின் வடிவங்களும் மட்டுமே அதற்கு உட்பட்டு வந்துள்ளன. வஸ்துத்தன்மையுள்ள பொருள்களின் ஓட்டுமொத்தமே வஸ்து; இந்தக் கருத்து அதிலிருந்து சூக்குமப்படுத்தப்பட்டதாகும்;

புலன்கள் வாயிலாக உணரத்தக்க இயக்க வடிவங்களின் ஒட்டுமொத்தமே இயக்கமன்றி வேறு ஒன்றுமல்ல; வஸ்து, இயக்கம் என்ற சொற்கள் அவற்றின் சுருக்கங்களே; அச்சொற்களில், புலன்கள் வாயிலாக உணரத்தக்க அனேக வித்தியாசப்பட்ட வஸ்துக்களை அவற்றின் பொதுக் குண வியல்புகளுக்குத் தக்கவாறு நாம் புரிந்துகொள்கிறோம். எனவே வஸ்துத் தன்மையுள்ள தனிப்பட்ட பொருள்களையும், தனிப்பட்ட இயக்க வடிவங்களையும் ஆராய்ந்தறிவதன்றி வேறு வகையில் வஸ்துவையும் இயக்கத்தையும் அறிய இயலாது; இவற்றை அறிவதினால் நாம் வஸ்துவையும் இயக்கத்தையும் அவ்வாறாக, pro tanto* அறிந்துகொள்கிறோம். இதன்பலனாக, காலம், இடவெளி, வஸ்து, இயக்கம், காரணம், காரியம் முதலியனவற்றை என்னவென்று நாம் அறிய இயலாது என்று கூறும் பொழுது நகேலி சொல்லுவதென்ன வென்றால் யதார்த்த உலகை நமது மனங்களின்மூலம் முதலில் சூக்குமப்படுத்துகிறோம்; அதன்பிறகு சுயமாகச் செய்யப்பட்ட இந்தச் சூக்குமங்களை நாம் அறிய இயலாது; ஏனெனில் அவை சிந்தனையின் படைப்புகளேயன்றிப் புலனுணர்வுக்குட்பட்ட பொருள்களல்ல; அதே பொழுதில் அறிவதென்பதனைத்தும் புலனுணர்வுரீதியாக அளவிடுதலே! இது ஹெகல் குறிப்பிட்ட கஷ்டத்தைப் போல உள்ளது; செர்ரி, பிளம் பழங்களை நாம் உண்ண முடியும்; ஆனால் பழத்தை உண்ண முடியாது; ஏனெனில் பழம் என்பதாக ஒன்றை யாருமே உண்டதில்லை.¹⁸³

இயற்கையில் நமது புலன்களால் உணர முடியாத ஏராளமான இயக்க வடிவங்கள் இருக்கலாம் என நகேலி அறுதியிட்டு கூறும்பொழுது அது மிகவும் போதாத ஒரு சப்பைக் கட்டாகும்; இயக்கத்தைப் படைக்க முடியாது என்ற நியதியை—குறைந்தபட்சம் நமது அறிவைப் பொறுத்த வரைக்கு மாவது —நாம் ஒத்தி வைத்து விட்டோம் என்பதற்கு அது

* அந்த அளவு வரைக்குமே.—(ப-ர்.)

சமமாகும். ஏனெனில், நமது புலன் உணர்வுகளுக்கு உட்படுகிற இயக்கமாக அவற்றை நிச்சயமாகவே மாற்ற முடியும்! அது, எடுத்துக்காட்டாக, தொடுநிலை மின்சாரத்தைப் பற்றிய ஓர் இலகுவான விளக்கமாக இருக்க முடியும்,

* * *

Ad vocem நகேலி.* வரம்பற்றதைச் சிந்திப்பதின் சாத்தியமற்றதன்மை. வஸ்துவும் இயக்கமும் படைக்கப்படுவதில்லை எனவும் அவற்றை அழிக்க முடியாது எனவும் நாம் கூறும்பொழுது உலகம் வரம்பற்ற முன்னேற்றமாக, அதாவது சீர்கேடான வரம்பற்ற நிலையின் வடிவத்திலேயே வாழ்கிறது என்றே நாம் கூறுகிறோம்; இதன்மூலம் இந்த மாற்றப்போக்கைப் பற்றிப் புரிய வேண்டியதனைத்தையும் நாம் புரிந்து கொண்டுவிட்டோம். அதிகப்பட்சமாகப் போனால் இன்னும் எழக்கூடிய பிரச்சினை என்னவெனில் இந்த மாற்றப்போக்கு சாகசவதமாகத் திரும்பத் திரும்ப—பெரும் சக்கர வட்டங்களில்—நிகழும் ஒன்றா அல்லது இந்தச் சக்கர வட்டங்கள் கீழிறங்குவதும் மேலேறுவதுமான பிரிவுகளைக் கொண்டிருக்கின்றனவா என்பதே.

* * *

சீர்கேடான வரம்பற்ற நிலை. உண்மையான வரம்பற்ற நிலையை ஹெகல் நிரப்பப்பட்ட இடவெளி, காலம் எனவும் இயற்கையினுடைய மாற்றப்போக்கு, வரலாற்றின் மாற்றப்போக்கு எனவும் சரியாக ஏற்கனவே முன்வைத்துவிட்டார். இயற்கை முழுவதும் தற்போது வரலாற்றுடன் ஐக்கியப்படுத்தப்பட்டுவிட்டது; சுய-உணர்வு உள்ள அங்கஜீவிகளின் பரிணாம ரீதியான மாற்றப்போக்காக மட்டுமே வரலாறு இயற்கை வரலாற்றிலிருந்து வேறுபடுத்தப்பட்டுள்ளது. இயற்கை, வரலாறு இவற்றின் வரம்பற்ற பின்னிப்படர் தலினுள்ளே இடவெளி, காலம் இவற்றின் வரம்பற்ற நிலை—சீர்கேடான

* நகேலியைக் குறித்து.—(ப-ர்.)

வரம்பற்ற நிலை—அகற்றப்படுத்தப்பட்டதாக மட்டுமே, மேலோங்கியதாக அன்றிச் சாராம்சமாக அடங்கியுள்ளது. நமது இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் கடைக்கோடி எல்லையாக இன்றுவரை இருப்பது நமது பிரபஞ்சமே; இயற்கையைப் பற்றிய அறிவைப் பெறுவதற்கு இந்தப் பிரபஞ்சத்திற்கு வெளியே வரம்பற்ற எண்ணிக்கையில் உள்ள பிரபஞ்சங்கள் நமக்கு அவசியமில்லை. உள்ளபடியாகவே, நமது வானியல் ஆராய்ச்சிகளுக்குச் சாராம்சமாக அடிப்படையாக இருப்பது பல லட்சக்கணக்கான சூரியன்களிடையே தனது மண்டலத்துடன் உள்ள ஒரே ஒரு சூரியன் மட்டுமேயாகும். நில உலக இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் இவற்றைப் பொறுத்தவரை நாம் ஏறக்குறைய நமது சிறிய நில உலகத்துடன் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளோம்; உயிர்ப்புடையதின் விஞ்ஞானம் சம்பந்தப்பட்டவரை முழுமையாகவே அவ்வாறு இருக்கிறோம். ஆயினும் கூட, இயல்நிகழ்ச்சிகளின், இயற்கை பற்றிய அறிவின் வரம்பற்ற பன்முகத்தன்மைக்கு இதனால் நடைமுறையில் எவ்விதச் சாராம்சமான சேதமும் ஏற்படவில்லை; இதை ஒத்த ஆனால் ஒப்புநோக்கும்போது இதைவிடக் குறுகிய காலக்கூறுக்கும் பூமியின் சிறிய பகுதிக்கும் அதிகமாக வரையறை செய்யப்பட்டு நிற்கிற வரலாறு எவ்விதம் இதனால் சேதப்படுத்தப்படவில்லையோ அவ்வாறே அதுவும் சேதப்படவில்லை.

* * *

1. ஹெகலின் கருத்துப்படி வரம்பற்ற முன்னேற்றம் என்பது ஒரு வறட்சி மிகுந்த பாழ்; ஏனெனில் அது ஒரே விஷயம் திரும்பத் திரும்பச் சாகுவதமாக நிகழ்வதாகவே தோன்றுகிறது: $1 + 1 + 1$ என்றவாறு.

2. ஆயினும், யதார்த்தத்தில், அது திரும்பத் திரும்ப நிகழ்வது என்பதல்ல; ஆனால் அது ஒரு வளர்ச்சி, ஒரு முன்னேற்றம் அல்லது பின்னடைவு; இதன்மூலம் அது இயக்கத்தின் அவசியமானதொரு வடிவமாக ஆகிறது. இத்துடன் அது வரம்பற்றதல்ல என்ற யதார்த்த உண்மையும் சேருகிறது

நில உலகின் ஆயுட்காலம் முடிவதை ஏற்கனவே முன் கூட்டியே பார்க்க முடிகிறது. ஆனால் நில உலகமே பிரபஞ்சம் முழுவதும் அல்ல. ஹெகலின் அமைப்பில், காலத்தோடு மாறும் இயற்கையின் வரலாற்றிலிருந்து எந்த வளர்ச்சியும் விலக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளது; இல்லாவிடில், ஆன்மாவின் தன்புறத்தே உள்ள வாழ்வாக இயற்கை இருக்க முடியாது. ஆனால் மனித வரலாற்றில் வரம்பற்ற முன்னேற்றம் என்பதை “ஆன்மா”வின் ஒரே உண்மையான வாழ்வு வடிவம் என ஹெகல் அடையாளம் காண்கிறார்; இந்த வளர்ச்சிக்கு ஒரு முடிவு—ஹெகலிய தத்துவவியலை உற்பத்தி செய்வது—என்பதே என விந்தையாகப் புனைவு செய்துகொள்வது மட்டும் அதற்கு விதிவிலக்காக உள்ளது.

3. மேலும் வரம்பற்று அறிவது என்பதும் இருக்கிறது: * questa infinità che le cose non hanno in progresso, la hanno in giro.* இவ்விதமாக இயக்கத்தினுடைய வடிவ மாற்றத்தைப் பற்றிய விதி வரம்பற்றதொன்றாகும்; அதற்குள் அதுவேகூட உள்ளடங்கியிருக்கிறது. ஆயினும் கூட இப்படிப்பட்ட வரம்பற்ற நிலைகள் தங்களது பங்கிற்கு வரம்பற்ற நிலைத் தன்மையால் பீடிக்கப்படுகின்றன; பகுதிகளாக மட்டும் நிகழ்கின்றன. அதே மாதிரியாக $\frac{1}{r^2}$ ¹⁸⁶.

* * *

இயற்கையின் சாகுவத நியதிகள் மேலும் மேலும் கூடுதலாக வரலாற்று நியதிகளாகவும் நிலைமாற்றம் பெற்றுவருகின்றன. 0° டிகிரியிலிருந்து 100°C டிகிரிவரை தண்ணீர் திரவமாக உள்ளது என்பது இயற்கையின் ஒரு சாகுவத நியதியாகும்; இது செல்லத்தக்கதாக இருக்க வேண்டுமெனில் (1)

* கைப்பிரதியில் பின்னால் எங்கெல்ல அவர்களால் சேர்க்கப்பட்ட பின்னடைதும் உள்ளது: “(அளவுநிலை, 259ம் பக்கம். வானியல்).”¹⁸⁴—(ப-ர்.)

** பொருள்கள் தங்களது முன்னேற்றத்தில் பெற்றிராத வரம்பற்ற நிலையை வட்டம் சுற்றுவதில் பெற்றுள்ளன.¹⁸⁵—(ப-ர்.)

தண்ணீர், (2) குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, (3) சகஜநிலை அழுத்தம் என்பன இருக்க வேண்டும். சந்திரன்மீது தண்ணீர் இல்லை, சூரியனில் தண்ணீரின் மூலகங்கள் மட்டுமே உள்ளன; மேற்கூறிய நியதி இந்த இரண்டு வான்கோள்களைப் பொறுத்த வரை இல்லாததே.

வானிலை நூல் விதிகளும் சாசுவதமானவையே; ஆனால் அவை பூமிக்கு அல்லது பூமியினுடைய தட்பவெப்ப நிலை, பருமன், அடர்த்தி, ஊடச்சு சாய்வு உள்ளதொரு கோளுக்கு மட்டுமே, ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் வாயுக்களின் அதே கலவையைக்கொண்ட வளிமண்டலத்தையும், அதே அளவு நீராவி ஆவியாக்கப்பட்டும், படிந்து போகும்படியும் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்ற நிபந்தனைக்குட்பட்டு, அவ்விதிகள் சாசுவதமாகும். சந்திரனுக்கு வளிமண்டலம் இல்லை; சூரியனோ சுடர் விடும் உலோக ஆவிகளைக் கொண்டது; முன்சொன்னதற்கு வானிலை நூல் என்பது இல்லை; பின்சொன்னதினுடையது நமதைவிட முற்றிலும் வேறுபட்டதொன்றாகும்.

நமது அதிகாரபூர்வமான பௌதிகவியல், இரசாயன வியல், உயிரியல் ஆகியன தனிவிலக்காகப் புவிமையத்தன்மையன; அவை பூமிக்காக மட்டும் கணிக்கப்பட்டவை. சூரியன், நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்கள், ஒளிமுகில்கள் நமதிலிருந்து வேறுபட்ட அடர்த்தியுள்ள கிரகங்கள் ஆகியவற்றின் மீது உள்ள மின்சார, காந்தவியல்ரீதியான அழுத்த நிலையைப் பற்றிக்கூட இன்னும் நாம் அறியாதவர்களாகவே இருக்கிறோம். சூரியனில் உயர்ந்த வெப்ப நிலை காரணமாக மூலகங்களின் இரசாயனச் சேர்க்கை நியதிகள் ஒத்திவைக்கப்பட்ட நிலையிலுள்ளன அல்லது சூரியனுடைய வளிமண்டலத்தின் விளிம்பில் கணநேரம் மட்டும் செயற்படுபவையாகவும் இரசாயன கூட்டுகைப்பொருள்கள் சூரியனை நெருங்கும் போது மறுபடியும் சிதைவடைபவையாகவும் உள்ளன. சூரியனின் இரசாயன வியல் இப்போதுதான் எழும் மாற்றப்போக்கில் உள்ளது; அவசியமாகவே அது பூமியினுடையதைவிட முற்றிலும் வேறுபட்டதாகவும், பின்சொன்னதைத் தூக்கியெறிவதாக அன்றி அதற்குப் புறம்பாகவேயும் நிற்கிறது. 65 மூலகங்களில் கூட்டுகைப் பொருளின் தன்மையைப் பெற்ற

தாக இருக்கச் சாத்தியமிருக்கிறவைகளும் கூட ஒளிமுகில் களில் ஒரு வேளை இல்லாமலும் இருக்கலாம். எனவே, எல்லா வஸ்துக்களுக்கும்—ஒளிமுகில் முதல் மனிதன்வரை—சீராக அனுஷ்டிக்கத்தக்க இயற்கையின் பொது நியதிகளைப்பற்றி நாம் பேச விரும்பினால் அப்போது நமக்கு மிஞ்சுவது புவி ஈர்ப்பும், ஒருவேளை ஆற்றலின் நிலைமாறுதல் தத்துவத்தின் மிகப் பொது வடிவமான வெப்பத்தின் யாந்திரீகத் தத்துவமும் மட்டுமேயாகும். ஆனால் பொதுவாகவே, இயற்கையின் எல்லா இயல் நிகழ்ச்சிகளுக்கும் முரணின்றி அனுஷ்டிக்கப்படும் போது இந்தத் தத்துவம் பிரபஞ்ச அமைப்பில் அதன் தோற்றம் முதல் மறைவுவரை ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாக நிகழ்கிற மாற்றங்களை வரலாற்றுரீதியாக முன்வைப்பதாகத் தானாகவே மாறிவிடுகிறது; இതിலிருந்து, ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட கட்டத்திலும் வேறுபட்ட நியதிகள், அதாவது அதே பிரபஞ்சரீதியான இயக்கத்தின் வேறுபட்ட இயல்நிகழ்ச்சி வடிவங்கள் மேலோங்கிநிற்கிற வரலாறாக அது மாறிவிடுகிறது; ஆகவே இயக்கம் என்பதைத் தவிர சம்பூரணமாகவும், பிரபஞ்சரீதியாகவும் செல்லத்தக்க ரீதியில் வேறெதுவும் எஞ்சுவதில்லை.

* * *

வானியலில் புவிமைய நிலைபாடு என்பது முன்கூட்டியே தவறான கருத்தைக் கொண்டதாக இருப்பதால் அது ரத்து செய்யப்பட்டது சரியே. ஆனால் நாம் ஆழமாக ஆராய்ந்து போகப்போக அது மேலும் மேலும் தனது சுயருபத்தில் வந்து நிற்கிறது. சூரியன் முதலியன பூமிக்கு ஊழியம் புரி கின்றன (ஹெகல், Naturphilosophie, 155ம் பக்கம்).¹⁸⁷ (பிரமாண்டமான சூரியன் முழுவதும் சிறிய கிரகங்களுக்காக மட்டுமே வாழ்கிறது.) புவிமைய பௌதிகவியல், இரசாயன வியல், உயிரியல், வானிலை நூல் முதலியனவற்றைத் தவிர வேறெதுவும் நமக்குச் சாத்தியமில்லை; இவை பூமிக்கு மட்டுமே செல்லத்தக்கன, எனவே ஒப்பியல்பு உள்ளவை என்று சொல்லுவதினால் இந்த விஞ்ஞானங்களுக்கு எவ்வித நஷ்டமும் இல்லை. ஒருவன் இதைப் பொறுப்புடன் எடுத்துக்

கொண்டு ஒரு மையமற்ற விஞ்ஞானமே வேண்டும் எனக் கோரினால் அவன் முழு விஞ்ஞானத்திற்கும் முற்றுப்புள்ளி வைத்தவனாகிறான். பூமியிலிருந்து சூரியன் இருக்கும் தூரத்தைப்போலக் கோடிக்கணக்கான மடங்கு தூரத்தில் நமக்கு இடத்திலோ அல்லது வலத்திலோ எங்கும் ஒரேமாதிரியான சூழ்நிலைகளில் ஒரே மாதிரியானவையே கட்டாயம் நிகழ வேண்டும் என்பதைமட்டும் நாம் தெரிந்தால் போதுமானது.

* * *

புலனறிதல். நம்முடையதைவிட வேறுபட்ட கண்களை எறும்புகள் பெற்றுள்ளன; அவை இரசாயன (?) ஒளிக் கிரணங்களைப் பார்க்க முடியும் ("Nature", ஜூன் 8, 1882, லப்பக்)¹⁸⁸; நம் கண்களுக்குப் புலகாத இந்தக் கிரணங்களைப் பற்றிய அறிவைப் பொறுத்தவரை நாம் எறும்புகளை விடக் கணிசமாக முன்னேறியவர்களே; நமக்குப் புலகாத வற்றையும் எறும்புகள் பார்க்க முடியும் என்பதை நாம் எடுத்துக்காட்ட முடிகிறது என்பதும், நமது கண்களின் புலனுணர்வுகளை மட்டுமே அதன் ருசு அடிப்படையாகக் கொண்டு உள்ளது என்பதுமான யதார்த்த உண்மை மனிதக் கண்ணின் விசேஷமான அமைப்பு மனிதப் புலனறிதலுக்கு எவ்விதத் தடங்கலையும் வைப்பதில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது.

கண்களுடன் கூடவேஇதர புலன்கள் மட்டுமின்றி நமக்குச் சிந்தனைத் திறமும் உண்டு. பின்சொன்னதைப் பொறுத்தவரை விஷயங்கள் கண்ணைப்பற்றிக் கூறியவைக்கு ஒப்பானவையே. நமது சிந்தனையின் மூலமாக என்ன கண்டுபிடிக்க முடியும் என்பதைத் தெரிவதெனில், காண்ட்டுக்குப் பிறகு நூறு ஆண்டுகள் கழித்து, பகுத்தறிவின் விமர்சன உரையிலிருந்து அல்லது அறிதலுக்கான சாதனத்தை ஆராய்வதிலிருந்து சிந்தனையின் வீச்சைக் காண முயல்வது பயனற்ற பணியாகும். நமது பார்வையின் நேர்த்திக்குறைவையும் (இது அவசியமானதொரு நேர்த்திக் குறைவே; ஏனெனில் எல்லாக்கிரணங்களையும் பார்க்கக்கூடிய கண், அதே காரணத்தை

முன்னிட்டு, எதையும் பார்க்காது), நமது கண்ணின் அமைப்பையும்—இது நமது பார்வையைக் குறிப்பிட்ட எல்லைகளுக்கு வரையறுக்கிறது; அப்படியேயிருந்தாலும் மிகச் சரியான மறுபிம்பத்தை அளிப்பதுமில்லை—இவற்றை வைத்து என்ன பார்க்கப்படுகிறதோ அதன் இயல்பை நமது கண்குறைபாடாக அல்லது நம்பத்தகாததாக நமக்குப் புலப்படுத்துகிறது என்பதற்கு ருசு இவையே என ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் பயன்படுத்துகிறார்; இதற்கு அதே அளவு சிறிய பயன் இருக்கும். நமது சிந்தனையினால் என்ன கண்டுபிடிக்க முடியும் என்பது அது ஏற்கனவே என்ன கண்டுபிடித்துள்ளது, திசைரி இன்னும் கண்டு பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறது என்பதிலிருந்தே மிக அதிகமாகத் தெளிவாகிறது. பண்பு, அளவு இவற்றைப் பொறுத்தவரை அது முன்னதாகவே போதுமானதாக உள்ளது. மறுபுறத்தில், சிந்தனையின் வடிவங்களையும், சிந்தனை நிர்ணயங்களையும் ஆராய்வதென்பது மிகவும் பயனுள்ளதும் அவசியமானதுமாகும்; அரிஸ்டாடிலுக்குப் பிறகு இதை முறையாக மேற்கொண்டவர் ஹெகல் ஒருவரே.

எப்படியிருப்பினும், இரசாயனக் கிரணங்கள் எறும்புகளுக்கு எவ்வாறு தோற்றமளிக்கும் என்பதை நாம் எப்போதும் கண்டுபிடிக்க முடியாது. இதனால் மனக் கிலேசம் அடைபவர்களுக்கும் நிவர்த்தி இல்லை.

* * *

இயற்கை விஞ்ஞானத்தினுடைய வளர்ச்சி வடிவம், அது சிந்திக்கிற அளவுக்கு, அனுமானத் தத்துவமேயாகும். ஒரே கூட்டத்தைச் சேர்ந்த ஆதார உண்மைகளை முன்பு விளக்கிய முறையை அசாத்தியமாக்குகிற ஒரு புதிய ஆதார உண்மை கவனத்தில் வைக்கிறது. இந்த வினாடியிலிருந்து மேற்கொண்டு புதிய விளக்க முறைகள்—ஆரம்பத்தில் வரையறைக்குட்பட்ட ஆதார உண்மைகள், கவனக்குறிப்புகள் இவற்றை மட்டும் அடிப்படையாகக்கொண்டு—தேவைப்படுகின்றன. மேற்கொண்டு சேகரமாகிற கவனக் குறிப்புரிதியான விஷயாதாரங்கள் இந்த அனுமானத் தத்துவங்களைத்

தூய்மையாக்குகின்றன; சிலவற்றை நீக்கவும், சிலவற்றைத் திருத்தவும்செய்கின்றன; இறுதியாக ஒரு சுத்தமான வடிவத்தில் நியதியாக ஸ்தாபிக்கப்படும்வரை இது நடைபெறுகிறது. ஒரு சுத்தமான வடிவத்தில் நியதிக்கான விஷயாதாரங்கள் கிடைக்கும்வரை ஒருவன் காத்திருப்பதெனில், ஆராய்ச்சியில் சிந்தனையின் மாற்றப்போக்கை அதுவரைக்கும் ஒத்திவைப்பது என்பதே பொருள்; இந்தக் காரணத்தை மட்டும் முன்வைத்துப் பார்த்தாலும் நியதி என்பது உருப்பெறவே இயலாது என்பது தெளிவு.

அனுமானத் தத்துவங்கள் ஒன்றையொன்று குப்புறத் தள்ளிவிட்டு வருவதின் தொடர்ச்சியும், அவற்றின் எண்ணிக்கையும்—இயற்கை விஞ்ஞானிகளிடையே உள்ள தர்க்கவியல் ரீதியானதும் இயக்க இயல்ரீதியானதுமான கல்விக்குறைவும். சேர்ந்து—பொருட்களின் சாராம்சத்தை நாம் அறிய இயலாது என்ற எண்ணத்திற்கு எளிதாக இடமளிக்கிறது (ஹாலர், கேதே).¹⁸⁹ இது இயற்கை விஞ்ஞானத்திற்கு மட்டும் அலாதிதாக உள்ளதொன்றல்ல; ஏனெனில், மனித அறிவு அனைத்தும் திருகப்பட்ட வளைவுக்கோடாகவே வளர்ச்சியடைகிறது; தத்துவவியல் உள்ளிட்ட வரலாறு சம்பந்தப்பட்ட விஞ்ஞானங்களிலும் கூடத் தத்துவங்கள் ஒன்றையொன்று இடம்பெயரச் செய்கின்றன; ஆயினும் அதனால் ஒருவன், எடுத்துக்காட்டாக, சம்பிரதாயத் தர்க்கவியல் வெற்றுவரையே என முடிவு செய்வதில்லை.

இந்தக் கண்ணோட்டத்தின் கடைசி வடிவமாக இருப்பது ‘தன்னிலைப் பொருள்’ என்பதேயாம். முதலாவதாக, தன்னிலைப் பொருளை நாம் அறிய முடியாது என்ற இந்தத் துணிபுரை (ஹெகல், “Enzyklopädie”, 44ம் பாரா) விஞ்ஞானத் துறையை விட்டுக் கனவுலகப் புனைவுகளுக்குள் சென்றுவிடுகிறது. இரண்டாவதாக, நமது விஞ்ஞான அறிவுக்கு இது ஒரு சொல்லையும் கூடத் தனது பங்காகச் சேர்ப்பதில்லை; ஏனெனில், நாம் பொருட்களின் விஷயங்களில் கவனம் செலுத்தவில்லையெனில் அவை நம்மைப் பொறுத்தவரை நிலைநிற்ப இல்லாதனவே. மூன்றாவதாக, அது கேவலம் ஒரு சொற்றொடரேயன்றி எப்போதும் அனுஷ்டிக்கப்பட்டதன்று.

சூக்குமமாகப் பார்க்கும்போது அது பொருளுள்ளதொன்றாகவே தொனிக்கிறது. ஆனால் ஒருவன் அதைக் காரியாதி சத்தில் அனுஷ்டிக்கிறான் என்று வைத்துக்கொள்வோம். “ஒரு நாய் நான்கு கால்களைப் பெற்றிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது; ஆனால் உண்மையில் அது 40 லட்சம் கால்களைப் பெற்றிருக்கிறதா அல்லது கால்களே சுத்தமாக இல்லையா என்பதை நாம் அறியோம்” என ஒரு விலங்கியல்வாதி கூறினால் ஒருவன் அவனைப்பற்றி என்ன நினைப்பான்? அல்லது மூன்று பக்கங்களைக் கொண்டது ஒரு முக்கோணம் என அதைப்பற்றி விளக்கவுரை செய்துவிட்டு, அதற்கு 25 பக்கங்கள் இருக்காதா என்பதைப்பற்றித் தனக்குத் தெரியாது எனப் பிரகடனம் செய்கிற, 2 × 2 என்பது 4 ஆகத் தோன்றுகிறது என்கிற ஒரு கணிதவியல்வாதியைப்பற்றித்தான் என்ன நினைப்பான்? ஆனால் விஞ்ஞானிகள் தன்னிலைப் பொருள் என்கிற இந்தச் சொற்றொடரை இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் பயன்படுத்தாமல் இருப்பதில் உஷாராகவே உள்ளார்கள்; தத்துவவியலுக்குள் புகும்போது மட்டுமே அதை உபயோகிக்கத் தங்களை அனுமதித்துக்கொள்கின்றனர். அதை அவர்கள் எவ்வளவு குறைந்த கருத்து நாட்டத்துடன் கருதுகிறார்கள் என்பதற்கும் அது தனக்குத் தானே எவ்வளவு குறைந்த மதிப்பைப் பெற்றிருக்கிறது என்பதற்கும் அதுவே சிறந்த சான்றாகும். அவர்கள் அதைக் கருத்து நாட்டத்துடன் எடுத்துக்கொள்கிறார்கள் எனில் எதை ஆராய்வதில் தான் என்ன நற்பலன் இருக்கிறது? வரலாற்றுரீதியாக எடுத்துக்கொண்டால் இவ்விஷயத்திற்கு ஓர் அளவு பொருள் உண்டு: நமது சகாப்தத்தின் சூழ்நிலைகளின்கீழ் அவை அனுமதிக்கிற அளவுக்கே நாம் அறிய இயலும்.

* * *

தன்னிலைப் பொருள். ஹெகல், “Logik”, II, 10ம் பக்கம், அதன் பின்னர் ஒரு முழுப்பகுதியும் கூட¹⁹⁰:

“சந்தேகவாதம் ‘அது இருக்கிறது’ என்று அறுதியிட்டிருக்கிற துணிவதில்லை; நவீனக் கருத்துமுதல்வாதம் (அதாவது கான்ட்டும்பிஹ்டேயும்) புலனறிதல் என்பது தன்னிலைப் பொருள்

பற்றிய அறிவே எனக் கருதத் துணிவதில்லை*.... ஆனால் அதே சமயத்தில் அதனுடைய காட்சியின் பன்மடியான நிர்ணயத்தன்மைகள் வெளிப்படச் சந்தேகவாதம் ஒத்துக் கொண்டது, அல்லது உலகத்தின் பன்மடியான செழுமைகள் அதனுடைய காட்சியின் உள்ளடக்கமாக இருந்தன. அதே போல் கருத்துமுதல்வாதத்தின் 'புறத்தோற்றம்'* (அதாவது புறத்தோற்றம் எனக் கருத்துமுதல்வாதம் கூறுவது) இந்தப் பன்மடியான நிர்ணயத் தன்மைகளின் முழுத் தொடரையும் விரிவாகப் புரிகிறது.... அப்போது இந்த உள்ளடக்கத்திற்கு எந்த இருத்தலிலாவது அல்லது எந்த வஸ்துவினாலாவது, அல்லது தன்னிலைப் பொருளிலாவது அடிப்படையில்லை: தன்னைப் பொறுத்தவரை எப்போதும் போலவே அது இருந்துவிடுகிறது; இருத்தல் என்பதிலிருந்து காட்சியாக மட்டும் அது மொழியெயர்க்கப்பட்டது.'**

ஆகையால், ஹெகல் இங்கு நவீன இயற்கை விஞ்ஞானிகளைவிட அதிக உறுதியான பொருள்முதல்வாதியாக இருக்கிறார்.

* * *

கான்ட்டின் தன்னிலைப் பொருளைப் பற்றிய மதிப்புமிக்க சுயவிமர்சனம்; சிந்திக்கும் அகம்(Ego)என்பதின்மீது கான்ட்டும் கூட மோதி உடைந்து, அவரும் அதைப்போலவே அறிய இயலாத தன்னிலைப் பொருளை அதில் கண்டெடுக்கிறார் என்பதை அது காட்டுகிறது. (ஹெகல், V, 256ம் பக்கமும் பின்வருவனவும்.)¹⁹²

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் பின்வரும் குறிப்பு உள்ளது: "Enzyklopädie, I, 252ம் பக்கம் ஒத்துப்பார்க்க".¹⁹¹— (ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.— (ப-ர்.)

[வஸ்துவின் இயக்க வடிவங்கள். விஞ்ஞானங்களின் வகைப்பாடு]

Causa finalis—வஸ்துவும் அதன் உள்ளார்ந்த இயக்கமும். இந்த வஸ்து ஒரு சூக்கும்ப் பொருள் அல்ல. சூரியனிலும் கூடப் பல்வேறு பொருட்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன; செயலில் வேறுபாடின்றி உள்ளன. ஆனால் ஒளிமுகிலின் வாயு ரூபமான கோளத்தில் எல்லாப் பொருட்களும் தனித்தனியாக இருந்தாலும் சுத்தமான வஸ்து போல ஐக்கியப்பட்டே உள்ளன; அவை தங்களது பிரத்தியேகப் பண்புகளை அனுசரிக்காமல் வஸ்துவாக மட்டுமே செயல்புகின்றன.

(மேலும் ஏற்கனவே ஹெகலின் நூல்களில் causa efficiens, causa finalis இவற்றின் எதிர் ஆய்வுரை பரஸ்பரச் செயலின்வாயிலாக அகற்றப்படுகிறது.)

* * *

ஆதி முதலான வஸ்து.

"அசல் தன்மை வாய்ந்ததாகவும், பிறப்பிற்கும் முன்பிருந்தே நிலைநிற்பு உள்ளதாகவும், இயற்கையாகவே உருவமற்றதாகவும் எண்ணப்படுகிற வஸ்துவைப் பற்றிய கருத்தோட்டம் மிகப் பழையதானதொன்றாகும். தற்போதைய உலகின் உருப்பெறாத அடிப்படிவத்தைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறதாக உத்தேசிக்கப்படுகிற கொந்தளத்தின் இதிகாசபூர்வமான வடிவத்தில் முதன்முதலாக கிரேக்கர்களிடையேயே கூட அதை நாம் சந்திக்கிறோம்." (ஹெகல், "Enzyklopädie", I, 258ம் பக்கம்.)¹⁹³

இந்தக் கொந்தளத்தை லாப்ளாஸ் கருத்துகளிலும் வடிவத்தின் ஆரம்பத்தை மட்டும் ஏறத்தாழப் பெறுகிற

ஒளிமுகிலிலும் கூட நாம் காண்கிறோம். வேறுபாடுகள் முனைப்பு பெறுவது என்பது பின்னரே நிகழ்கிறது.

* * *

புவி ஈர்ப்பு வஸ்துத்தன்மையின் மிகப் பொதுப்படையான நிர்ணயம் என சகஜமாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. அதாவது, ஈர்ப்புச் சக்தி வஸ்துவின் அவசியமானதொரு பண்பு, ஆனால் விலக்கல் சக்தி அப்படியல்ல. ஆனால் ஈர்ப்புச் சக்தியும், விலக்கல் சக்தியும் நேர்நிலை, எதிர்நிலைகளைப் போலப் பிரிக்க இயலாதவை; எனவே வஸ்துவைப் பற்றிய உண்மையானதொரு தத்துவம் ஈர்ப்புச் சக்திக்கு அளிப்பதற்கொப்ப முக்கியமானதொரு ஸ்தானத்தை விலக்கல் சக்திக்கும் அளிக்க வேண்டும் என்பதையும், கேவலம் ஈர்ப்புச் சக்தியை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டதொரு வஸ்துவைப் பற்றிய தத்துவம் பொய்யானது, குறைபாடானது, ஒருதலைப்பட்சமானது என்பதையும் இயக்க இயலிலிருந்தே முன்கூட்டிக் கூறிவிட முடியும். இதை முன்னமேயே வெளிக் கொணரத்தக்க போதுமான இயல்நிகழ்ச்சிகள், யதார்த்தத்தில், நிகழ்கின்றன. ஒளியின் காரணமாக மட்டும் ஈதரை நாம் பைசல் செய்துவிடக் கூடாது. ஈதர் வஸ்துவின் இயல்பைப் பெற்றிருக்கிறதா? அது இருக்கத்தான் செய்கிறது என்றால் அது வஸ்துத்தன்மையைப் பெற்றதாகத்தான் இருக்க வேண்டும்; அது வஸ்துவைப் பற்றிய கருத்தின்கீழ் வரத்தான் வேண்டும். ஆனால் அது புவி ஈர்ப்பினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வால்மீனின் வால் வஸ்துவின் இயல்பைப் பெற்றதாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது. அது மிக பலமான விலக்கல் சக்தியை. எடுத்துக்காட்டுகிறது. வாயுவில் உண்டாகிற வெப்பம் விலக்கல் சக்தியை உண்டாக்குகிறது, முதலியன.

* * *

ஈர்ப்புச் சக்தியும் புவி ஈர்ப்பும். வஸ்துவின் சாரம் ஈர்ப்புச் சக்தி என்று சொல்லுவதையே புவி ஈர்ப்புத் தத்துவம் முழுவதும் தனது அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.

இது அவசியமாகவே பொய்யானது. ஈர்ப்புச் சக்தி உள்ள இடத்தில் விலக்கல் சக்தி அதை நிறைவு செய்ய வேண்டும். எனவே, ஈர்ப்புச்சக்தியும் விலக்கல்சக்தியுமே வஸ்துவின் சாரம் என ஹெகல் ஏற்கனவே கூறியிருப்பது முற்றிலும் உண்மை.¹⁹⁴ யதார்த்தத்தில், ஈர்ப்புச் சக்தி விலக்கல் சக்தியாக நிலைமாறுதல் அடையும் நிலை வஸ்துவினுடைய சிதறலின் ஓர் எல்லையில் நிகழ்கிறது என்பதையும் இதற்கு நேர்மாறாக விலக்கலுக்குட்பட்ட வஸ்துவின் இறுகும் ஓர் எல்லையில் அது ஈர்ப்புச் சக்தியாக மாறுவது நிகழ்கிறது என்பதையும் நாம் மேலும் மேலும் அங்கீகரிக்க வேண்டி நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டு வருகிறோம்.*

* * *

ஈர்ப்புச் சக்தி விலக்கல் சக்தியாக நிலை மாறுதல் பெறுவதும், இதன் தலைமாறான நிலைமாறுதலும் ஹெகலிடத்தில் மாயர்வாதரீதியாக உள்ளது; ஆனால் சாரம்சக்தியில் அதன் மூலம் பின்னால் வந்த விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்பை அவர் எதிர் பார்த்தார். ஒரு வாயுவில்கூட மூலக்கூறுகளின் விலக்கல் சக்தி உண்டு; இதைவிட நுணுக்கமாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள வஸ்துவில் அது இன்னும் அதிகமாக உள்ளது; எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வால்மீனின் வாலில் அது இன்னும் பிரம்மாண்டமான சக்தியுடன் செயல்படுகிறது. விலக்கல் சக்தியிலிருந்து பெறப்பட்ட ஏதோ ஒரு இரண்டாம்பட்சச் சக்தியாக, விலக்கல் சக்தி அதற்கு முற்பட்டதாக வைத்து, ஈர்ப்புச் சக்தியை ஹெகல் வடிப்பதிலிருந்து தமது மேதாவிலாசத்தை வெளிக் காட்டுகிறார்: அசல் நிலையில் ஓங்கி நின்ற விலக்கல் சக்தியை ஈர்ப்புச் சக்தி படிப்படியாக மிஞ்சி மேம்படும்போதே ஒரு சூரிய மண்டலம் உருப்பெற்றது.—வெப்பத்தினால் விரிவடைதல்=விலக்கல் சக்தி. வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம்.

* * *

* “ஓட்டுப் பண்”பைப் பற்றிய குறிப்பை ஒத்துப் பார்க்க (இந்த நூல், 465-66ம் பக்கங்கள்).—(ப-ர்.)

வஸ்துவின் பகுபடும் தன்மை. விஞ்ஞானத்திற்கு இப் பிரச்சினை நடைமுறையில் சிரத்தையற்ற விஷயமே. இரசாயன வியலில் பகுபடுதன்மைக்கு ஒரு திட்டமான எல்லை யுண்டு என்பதும், அதற்கு அப்பால் பண்டங்கள்—அணு—மேற் கொண்டு இரசாயனரீதியாகச் செயற்படுவதில்லை என்பதும், பல அணுக்களும் எப்போதும் இணைந்தே—கூட்டணு—காணப்படுகின்றன என்பதும் நாம் அறிந்ததே. அதுபோலவே பௌதிகவியலிலும், பௌதிகப் பகுப்பாய்வை முன்னிட்டு ஏதோ சில மிக நுண்ணிய துகள்களை ஏற்றுக்கொள்ளுமாறு உந்தப்படுகிறோம்; அவைகளின் சீரமைப்பே பண்டங்களின் வடிவத்தையும், ஆக்கக்கூறுகளின் ஒட்டுப்பண்பையும் நிர்ணயிக்கிறது; அவைகளின் அதிர்வே, வெப்பம் முதலானவைகளாக வெளிப்படுகின்றது. ஆனால் பௌதிக, இரசாயன கூட்டணுக்கள் முற்றொருமைத்தன்மை வாய்ந்தவையா அல்லது வெவ்வேறானவையா என்பது இன்னும் நமக்குத் தெரியாது.

பகுபடுதன்மை, தொடர்ந்த தன்மை இரண்டுமாகவும், அதே சமயத்தில் அவ்விரண்டில் ஏதொன்றாகவும் அல்லாமலும் வஸ்து இருக்கிறது என்று சொல்லுவதின் மூலம் பகுபடுதன்மை என்ற பிரச்சினையை வெகு இலகுவாக ஹெகல் கடந்து செல்கிறார்;¹⁹⁵ இது பிரச்சினைக்கு விடையல்ல, ஆனால் அது தற்போது ஏறக்குறைய நிரூபிக்கப்பட்டதாக உள்ளது (5ம் தாள், 3க்குக் கீழே: கிளாவுஷியஸ், பார்க்க*).

* * *

பகுபடுதன்மை. ஒரு பாலூட்டி பகுபட இயலாதது; ஊர்வன இனத்தைச் சேர்ந்ததொன்று இழந்த தன் பாதத்தைத் திரும்பவும் வளர்த்துக்கொள்கிறது.—ஈதர் அலைகளை மிகச் சிறிய நுண்மை அளவிற்குப் பகுக்கவும் அளவிடவும்

* “வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம்” என்ற குறிப்பையே எங்கெல்ஸ் இங்கு சுட்டுகிறார். “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் 5வது இரட்டைத்தாளின் 3வது பக்கத்தின் முடிவில் அது உள்ளது (இந்த நூல், 467-68ம் பக்கங்கள் பார்க்க).—(ப-ர்.)

முடியும்.—ஒரு சில வரையறைகளுக்குட்பட்டு ஒவ்வொரு பண்டத்தையும் பகுக்க முடியும், அதாவது, இரசாயன வியலில்.

* * *

“அதன் (இயக்கத்தினுடைய) சாராம்சம் இடவெளி, காலம் இவற்றின் உடனடியான ஐக்கியமே... இடவெளியும் காலமும் இயக்கத்தைச் சேர்ந்தன; இயக்கத்தின் அளவும் வேகமும் கடந்துபோன ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தின் விஷயத்தில் இடவெளியேயாம்” ([ஹெகல்], “Naturphilosophie” 65ம் பக்கம்). “...இடவெளியும் காலமும் வஸ்துவினால் நிரப்பப்பட்டவை... வஸ்துவின்றி இயக்கமில்லை என்பதைப் போலவே இயக்கமின்றி வஸ்துமில்லை.” (67ம் பக்கம்.)¹⁹⁶

* * *

பிரபஞ்சம் எப்போதுமே ஒரே அளவு இயக்கத்தைத் தன்னுட்கொண்டுள்ளது என்ற டேக்கார்ட்டின் கோட்பாட்டில் இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை.¹⁹⁷ இதையே இயற்கை விஞ்ஞானிகள் நேர்த்திக் குறைவாகச் “சக்தியின் அழிவற்ற தன்மை” என வெளிப்படுத்துகின்றனர். டேக்கார்ட்டின் கேவலம் அளவுரீதியான வரையறுப்புக்கூட அதேபோலக் குறைபாடானதே: இயக்கம், வஸ்துவின் சாராம்சமான செயல் தன்மையாக, வஸ்துவின் நிலைவாழ் பாங்காக இருக்கிறது; அது வஸ்துவைப்போலவே அழிவற்றதன்மை கொண்டது—இந்த வரையறுப்பில் அளவுநிலையின் கூறும் உள்ளடங்கியுள்ளது. ஆகவே இங்கும் கூடத் தத்துவவியல்வாதியை இருநூறு ஆண்டுகள் கழித்து இயற்கை விஞ்ஞானி ஊர்ஜிதம் செய்கிறார்.

* * *

இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை—குரோவ் நூலிலிருந்து நல்லதொரு பகுதி—20ம் பக்கம் பின்வருவன, முன்சொன்ன நூல்.¹⁹⁸

* * *

இயக்கமும் சமனநிலையும். இயக்கத்திலிருந்து சமனநிலையைப் பிரிக்க இயலாது.* வானத்துக் கோள்களின் இயக்கத்தில், சமனநிலையில் இயக்கமும், இயக்கத்தில் சமனநிலையும் (ஒப்பியல்பாக) இருக்கின்றன. ஆனால் மிகக் குறிப்பான ஒப்பியல்பான இயக்கம் முழுதும், அதாவது, இயக்கத்திலுள்ள வானக்கோள் ஒன்றின் மீதுள்ள தனிப்பட்ட பண்டங்களின் எல்லா வேறுபட்ட இயக்கமும், இங்கு ஒப்பியல்பான ஒய்வுநிலையை, சமனநிலையை, ஸ்தாபிக்கும் முயற்சியாகவே உள்ளது. ஒப்பியல்பான ஒய்வுநிலையில் பண்டங்கள் இருப்பதற்கான சாத்தியப்பாடு, தாற்காலிகமான சமனநிலைகளில் இருப்பதற்கான சாத்தியப்பாடு வஸ்துவின் வேறுபட்ட தன்மைக்கும், எனவே உயிருக்கும், சாராம்சமான நிபந்தனையாகும். பல்வேறு பொருட்கூறுகளின் சமனநிலை என்பது சூரியனில் இல்லை; அதன் கட்டி முழுவதற்கும் மட்டுமே அல்லது எப்படியிருப்பினும் அடர்த்தியின் கணிசமான வித்தியாசங்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிற மிகக் குறுகி வரையறுக்கப்பட்டதான சமனநிலை மட்டுமே உண்டு: மேல்பரப்பில் சாசுவதமான இயக்கமும், ஒய்வற்ற நிலையும், சிதைவும் இருக்கின்றன. சந்திரன்மீது சமனநிலை தனிவிலக்காக மேலோங்கி, எவ்வித ஒப்பியல்பான இயக்கமுமின்றி இருப்பதாகத்தோன்றுகிறது—மரணம் (சந்திரன்=எதிர்நிலைத்தன்மை). பூமியின்மீது இயக்கம் என்பது இயக்கம், சமனநிலை இவற்றின் பரிமாற்றம் என வேறுபட்டதாக ஆகியுள்ளது: தனிப்பட்ட இயக்கம் சமனநிலையை அடையப் பிரயாசைப்படுகிறது; ஒட்டுமொத்தமான இயக்கம் தனிப்பட்ட சமனநிலையை மீண்டுமொரு தடவை அழிக்கிறது. பாறை ஒய்வுநிலையை அடைகிறது; ஆனால் வானிலையின், கடல் அலைகளின், ஆறுகளின், பனிக்கட்டி ஆறுகளின் செயற்பாடு சமனநிலையைத் தொடர்ந்தவாறு அழிக்கிறது. நீராவியாதல், மழை, காற்று, வெப்பம், மின்னியக்க, காந்தவியல் சார்புள்ள இயல் நிகழ்ச்சிகள் அதே காட்சியைத்தான் முன்றிறுத்துகின்றன. இறுதியாக உயிருள்ள

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் குறிப்பு: “சமனநிலை=விலக்கல் சக்தியை மீறி ஒங்கிய ஈர்ப்புச் சக்தி”.—(ப-ர்.)

அங்கஜீவியில் எல்லா மிக நுண்ணிய துகள்களினுடையவும் அதேபோல் பெரிய உறுப்புகளுடையவும் தொடர்ந்த இயக்கத்தை நாம் பார்க்கிறோம்; தனது சகஜமான வாழ்க்கைக் காலத்தில் அங்கஜீவியின் அமைப்பு முழுவதும் தொடர்ந்து சமனநிலையில் இருக்கும் அதே சமயத்தில் அது எப்போதுமே இயக்கத்தில் இருப்பதாக, இயக்கம், சமனநிலை இவற்றின் ஜீவனுள்ள ஐக்கியமாக, இருக்கும் விளைவை அளிக்கிறது.

சமனநிலை என்பது முழுவதும் ஒப்பியல்பானது, தாற்காலிகமானதே.

* * *

(1) வானக்கோள்களின் இயக்கம். இயக்கத்திலுள்ள ஈர்ப்புச் சக்தி, விலக்கல் சக்தி இவற்றின் தோராயமான சமனநிலை.

(2) ஒரு வானக்கோளின்மீது இயக்கம். கட்டி, சுத்தமான யாந்திரீகக் காரணங்களிலிருந்து இந்த இயக்கம் தோன்றுகிறவரை இங்கும்கூட சமனநிலை உள்ளது. கட்டிகள் தங்களது அஸ்திவாரங்கள்மீது ஒய்வுநிலை பெற்றுள்ளன. சந்திரன்மீது இது பூரணமாக இருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. யாந்திரீக விலக்கல் சக்தியை யாந்திரீக ஈர்ப்புச் சக்தி வென்று விட்டது. சுத்தமான இயந்திரவியலின் நிலைபாட்டிலிருந்து பார்க்கும்போது விலக்கல் சக்திக்கு என்ன நேர்ந்தது என்பதை நாம் அறியோம்; மேலும், எடுத்துக்காட்டாக, புவி ஈர்ப்பை எதிர்த்து பூமியின்மீது கட்டிகளை இயங்க வைக்கிற அந்தச் “சக்தி”களைப்பற்றிச் சுத்தமான இயந்திரவியல் அதேபோல யாதொரு விளக்கமும் அளிப்பதில்லை. அதெல்லாம் அப்படித்தான் என அது வைத்துக்கொள்கிறது. ஆதலால் இங்கு விலக்குகிற, இடப்பெயர்ச்சி செய்கிற இயக்கம் ஒரு கட்டியிலிருந்து மற்றொரு கட்டிக்குச் சாமானியமாகவே மாற்றிச் செலுத்தப்படுகிறது; அதில், ஈர்ப்புச் சக்தியும் விலக்கல் சக்தியும் சம அளவில் இருக்கின்றன.

3) நில உலகஞ்சார்ந்த இயக்கங்களின் மிகப் பெரும் பான்மை ஓர் இயக்க வடிவத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்கு—

யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக, மின்னியக்கமாக, இரசாயன இயக்கமாக—மாறுவதையும், ஒவ்வொரு வடிவமும் இதர எந்த வடிவமாகவும் மாறுவதையும் பெற்றுள்ளது; ஆகவே, ஒன்று* ஈர்ப்புச் சக்தி விலக்கல் சக்தியாக நிலைமாறுதல் பெறுவது—யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக, மின்னியக்கமாக, இரசாயனச் சிதைவாக மாறுவது, (இந்த நிலைமாறுதல் அசல் நிலை சார்ந்த மேல்நோக்கித் தூக்குகிற யாந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக மாறுவதையே குறிக்கிறது; கீழ்நோக்கி விழும் இயக்கத்தையல்ல; ஏனெனில் இது அதனுடைய சாயலாக மட்டும் உள்ளது) [—அல்லது விலக்கல் சக்தி ஈர்ப்புச் சக்தியாக நிலைமாறுதல் பெறுவது].

4) பூமியின்மீது தற்போது செயல்படுகிற ஆற்றல் முழுவதும் சூரியனிடமிருந்து பெறப்படுகிற வெப்பத்தின் நிலை மாறுதலேயாம்.¹⁹⁹

* * *

யாந்திரீக இயக்கம். இயற்கை விஞ்ஞானிகளிடையே இயக்கம் என்பது யாந்திரீக இயக்கமாக, இடப்பெயர்ச்சியாக, எப்போதுமே போகிற போக்கில் இயல்பாகப் பொருள் கொள்ளப்படுகிறது. 18ம் நூற்றாண்டின் இரசாயனவியலுக்கு முந்திய காலப்பகுதியிலிருந்து இக்கருத்து கைமாறி வந்து மாற்றப்போக்குகளைப்பற்றி ஒரு தெளிவான கருத்தோட்டத்தைப் பெறுவதை இன்னும் கடினமாக்குகிறது. வஸ்துவுக்கு அனுஷ்டிக்கப்படுகிற அளவில் இயக்கம் என்பது பொதுப்படையாக மாற்றமே. அதே தவறான புரிதலிலிருந்து ஒவ்வொன்றையும் யாந்திரீக இயக்கமாக வடித்து விடுகிற கிறுக்கும்கூடப் பெறப்படுகிறது; குரோவ் கூட.

* “ஒன்று” என்பது “அல்லது” என்பதால் பின்தொடரப்படவில்லை. இந்த வாக்கியத்தின் முடிவில் விலக்கல் சக்தி ஈர்ப்புச் சக்தியாகப் பின்னோக்கி மாறுவதைக் குறிப்பிட எங்கெல்ஸ் கருதியிருக்கக்கூடும்; ஆனால் அவர் அவ்வாறு செய்யவில்லை, வாக்கியத்தின் யூகிக்கப்படுகிற முடிவு அடைப்புக்குறிகளுக்குள் அளிக்கப்படுகிறது.—(ப-ர்.)

“வஸ்துவின் இதர பாதிப்புகளும்... இறுதியில் இயக்கத்தின் பாங்குகளாகவே முடிவடைகின்றன, முடிவடையும் எனப் பலமாக நம்பும் மனச்சார்பு கொண்டுள்ளார்” (16ம் பக்கம்.)²⁰⁰,

இது இயக்கத்தின் இதர வடிவங்களின் விசேஷத் தன்மையைத் துடைத்தழிக்கிறது. இதன் பொருள், இயக்கத்தின் உயர் வடிவங்கள் ஒவ்வொன்றும் ஏதோ ஓர் உண்மையான யாந்திரீக (புறநிலையான அல்லது கூட்டணுரீதியான) இயக்கத்துடன் எப்போதும் அவசியமாக இணைக்கப்படவில்லை—இயக்கத்தின் உயர்வடிவங்கள் இதர வடிவங்களையும் கூடவே ஒரே சமயத்தில் உண்டாக்குவதைப்போல, வெப்பநிலையில் மாற்றமின்றி, மின்னியக்க மாற்றமின்றி இரசாயனச் செயற்பாடு சாத்தியமல்லாததைப்போல, யாந்திரீக, கூட்டணு, இரசாயன, வெப்பவியல், மின்னியக்க முதலான மாற்றங்களின்றி அங்கக வாழ்வு சாத்தியமில்லாததைப்போல—என்று சொல்லுவதாக அல்ல. ஆனால், ஒவ்வொரு வழக்கிலும் பிரதான வடிவத்தின் சாராம்சம் இந்தத் துணைவடிவங்கள் பிரத்தியட்சப்பட்டு நிற்பதால் தீர்ந்து காலியாவதில்லை. ஒரு நாளைக்கு நாம் சிந்தனையையும்கூட மூளைக்குள் நிகழும் கூட்டணு, இரசாயன இயக்கங்களாகப் பரிசோதனைரீதியாக நிச்சயமாகவே “வடித்து” விட முடியும்; ஆனால் இத்துடன் சிந்தனையின் சாராம்சம் தீர்ந்துவிடுகிறதா?

* * *

இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இயக்க இயல்²⁰¹. ஆய்வுக்குரிய பொருள்—இயக்கத்திலுள்ள வஸ்து. வஸ்துவின் பல்வேறு வடிவங்கள், வகைகளும்கூட அதேபோல இயக்கத்தின் மூலமாக மட்டுமே அறிய இயலும்; பண்டங்களின் பண்புகள் இதில் மட்டுமே வெளிப்பட்டுக் காட்சிக்குப் புலனாகின்றன; இயங்காத பண்டத்தைப்பற்றிக் கூறுவதற்கு ஒன்றுமில்லை. எனவே, இயக்கத்திலுள்ள பண்டங்களின் இயல்பு இயக்க வடிவங்களிலிருந்தே பயன் தெரிகின்றது.

1. இயக்கத்தின் முதல் நிலையான, மிக இலகுவான வடிவம் யாந்திரிக வடிவமே, சுத்தமான இடப்பெயர்ச்சியே யாகும்;

(அ) ஒரே ஒரு பண்டத்தின் இயக்கம் என்பது இல்லை— ஒர் ஒப்பியல்பு அர்த்தத்தில் [அதைப்பற்றிப் பேசுவது மட்டுமே இயலும்]*—கீழ்நோக்கி வீழ்வது.

(ஆ) பிரிக்கப்பட்ட பண்டங்களின் இயக்கம்; சம வெட்டுவனாகோடு, வானியல்—மேலோட்டமான சமனநிலை—முடிவு எப்போதும் தொடுநிலையாகவே இருக்கும்.

(இ) ஒன்றுக்கொன்று உள்ள சம்பந்தத்தில் தொடு நிலையில் உள்ள பண்டங்களின் இயக்கம்—அழுத்தம். நிலையியல். நீர் நிலையியலும் வாயுக்களும். இயந்திரவியல் என்பதின் எல்லைக்குள் அடங்குகிற நெம்புகோலும் இயந்திரவியலின் இதர வடிவங்களும்—இவையனைத்தும் அவைகளுடைய மிக எளிதான தொடுநிலை வடிவத்தில் உராய்வு அல்லது மோதல் என்றுகின்றன; இவை அளவில் மட்டுமே வேறுபடுகின்றன. ஆனால் உராய்வும் மோதலும், யதார்த்தத்தில் தொடுநிலையும், இயற்கை விஞ்ஞானிகளால் இங்கு எப்போதுமே சுட்டிக் காட்டப்படாத இதர பின்விளைவுகளையும் பெற்றுள்ளன: சூழ்நிலைகளை அனுசரித்து அவை ஒளி, வெப்பம், ஒளி, மின்னியக்கம், காந்தவியக்கம், இவற்றை உற்பத்தி செய்கின்றன.

2. (ஒளி நீங்கலாக) இந்த வெவ்வேறான சக்திகளும்—வானக்கோள்களின் பௌதிகவியல்—

(அ) ஒன்று மற்றொன்றாக மாறவும், ஒன்றை மற்றொன்று பரஸ்பரம் இடப்பெயர்ச்சி செய்துகொள்ளவும் செய்கின்றன. மேலும்,

(ஆ) ஒவ்வொரு பண்டத்திற்கும் வித்தியாசப்படுகிற ஒவ்வொரு சக்திக்கும் குறிப்பிட்ட அளவு நிலைவளர்ச்சி ஏற்பட்டு அது பண்டங்களுக்கும் அனுஷ்டிக்கப்பட்டால் —

* அடைப்புக்களுக்குள் இருக்கும் சொற்கள் 1873, மே 30 தேதியிட்ட மார்க்ஸுக்கு எங்கெல்ஸ் எழுதிய கடிதத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டவை.—(ப-ர்.)

அந்தப் பண்டங்கள் இரசாயனவியல் ரீதியாகக் கூட்டுகைப் பொருள்களாயினும் சரி அல்லது பல்வகையான இரசாயனவியல் ரீதியான கூட்டுகையல்லாத பண்டங்களாயினும் சரி—இரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்படும்; நாம் அப்போது இரசாயனவியல் துறைக்குள் நுழைகின்றோம். வான்கோள்களின் இரசாயனவியல். படிசு அமைப்பாய்வியல் (Crystallography)—இரசாயனவியலின் ஒரு பகுதி.

3. உயிருள்ள அங்கஜீவியைப் பௌதிகவியல் தனது ஆலோசனையிலிருந்து விட்டுவிட வேண்டியதே அல்லது அவ்விதம் செய்யலாம். உயிர்ப்புள்ள கூட்டுகைப் பொருள்களை ஆராய்வதிலேயே இரசாயனவியல் மிக முக்கியமான பண்டங்களின் உண்மையான இயல்பை அறிவதின் மெய்யான சாவியைக் கண்டுபிடிக்கிறது; மற்றொரு புறம், அங்கக இயற்கையில் மட்டுமே நிகழ்கிற பண்டங்களை அது தொகுப்பாக்கமும் செய்கிறது. இவ்விடத்தில் இரசாயனவியல் அங்கக வாழ்வுக்கு இட்டுச் செல்கிறது; அங்கஜீவியாக இயக்க இயல் ரீதியில் இடைமாறுதல் பெறும் நிலையை அது ஒன்றுமட்டுமே விளக்க முடியும் என்று நமக்கு உறுதி கூறுகிற அளவுக்குப் போதுமான தூரம் அது சென்றாய்விட்டது.

4. உண்மையான இடைமாறுதல்—சூரியமண்டலத்தின், பூமியின்—வரலாற்றிலேயே¹ உள்ளது. அங்கக இயற்கைக்கு உண்மையான முன்நிபந்தனை இதுவே.

5. அங்கக இயற்கை.

* * *

விஞ்ஞானங்களை வகைபிரித்தல், அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் இயக்கத்தினுடைய ஒரே ஒரு வடிவத்தை அல்லது ஒருமித்துச் சேர்ந்து ஒன்று மற்றொன்றாக மாறத்தக்க இயக்க வடிவங்களின் ஒரு தொடர்வரிசையைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்; ஆகவே இந்த இயக்க வடிவங்களின் உள்ளார்ந்த வரிசைக்கிரமத்துக்கேற்ப அவற்றை வகைபிரித்தல், ஒழுங்கு ஏற்பாடு செய்தல் இதுவே. இதில்தான் அதனுடைய முக்கியத்துவம் உள்ளது.

* * *

கடந்த [18வது] நூற்றாண்டின் இறுதியில், மேலோங்கிய ரீதியில் யாந்திரீகவாதிகளாக இருந்த பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதிகளுக்குப் பின்னர் பழைய நியூட்டன்-லின்னேயஸ் கொள்கைக் குழுவினரின் இயற்கை விஞ்ஞானம் முழுவதையும் சகல கலாரீதியாகப் பொழிப்பாக்குவது அவசியம் எனத் தெளிவுபட்டது; இப்பணியை மாபெரும் இரு மேதைகளான ஸான் ஸிமோன் (முற்றுப் பெறாதது), ஹெகல் ஆகிய இருவரும் மேற்கொண்டனர். இயற்கையைப் பற்றிய புதிய கண்ணோட்டத்தின் அடிப்படை இலட்சணங்கள் முழுமை பெற்றுள்ள இன்று அதே அவசியம் தானாகவே வந்து உறுத்துகிறது; அத்திசையில் முயற்சிகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. ஆனால் இயற்கையிலுள்ள பொதுவான பரிணாம ரீதியான தொடர்பு இன்று வெளிக் கொணரப்பட்டு விட்டதால் அதற்குப் புறம்பான அக்கம் பக்கமானதோர் ஏற்பாடு ஹெகலின் செயற்கையாகப் படைக்கப்பட்ட இயக்க இயல் ரீதியான மாற்றத்தின் இடைநிலைகள் என்பவற்றைப்போலவே போதாததாகிவிட்டது. மாற்றத்தின் இடைநிலைகள் சுயமாக நிகழ வேண்டும், அவை இயற்கையாக இருக்க வேண்டும். இயக்கத்தின் ஒரு வடிவம் மற்றொரு வடிவத்திலிருந்து வளருவதைப்போலவே அவைகளின் பிரதிபிம்பங்களான பல்வேறு விஞ்ஞானங்களும் அவசியமாகவே ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து எழவேண்டும்.

* * *

ஸான் ஸிமோனைக் காப்பியடித்து இயற்கை விஞ்ஞானங்களைப் பற்றிய சர்வகலாரீதியான தொகுப்பு நூலைச்²⁰² செய்த கோன்ட் எந்தக் குறைந்த அளவுக்கு அதனுடைய ஆசிரியராக இருந்துள்ளார் என்பது கற்பிப்பதின் சாதனமாகவும், கற்பிப்பதின் பாடக் கோவையாகவும் சீர்படுத்துகிற நோக்கத்திற்கு மட்டுமே அது அவருக்குப் பயன்படுவதிலிருந்தும், எனவே கிறுக்குத்தனமான enseignement] intégralக்கு*

* முழுமைபெற்ற கல்வி.—(ப-ர்.)

—அதில் ஒரு விஞ்ஞானம் துவக்கப்படுவதற்கு முன்னரே மற்றொன்று எப்போதுமே தீர்ந்து காலியாகிவிடுகிறது; அதில் அடிப்படையில் சரியானதொரு கருத்து கணிதவியல்ரீதியான அபத்தமாகும்வரை உந்தித்தள்ளப்படுகிறது—அது இட்டுச் செல்வதிலிருந்தும் ஏற்கனவே தெளிவாகிவிட்டது.

* * *

இயந்திரவியல், இரசாயனவியல், அங்ககவியல்²⁰³ என்ற ஹெகலின் பிரிவினை (அசலானதொன்று) அவர் காலத்துக்கு முற்றிலும் போதுமானதே. இயந்திரவியல்: கட்டிகளின் அசைவோட்டம். இரசாயனவியல்: கூட்டணுச் சார்புள்ள (பௌதிக வியலும் இதில் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளது; மேலும் உள்ள படியாகவே—இரசாயனவியலைப் போலவே பௌதிகவியலும் கூட—இரண்டுமே அதே தொடர்வரிசையில் சேர்ந்துள்ளன) இயக்கமும் அணு சார்புள்ள இயக்கமும். அங்ககவியல்: இந்த இரண்டையும் பிரிக்க இயலாத பண்டங்களின் அத்தன்மையதான இயக்கம். ஏனெனில், அங்கஜீவி என்பது நிச்சயமாகவே அந்த உயர்மட்ட ஐக்கியமாகும்; அது தனக்குள் இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் ஆகியவற்றை ஒரு முழுமையாக ஐக்கியப்படுத்தியுள்ளது; இந்த மும்மையை இனிமேற் கொண்டு பிரிக்க இயலாது. அங்கஜீவியில் பௌதிக, இரசாயன ரீதியான மாற்றத்தால் சுத்தமான தசை அசைவுகளுக்குச் சரிசமதையாகவே உணலுட்டம், சுவாசம், சுரத்தல் போன்றவற்றின் வடிவத்தில் நேரடியாகவே யாந்திரீக இயக்கம் படைக்கப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு தொகுதியும் தன் பங்கிற்கு இரட்டைத் தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. இயந்திரவியல்: (1) வானுலக இயந்திரவியல், (2) நிலவுலக இயந்திரவியல்.

மூலக்கூறு இயக்கம்: (1) பௌதிகவியல், (2) இரசாயனவியல்.

அங்ககவியல்: (1) தாவரம், (2) விலங்கு.

* * *

இயற்கையமைப்பின் நிலவியல். இரசாயனவியலிலிருந்து உயிர்வாழ்விற்கு இடைமாறுதல் நிகழ்த்தப்பட்ட பின்னர், அப்பொழுது மட்டுமே முதலாவதாக உயிர் தோன்றியதின், அது தொடர்ந்து வாழ்வதின் சூழ்நிலைகளை, அதாவது, பூகர்ப்பவியல்; காலநிலையியல் இன்னும் பிறவற்றைப் பகுப்பாய்வு செய்வது அவசியமாகிறது. இவையின்றிப் புரிய முடியாத உயிரின் நானாவித வடிவங்களையேகூடப் பின்னர் எடுத்துக் கொள்வதும் அவசியம்.

* * *

இயற்கையைக் குறித்த “யாந்திரீக”
கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி²⁰⁴

பக்கம் 46ஐப் பற்றி*:

இயக்கத்தின் நானாவித வடிவங்களும், அதை ஆய்வு செய்கிற விஞ்ஞானங்களும்

மேற்கூறிய கட்டுரை (“Vorwärts”, பிப்ரவரி, 9, 1877)** வெளிவந்தபிறகு கெக்கூலே (தமது “Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie” என்ற நூலில்) இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் இவற்றைக் குறித்து அதையொத்ததொரு விளக்கவுரை செய்துள்ளார்:

“வஸ்துவின் இயல்பைப் பற்றிய இந்தக் கருத்து அடிப்படையாகக் கொள்ளப்பட்டால் இரசாயனவியலை அணுக்களின் விஞ்ஞானம் என்றும் பௌதிகவியலைக் கூட்டணுக்களின் விஞ்ஞானம் என்றும் விளக்கவுரை செய்ய முடியும்; அப்பொழுது கட்டிகளைப் பற்றி ஆராய்கிற நவீன பௌதிகவியலின் அந்தப் பகுதியை ஒரு விசேஷ விஞ்ஞானமாக வேறாக்கிப் பிரித்து அதற்கு இயந்திரவியல் என்ற பெயரை ஒதுக்கிவிடுவதும் இயல்பாகவே இருக்கும். இவ்விதமாக, பௌதிகவியலும், இரசாயனவியலும் ஒரு சில அம்சங்களில், விசேஷமாகச்

* பி. எங்கெல்ஸ், “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1962, 95ம் பக்கம்.—(ப-ர்.)

** “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” நூலின் அத்தியாயம் VIIஐ எங்கெல்ஸ் இங்கு குறிப்பிடுகிறார்.—(ப-ர்.)

சில கணக்கீடுகளில், தங்களது கூட்டணுக்களை அல்லது அணுக்களைக் கட்டிகளாகக் கணக்கிட வேண்டி இருக்கிற அளவுக்கு இயந்திரவியலும் அவற்றின் அடிப்படை விஞ்ஞானமாக வெளிப்படுகிறது.”²⁰⁵

இந்த வரையறுப்பு உரைமூலத்திலுள்ளதிலிருந்தும், முந்திய குறிப்பிலுள்ளதிலிருந்தும்* திட்டமாக இல்லாமலிருப்பதில் மட்டுமே வேறுபடுகிறது என்பதைக் காணலாம். ஆனால், ஓர் ஆங்கில சஞ்சிகை (“Nature”) மேற்கூறிய கெக்கூலேயின் வாசகவுரையை, இயந்திரவியல் என்பது கட்டிகளின் நிலையியலும் விசையியலும் என்றும், பௌதிகவியல் என்பது கூட்டணுக்களின் நிலையியலும் விசையியலும் என்றும், இரசாயனவியல் என்பது அணுக்களின் நிலையியலும் விசையியலும்²⁰⁶ என்றும் உருப்படுத்தியது; அப்பொழுது, இரசாயன மாற்றப்போக்குகளையும் கூடக் கேவலம் யாந்திரீகப் போக்குகளாக எவ்வித நிபந்தனையின்றித் தாழ்த்துவதானது அந்தத் துறையை, குறைந்தபட்சம் இரசாயனவியல் துறையை யாவது தகுதியில்லாமல் குறுக்குகிறது என எனக்குப் படுகிறது. இருந்தாலும்கூட “யாந்திரீக”, “ஒருமைவாத” என்ற சொற்களை ஒரே பொருள் கொண்டதாக, எடுத்துக்காட்டாக, ஹெக்கல் தொடர்ந்து உபயோகிக்கிற அளவுக்கு அது ஒரு பாணியாகிவிட்டது; அவருடைய அபிப்பிராயத்தில்

“நவீன மனித உடலியல்... தனது துறையில் பௌதிக-இரசாயன—அல்லது பரவலான அர்த்தத்தில்**, யாந்திரீக—சக்திகளின் செயற்பாட்டை மட்டுமே அனுமதிக்கிறது” (“Perigenesis”)²⁰⁷.

கூட்டணுக்களின் இயந்திரவியலுக்குப் பௌதிகவியல் என்றும், அணுக்களின் பௌதிகவியலுக்கு இரசாயனவியல்

* அதாவது “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” உரைமூலத்திலும், “யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன் மாதிரிகளைப் பற்றி” என்ற குறிப்பிலும்—(“ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1962, 95ம் பக்கத்தையும், இந்த நூலின் 434-445ம் பக்கங்களையும் பார்க்க).—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

என்றும், மேலும் புரதப் பொருளின் இரசாயனவியலுக்கு உயிரியல் என்றும் நான் பெயர் சூட்டினால் அதன்மூலம் நான் இந்த விஞ்ஞானங்களின் ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றாக மாறுவதையும், இவ்விரண்டினிடையே தொடர்பு, தொடர்ச்சி இரண்டையும், வேறுபாடு, தனிவேறான வித்தியாசம் ஆகிய இரண்டையுமே வெளிப்படுத்திக்கூற விரும்புகிறேன். மேலே சென்று இரசாயனவியலையும் அதேபோல் இயந்திரவியலின் ஒருவகை என விளக்கப்படுத்துவதெனில் அது அனுமதிக்க முடியாதது என்று எனக்குப் படுகிறது. இயந்திரவியல் — பரந்த அல்லது குறுகிய அர்த்தத்தில்—அளவுநிலைகளை மட்டுமே அறிந்துள்ளது; அது நேர்வேகங்கள், கட்டிகள், அதிகமாகப் போனால் கன அளவுகள் இவற்றைக் கொண்டு கணக்கிடுகிறது. பண்டங்களின் பண்புகள் குறுக்கிடும் இடத்தில்—நீர் நிலையியல் வாயு நிலையியல் ஆகியவற்றைப்போல —அது கூட்டணுக்களின் நிலைகளுக்குள்ளும் கூட்டணு இயக்கங்களுக்குள்ளும் செல்லாமல் எதையும் சாதிக்க இயலாது; அதுதானே ஒரு துணை விஞ்ஞானமாக, பௌதிகவியலின் முற்படியாக மட்டும் இருக்கிறது. ஆயினும், பௌதிகவியலில், இன்னும் அதிகமாக இரசாயனவியலில் அளவு நிலை மாறுபாட்டின் பின்விளைவாகத் தொடர்ந்தாற் போன்ற பண்பு நிலை மாறுபாடு, அளவு நிலை பண்பு நிலையாக நிலை மாறுதல் அடைவது நிகழ்கிறது என்பது மட்டுமல்ல, அளவுநிலை மாறுபாட்டின் மீது சார்புள்ளதாக நிரூபிக்கப்படாத அனேக பண்பு நிலை மாறுபாடுகளையும் கூடக் கணக்கிலெடுக்க வேண்டியுள்ளது. விஞ்ஞானத்தின் தற்போதைய போக்கியல்பு இந்தத் திசையில் தான் உள்ளது என்பதை உடனே ஒப்புக்கொள்ளலாம்; ஆனால் அதனால் இந்தத் திசைதான் தனிவிலக்காகச் சரியானது என்றும் இந்தப் போக்கியல்பைப் பின்பற்றிச் செல்வதினால் பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் இவற்றை முழுமையாக ஆய்ந்து தீர்த்துவிட்டது என்றும் நிரூபித்ததாக ஆகாது. இயக்கம் என்பதனைத்தும் யாந்திரீக இயக்கத்தை, வஸ்துவின் ஆகப் பெரிய அல்லது ஆகச் சிறிய கூறுகளின் இடமாற்றத்தை உள்ளடக்கியதே; விஞ்ஞானத்தின் முதற் கடமை — முதலாவது மட்டுமே — இந்த இயக்கத்தைப்

பற்றிய ஞானத்தைப் பெறுவதே. ஆனால் இந்த யாந்திரீக இயக்கம், இயக்கம் முழுவதையும் ஆய்ந்து தீர்ப்பதாக இல்லை. இயக்கம் என்பது கேவலம் இடப்பெயர்ச்சி மட்டுமல்ல; இயந்திரவியலைவிட உயர்துறைகளில் அது பண்பு நிலை மாறுபாடாகவும் உள்ளது. வெப்பம் என்பது மூலக்கூறு இயக்கம் என்ற கண்டுபிடிப்பு சகாப்தகரமானதாகும். வெப்பம் என்பது மூலக்கூறுகளின் ஒருவித இடப்பெயர்ச்சி என்பதைவிட அதிகமாக அதைப் பற்றிக் கூற என்னால் இயலவில்லை யெனில் நான் மௌனமாக இருந்துவிடுவதே சாலச்சிறப்புடையதாகும். அணு கன அளவுகள், அணு எடைகளின்பால் கொள்கிற விகிதத்திலிருந்து மூலகங்களின் அனேக இரசாயன, பௌதிகவியல் ரீதியான பண்புகளை விளக்கும் பாதையில் இரசாயனவியல் நன்கு முன்னேறியுள்ளதாகவே தெரிகிறது. ஆனால், லோத்தர் மேயர் வளைவுக்கோட்டில்²⁰⁸ ஒரு மூலகம் பெற்றுள்ள ஸ்தானத்திலிருந்து அதனுடைய பண்புகளனைத்தும் சம்பூரணமாக வெளிப்படுகின்றன என்றும், இதனால்மட்டும், எடுத்துக்காட்டாக, அங்கக வாழ்வின் சாராம்சமான சுமைதாங்கியாக அமைந்துள்ள கார்பனின் அலாதிமான உள்ளாக்கத்தையோ அல்லது மூளையில் பாஸ் பரஸுக்கு உள்ள அவசியத்தையோ விளக்குவது எப்போதாவது சாத்தியப்படும் என்றும் எந்த இரசாயனவியல்வாதியும் அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாது. ஆயினும் கூட “யாந்திரீக” கருத்தோட்டம் என்பது இதுவேயன்றி வேறொன்றுமல்ல. அது இடப்பெயர்ச்சியிலிருந்து எல்லா மாற்றத்தையும் அளவு நிலை வித்தியாசங்களிலிருந்து பண்பு நிலை வேறுபாடுகளைத்தையும் விளக்குகிறது; பண்பு நிலைக்கும் அளவு நிலைக்கும் உள்ள சம்பந்தம் சரி எதிரீடானது என்பதை, அளவு நிலை பண்பு நிலையாக மாறுவதற்குச் சமதையாகவே பண்பு நிலையும் அளவு நிலையாக நிலைமாறுதல் பெற முடியும் என்பதை, யதார்த்தத்தில் பரஸ்பரச் செயற்பாடு நிகழ்கிறது என்பதை, அது காணத் தவறுகிறது. பண்பு நிலையான எல்லா வேறுபாடுகளையும் மாற்றங்களையும் அளவு நிலையான வேறுபாடுகளாகவும் மாற்றங்களாகவும் தாழ்த்திவிடுவதெனில், யாந்திரீகமான இடப் பெயர்ச்சியாகத் தாழ்த்திவிடு

வதெனில், அப்பொழுது நாம் வஸ்து என்பதனைத்தும் முற்றொருமையான ஆகச் சிறிய துகள்களைக் கொண்டது என்ற, வஸ்துவினுடைய இரசாயன மூலகங்களிடையே உள்ள எல்லாப் பண்பு நிலையான வேறுபாடுகளும் அளவு நிலையின், எண்ணிக்கையில் உள்ள வேறுபாடுகளாலும், அணுக்களாக அமைவதற்கு அந்த ஆகச் சிறிய துகள்கள் இடவெளிர்தியில் திரள்களாக ஒன்றுகூட்டப்படுவதாலும் நிகழ்வன என்ற உத்தேசக் கருத்திற்குத் தவிர்க்க முடியாத வாறு வந்து சேருகிறோம். ஆனால் நாம் இன்னும் கூட அவ்வளவு தூரத்தை எட்டிவிடவில்லை.

தற்போது ஜெர்மானியப் பல்கலைக்கழகங்களில் ஆர்ப்பரித்து வருகிறதைப் போன்ற இடைத்தரமான, கொச்சையான தத்துவவியலைத் தவிர வேறு எந்தத் தத்துவவியலுடனும் நமது நவீன இயற்கை விஞ்ஞானிகளுக்குப் பரிச்சயமில்லாத நிலையே அவர்களை “யாந்திரீக” போன்ற சொல்லுருக்களை இம்மாதிரியாகப் பயன்படுத்தச் செய்கிறது; இதனால் அவர்கள் கட்டாயமாகச் சுமக்க வேண்டி நேரிடுகிற பின்விளைவுகளைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்வதில்லை அல்லது அவற்றைக் குறித்து ஐயமும் கூடப் படுவதில்லை. வஸ்துவினுடைய சம்பூரண பண்பு நிலை முற்றொருமைத் தத்துவத்திற்கு ஆதரவாளர்கள் உண்டு — அனுபவவாதரீதியில் அதை நிரூபணம் செய்வதோ அல்லது மறுதளிப்பதோ இரண்டும் சமதையாகவே சாத்தியமில்லை. ஒவ்வொன்றையும் “யாந்திரீகமாகவே” விளக்க விரும்புகிற இந்த நபர்களை இந்தப் பின்விளைவை அவர்கள் உணர்ந்திருக்கிறார்களா, வஸ்துவின் முற்றொருமையை ஏற்றுக்கொள்கிறார்களா என்று ஒருவன் கேட்டால் எத்தனைப் பல்வகையான விடைகள் கிடைக்கும்!

இதைப் பற்றிய மிகவும் ஹாஸ்யமான பகுதி என்ன வெனில் “பொருள்முதல்வாத”த்தை “யாந்திரீக”த்திற்குச் சரி இணையாக்குவது என்பது ஹெகலிடமிருந்தே பெறப்பட்டது; அவர் “யாந்திரீக”த்தைப் பொருள்முதல்வாதத்துடன் கூட்டிப் பின்சொன்னதை அருவிரூப்புகளுள்ளாக்க விரும்பினார். ஆயினும், ஹெகல் விமர்சித்த பொருள்முதல்வாதம் — 18வது நூற்றாண்டின் பிரெஞ்சு பொருள்முதல்வாதம் —

உள்ளபடியாகவே தனிவிலக்காக யாந்திரீகமாக இருந்தது; அதற்கு உண்மையிலேயே ஒரு பொருத்தமான காரணமும் உண்டு; அந்தக் காலத்தில் பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், உயிரியல் ஆகியன இன்னும் குழந்தைப் பருவத்திலேயே இருந்தன; மேலும் இயற்கையைப்பற்றி ஒரு பொதுவான கண்ணோட்டத்திற்கு ஓர் அடிப்பையை அளிப்பதிவிருந்து அவை வெகு தொலைவில் இருந்தன. இதையொத்த விதத்தில் ஹெக்கல் ஹெகலிடமிருந்து *causae efficientes* = “யாந்திரீக ரீதியல் செயற்படும் காரணங்கள்”, *causae finales* = “நோக்கங்கொண்டு செயற்படும் காரணங்கள்” என்பனவற்றின் மொழிபெயர்ப்பை எடுத்துக்கொள்கிறார். எனவே, ஹெகல் இதில் “யாந்திரீக” என்பதைக் கண்ணை மூடிக்கொண்டு செயற்படுகிறது, நனவின்றிச் செயற்படுகிறது என்பதற்குச் சரி இணையாக உபயோகிக்கிறாரேயன்றி யாந்திரீக என்பதற்கு ஹெக்கல் அளிக்கும் பொருளுக்குச் சரி இணையாக அவர் வைப்பதில்லை. ஆனால் ஹெகலுக்கே இந்த எதிர் ஆய்வுரையைப் பொறுத்தவரை தமது “தர்க்கவியல்” என்ற நூலில் காரணங்களின் தொகுப்பு பற்றிய இரண்டு விரிவுரைகள் ஏதொன்றிலும் அதைப்பற்றிச் சொல்லாமலும் கூட விட்டுப் போகிற அளவுக்கு அது ஒரு ஒதுக்கப்பட்ட விஷயமேயாகும் — அவருடைய “தத்துவவியல் வரலாறு” என்ற நூலில் வரலாற்றுரீதியாக வருமிடத்தில் (நுனிப்புல் மேயும் போக்கால் இதை முற்றிலும் ஹெக்கல் தவறாகப் புரிந்தார்!) காரண காரியவாதத்தைப் பற்றிச் சொல்லுமிடத்தில் (“Logik”, III, II, 3) மிகவும் இடைநிகழ்வாக யாந்திரீகவாதம், காரணகாரியவாதம் இவற்றின் எதிர் ஆய்வுரையாகப் பழைய இயக்கமறும்பியல் கருதியதின் உருவமே அது எனக் கூறுகிறார்; ஆனால் மற்றெல்லாவிதத்திலும் நீண்டகாலத்திற்கு முன்பே ஒதுக்கப்பட்ட விஷயமாகவே அவர் அதை நடத்துகிறார். எனவே, ஹெக்கல் தமது “யாந்திரீக”க் கருத்துப்பாங்கிற்கு ஓர் ஊர்ஜிதம் கிடைத்துவிட்டதாகத் தமது குதூகலத்தில் அதைத் தவறாக நகல் செய்து கொண்டார்; இதிலிருந்து ஒரு விலங்கில் அல்லது செடியில் இயற்கைத் தேர்வின் மூலமாகக் குறிப்பிட்டதொரு மாற்றம் உண்டாக்கப்பட்டதெனில் அது

ஒரு causa efficiens-ஆல் நிகழ்த்தப்பட்டது என்றும், அதே மாற்றம் செயற்கைத் தேர்வின் மூலமாக எழுந்தது எனில் அப்பொழுது அது causae finalis-ஆல் நிகழ்த்தப்பட்டது என்றும் ஓர் அழகான முடிவுக்கு வந்து சேர்ந்தார்! வளர்ப்பவர் ஒரு causa finalis! Causa efficiens, causa finalis என்பவற்றின் குறுகிய எதிர் ஆய்வுரையின் விஷவட்டத்திற்குள் ஹைகலைப்போன்ற உயர்ந்ததரமுள்ள இயக்க இயல்வாதி இயல்பாகவே சிக்கிக் கொள்ள முடியாது. மேலும், நவீன நிலைபாட்டைப் பொறுத்தவரை இந்த எதிர் ஆய்வுரையைப் பற்றிய பயனற்ற குப்பைக்கூளம் முழுவதற்கும் ஒரு முற்றுப்புள்ளியிடப்பட்டது; ஏனெனில், வஸ்துவும், அதன் நிலைநிற்புப் பாங்கான இயக்கமும் படைக்கப்பட முடியாதன என்றும், எனவே தங்களுடைய மூலமுழுக் காரணமாக அவையே இருக்கின்றன என்றும் நாம் நமது அனுபவத்திலிருந்தும், தத்துவத்திலிருந்தும் அறிகிறோம். பிரபஞ்சத்தினுடைய இயக்கத்தின் பரஸ்பரச் செயற்பாட்டில் தலரீதியாகவும் கணநேரத்திற்கும் தனிமைப்பட்டுப் போகிற அல்லது நமது சிந்திக்கும் உள்ளத்தால் தனிமைப்படுத்தப்படுகிற தனிப்பட்ட காரணங்களுக்குச் செயல்விளைவுள்ள காரணங்கள் என்ற பெயரைச் சூட்டினால் அது புதியதொரு நிர்ணயத்தை எவ்விதத்திலும் கூட்டுவதில்லை; அதற்குப் பதிலாகக் குழப்பத்திற்கானதொரு கூறுக மட்டுமே இருக்கும். செயல்விளைவு இல்லாததொரு காரணம் ஒரு காரணமேயல்ல.

குறிப்பு: வஸ்து என்பதானது சிந்தனையின் சுத்தமான தொரு படைப்பு, ஒரு சூக்குமமாகும். வஸ்து என்ற கருத்தின் கீழ் ஆகிருதிபூர்வமாக உள்ள பண்டங்களை நாம் ஒன்று சேர்க்கும்போது அவற்றிடையே உள்ள பண்பு நிலைரீதியான வேறுபாடுகளைக் கணக்கிலெடுப்பதில்லை. எனவே வஸ்து என்பதானது, திட்டமாக உள்தான பொருட் கூறுகளினின்றும் வேறுபட்ட வகையில், புலனறிவுக்குட்பட்டு இருப்பதல்ல. ஒரே மாதிரி சீரான வஸ்து என்பதானதைத் தேடுவதற்கு, முற்றொருமையான ஆகச் சிறிய துகள்களை இணைப்பதில் பண்பு நிலை வேறுபாடுகளைக் கேவலம் அளவு நிலை வேறுபாடுகளாகக் குறைப்பதற்கு இயற்கை விஞ்ஞானம் தனது முயற்சி

களைச் செலுத்தும்போது செர்ரிகள், பியர்கள் (pears), ஆப்பிள் கள் இவற்றிற்குப் பதிலாகப் பழம் என்பதாக ஒன்றை²⁰⁹, பூனைகள், நாய்கள், ஆடுகள் முதலானவற்றிற்குப் பதிலாகப் பாலூட்டி என்பதாக ஒன்றை, வாயுஎன்பதானதை, உலோகம், கல், இரசாயனக் கூட்டுகைப் பொருள் என்பதானவற்றை, இயக்கம் என்பதானதைப் பார்க்கக் கோருவதற்கு ஒப்பானதொன்றையே அது செய்கிறது. டார்வினின் தத்துவம் அப்படிப்பட்டதோர் ஆதிமுதலான பாலூட்டியை, ஹெக் கலின் ஆரம்பகாலப் பாலூட்டியை,²¹⁰ கோருகிறது; ஆனால் அதே சமயத்தில், இந்த ஆரம்பகாலப் பாலூட்டி தற்கால, எதிர்காலப் பாலூட்டிகள் அனைத்தையும் கரு உருவத்தில் தனக்குள் கொண்டிருக்கிறதெனில் இன்றைய பாலூட்டிகள் அனைத்தையும்விட அது உண்மையிலேயே தாழ்நிலையில்தான் இருக்கும் என்பதையும், அது பழம்பாணியானதாகவும் நயக்குறைவானதாகவும் இருக்கும் என்பதையும், எனவே அவற்றில் எதையும்விட அதிக இடைநிலைத்தன்மை உள்ளதாக இருக்கும் என்பதையும் ஒப்புக்கொண்டுதான் ஆகவேண்டும். ஏற்கனவே ஹெக் கல் எடுத்துக்காட்டியதைப்போல("Enzyklopädie", I, 199ம் பக்கம்) இந்தக் கண்ணோட்டம், இந்த 'ஒருதலைப் பட்சமான, கணிதவியல்ரீதியான கண்ணோட்டம்'—இதன் பிரகாரம் வஸ்துவை அளவு நிலை நிர்ணயத்தை மட்டுமே கொண்டதாகவும் பண்பு நிலைரீதியில் அது அசல் நிலையிலேயே முற்றொருமை கொண்டதாகவும் பார்க்க வேண்டும்—18ம் நூற்றாண்டின் பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதத்தினுடைய²¹¹ நிலைபாடன்றி 'வேறெதுவும் அல்ல'. அது, இன்னும் கூட, பிதகோரஸின் நிலைபாட்டுக்குப் பின்வாங்குதல் ஆகும்; ஏனெனில், அவர் எண்ணை, அளவு நிலையான நிர்ணயத்தைப் பண்டங்களின் சாராம்சமாகக் கொண்டிருந்தார்.

* * *

முதலாவதாக, கெக்கூலே.²¹² மேலும்: இப்பொழுது மேலும் மேலும் அவசியமாகிவருகிற, இயற்கை விஞ்ஞானத்தைத் திட்டப்படுத்துவதென்பதை இயல்நிகழ்ச்சிகளான

அவைகளின் பரஸ்பரத் தொடர்புகளின் வழியேயன்றி வேறெவ்வழியிலும் காண இயலாது. இவ்விதமாக, எந்த ஒரு வானக்கோளின்மீது சிறிய கட்டிகளின் யாந்திரீக இயக்கம் செயற்பட்டாலும் அது இரண்டு பண்டங்களின் தொடு நிலையாக முடிவடைகிறது; அது அளவில் மட்டுமே வேறுபடுகிற இரண்டு உருவங்களை, அதாவது உராய்வு, மோதல் என்பவைகளை, பெற்றுள்ளது. எனவே நாம் உராய்வு, மோதல் இவற்றின் யாந்திரீகச் செயல் விளைவை முதல்முதலாக ஆராய்கிறோம்: ஆனால் இதனால் மட்டும் அந்தச் செயல் விளைவு முழுவதும் ஆய்ந்து தீர்த்துவிடப்படுவதில்லை என்பதை நாம் காண்கிறோம்: வெப்பம், ஒளி, மின்சாரம் இவற்றை உராய்வு உற்பத்தி செய்கிறது; மின்சாரத்தைக்கூட அல்லாவிடினும் வெப்பத்தையும் ஒளியையும் மோதல் விளைவிக்கிறது—எனவே கட்டிகளின் இயக்கம் கூட்டணுக்களின் இயக்கமாக மாறுகிறது. கூட்டணுக்களின் இயக்கத்தினுடைய செயல் எல்லைக்குள், பௌதிகவியலுக்குள் நாம் பிரவேசித்து மேற்கொண்டு ஆராய்கிறோம். ஆனால் இங்கும் கூடக் கூட்டணு இயக்கம் ஆராய்ச்சியின் முடிவு அல்ல என்பதை நாம் காண்கிறோம். மின்சாரம் இரசாயன நிலை மாறுதலாக மாறுவதுடன், அதிலிருந்தும் எழுகிறது. வெப்பமும் ஒளியும் இதேவிதமாக. கூட்டணுக்களின் இயக்கம் அணுக்களின் இயக்கமாக—இரசாயனவியலாக—நிலைமாறுதல் பெறுகிறது. இரசாயன மாற்றப்போக்குகளை ஆராயும்போது, உயிர்ப்புள்ள உலகம் ஓர் ஆராய்ச்சித் துறையாக வந்து எதிர்முட்டுகிறது; அதாவது, உயிர்ப்பற்ற உலகத்தின் அதே நியதிகளில்படி ஆனால் வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் செயல்படுகிற, அதிலும் இரசாயன மாற்றப்போக்குகள் நிகழ்கிறதாக உள்ளதோர் உலகமாகும்; இதன் நியதிகளை விளக்க இரசாயனவியலே போதுமானதாகவும் உள்ளது. மற்றொரு புறத்தில், உயிர்ப்புள்ள உலகில் எல்லா இரசாயன ஆராய்ச்சிகளும் பின்னோக்கிக் கடைசிப் பட்சமாக ஒரு பண்டத்திற்கு—புரதப் பொருளுக்கு—இட்டுச் செல்கின்றன; இந்தப் புரதப் பொருள் சாதாரண இரசாயன மாற்றப் போக்குகளின் விளைபயனாக இருந்தபோதிலும் அது ஒரு சுயமாக இயங்குகிற, சாகுவத இரசாயன மாற்றப்

போக்காக உள்ளதின் காரணத்தால் மற்ற எல்லாவற்றிலிருந்தும் வேறுபட்டு நிற்கிறது. இரசாயனவியல் இந்தப் புரதப் பொருளை அது எழுந்த திட்டமான தனிவகைத் தன்மையான தொரு வடிவத்தில், அதாவது, புரோடோபிளாஸம் என்கிற வடிவத்தில்—ஒரு திட்டமான தனிவகைத் தன்மை அல்லது ஒருவிதத்தில் அப்படி அல்லாததாயினும் புரதப் பொருளின் இதர எல்லா வடிவங்களையும் (ஒரே ஒரு வகையான புரோடோபிளாஸம் மட்டுமே உள்ளது என ஊகித்துக்கொள்ள வேண்டிய அவசியமில்லாவிடினும்) ஒடுக்கநிலையில் தன்னுட்கொண்ட அப்படிப்பட்டதாக அதை—தயாரிப்பதில் வெற்றிகண்டால் அப்பொழுது யதார்த்தமாகவே இயக்க இயல் ரீதியான மாறுதலின் இடைநிலை நிருபணமானதாக ஆகும்; எனவே பூரணமாக நிருபணமாகிறது. அதுவரைக்கும் அது சிந்தனையைச் சார்ந்த, அனுமானத் தத்துவத்தைச் சார்ந்த தொரு விஷயமாகவே இருக்கும். இரசாயனவியல் புரதப் பொருளை உற்பத்தி செய்யும்பொழுது மேலேகூறிய யாந்திரீக மாற்றப்போக்கைப்போல இரசாயன மாற்றப்போக்கு தன்னையும் தாண்டி நிற்கும்; அதாவது அது இன்னும் விரிவான தொரு செயல் எல்லைக்குள், அங்கஜீவியின் செயல் எல்லைக்குள், பிரவேசித்து நிற்கும். மானுட உடலியல் என்பது உயிருள்ள உடலின் பௌதிகவியலாக, விசேஷமாக அதன் இரசாயன வியலாக உள்ளது; ஆனால் அதோடுகூடவே விசேஷமாக இரசாயனவியலாக இருப்பதும் முடிந்துவிடுகிறது: ஒருபுறம் அதன்பிரதேசம் குறுக்கப்பட்டதாகிறது; ஆனால் மறுபுறத்தில், அந்தப் பிரதேசத்திற்குள் அது ஓர் உயர் அடுக்கிற்குத் தூக்கப்படுகிறது.

[கணிதவியல்]

* * *

கணிதவியலின் மூதுண்மைகள் எனப்படுபவை அதனுடைய நெறியின் துவக்க நிலைக்குத் தேவையான மிகச் சில சிந்தனை நிர்ணயங்களேயாம். கணிதவியல் என்பது பரிமாணங்களின் விஞ்ஞானமாகும்; பரிமாணத்தைப்பற்றிய கருத்தே அதனுடைய நெறியின் துவக்க நிலையாக உள்ளது. அதைக் கணிதவியல் மிக உறுதிப்பாடின்றியே விளக்குகிறது; அதன்பிறகு அந்த விளக்கவுரையில் உள்ளடங்கியிராத, பரிமாணத்தின் இதர ஆரம்ப நிலையான நிர்ணயங்களை வெளிப்படை உண்மைகளாகப் புறம்பிலிருந்து சேர்த்துக்கொள்கிறது; இதனால் அவை நிரூபணமற்றவையாகத் தோன்றுகின்றன; இயல்பாகக்கூட அவை கணிதவியலரீதியாகவும் நிரூபிக்க முடியாதவையாகத் தோன்றுகின்றன. பரிமாணத்தைப் பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்தினால் இந்த மூதுண்மை நிர்ணயங்கள் எல்லாம் பரிமாணத்தின் அவசியமான நிர்ணயங்களாகவே வெளிப்படும். இந்த மூதுண்மைகளின் சுயதெளிவு என நமக்கு இவ்விதமாகத் தோன்றுபவை எல்லாம் மரபுவழியாகப் பெறப்பட்டவையாதலால் ஸ்பென்ஸர் கூறியதும் சரியே. அவை சுத்தமாக ஒன்றையே திரும்பத் திரும்பக் கூறுபவையாக இல்லாதவரை இயக்க இயலரீதியாக அவற்றை நிரூபிக்க இயலும்.

* * *

கணிதவியல். கணிதவியல் முழுவதின் ஆக்கக்கூறுகளான நான்குவகை எண் கணித செய்மானங்களிடையே (arithmetical operations) உள்ள வேறுபாட்டைவிட அதிக திடமான அடிப்

படையுள்ளதாகத் தோன்றுவது வேறொன்றுமில்லை. இருப்பினும், சமமாக உள்ள எண்களரீதியான பரிமாணங்களின் ஒரு திட்டமான எண்ணிக்கையின் பெருக்கல் என்பது சுருக்கப்பட்ட கூட்டல் எனவும், வகுத்தல் என்பது சுருக்கப்பட்ட கழித்தல் எனவும் துவக்கத்திலேயே காணலாம்; ஒரு வழக்கில்—வகுக்கும் எண் பின்னமாக இருந்தால்—வகுத்தல் என்பது தலைகீழாக்கப்பட்ட பின்னத்தால் பெருக்குவதின் மூலமும் கூட நிகழ்த்தப்படுகிறது. அல்ஜீப்ரா கணக்கீட்டில் இது இன்னும் மேலே கொண்டுசெல்லப்படுகிறது. ஒவ்வொரு கழித்தலையும் $(a-b)$ ஒரு கூட்டலாகவும் $(-b+a)$ கூட, ஒவ்வொரு வகுத்தலையும் $\frac{a}{b}$ ஒரு பெருக்

கலாகவும் $a \times \frac{1}{b}$ கூடப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தலாம். பரிமாணங்களின் அடுக்குகளைக் (powers) கொண்ட கணக்கீடுகளில் ஒருவன் இன்னும் மேலே போகலாம். கணக்கீட்டு வகைகளிடையே உள்ள எல்லா விறைத்துப்போன வேறுபாடுகளும் மறைந்துவிடுகின்றன; ஒவ்வொன்றையும் அதன் எதிரீட்டு வடிவத்தில் முன்வைக்க முடியும். ஓர் அடுக்கை மூலமாகவும் ($x^2 = \sqrt{x^4}$), ஒரு மூலத்தை ஓர் அடுக்காகவும் ($\sqrt{x} = x^{\frac{1}{2}}$) முன்வைக்க முடியும். ஓர் அடுக்கு அல்லது மூலத்தால் வகுக்கப்பெறுகிற ஒருமை அளவை பின்னக் கீழ் எண்ணின் ஓர் அடுக்காகவும் $\left(\frac{1}{\sqrt{x}} = x^{-\frac{1}{2}}; \frac{1}{x^3} = x^{-3}\right)$

முன்வைக்க முடியும். பரிமாணத்தின் அடுக்குகளுடைய பெருக்கல் அல்லது வகுத்தல், அவற்றின் அடுக்குக் குறிகளுடைய கூட்டல் அல்லது கழித்தலாக மாறுதல் பெறுகிறது. எந்த எண்ணும் மற்றெந்த ஓர் எண்ணினுடைய அடுக்காகக் கூட (லோகரிதம், $y = a^x$) கருதப்படவும் வெளியிடப்படவும் முடியும். ஒரு வடிவத்தை அதன் எதிரீட்டு வடிவமாக இவ்விதம் நிலைமாற்றம் செய்வது என்பது ஏதோ வேலையில்லாதவனின் அற்ப விளையாட்டு அல்ல; அது கணிதவியல் விஞ்ஞானத்தின் வலுமிக்க நெம்புகோல்களில் ஒன்றாகும்; அது இல்லாமல் இன்று அதைவிடக் கடினமான கணக்கீடு

களைப் போட முடியாது. எதிர்நிலையானதும் பின்னரீதியான துமான அடுக்குகளை மட்டும் கணிதவியலிலிருந்து ஒழித்து விட்டால் கூட ஒருவன் எவ்வளவு தூரம்தான் செல்ல முடியும்?

(— . — = + , — = + , $\sqrt{-1}$ முதலியன முன்னரே விளக்கப்பட வேண்டும்.)

டேக்கார்ட்டின் மாறும் பரிமாணமே கணிதவியலின் திரும்புமுனையாக இருந்தது. அத்துடன் இயக்கமும், அதிலிருந்து கணிதவியலில் இயக்க இயலும் அதைத் தொடர்ந்து உடனே கட்டாயமாகவே வகையீட்டு நுண்கணிதமும், தொகையீட்டு நுண்கணிதமும் வெளிவந்தன; இவை மேலும் உடன் முந்தியாகத் தொடர்ந்து வந்தன; இவை ஒட்டுமொத்தத்தில் நியூட்டன், லைப்னிட்ச் இவர்களால் முழுமையாக்கப்பட்டனவே ஒழிய இவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையல்ல.

* * *

அளவுநிலையும் பண்புநிலையும். நாமறிந்தவற்றிலேயே மிகத் தூய்மையான அளவுநிலை நிர்ணயம், எண். ஆனால் அது முட்ட நிரம்பிய பண்புநிலை வேறுபாடுகளைக் கொண்டிருக்கிறது. 1. ஹெகல், எண்ணும் ஒருமை அளவும், பெருக்கல், வகுத்தல், உயர் அடுக்கிற்குத் தூக்குதல், மூலங்களைக் கணித்தெடுத்தல். இதன் மூலமாக—ஹெகலால் இது காட்டப்படவில்லை—பண்புநிலை வேறுபாடுகள் முன்னமேயே வெளித்தோன்றுகின்றன: பகா எண்களும் (prime numbers) பெருக்கற்பலன்களும், சாதாரண மூலங்களும் அடுக்குகளும். 16 என்பது 16 ஒன்றுகளின் வெறும் கூட்டுப்பலன் மட்டுமல்ல, அது 4ன் வர்க்கமாகவும், 2ன் நான்காவது அடுக்காகவும் கூட இருக்கிறது. இன்னும் கூட. பகா எண்களை இதர எண்களுடன் பெருக்குவதினால் பெறப்படும் எண்களுக்குப் பகா எண்கள், திட்டமாக நிர்ணயிக்கப்பட்ட புதிய பண்புகளை அளிக்கின்றன; இரட்டைப்படை எண்கள் மட்டுமே 2ஆல் வகுக்கத்தக்கன; 4ன், 8ன் வழக்கிலும் அதை யொத்ததொரு நிர்ணயம் உள்ளது. 3ற்கு இலக்கங்களின் கூட்டுப்பலன் விதி இருக்கிறது; 9க்கும் 6க்கும் கூட அதேவிதமாகத்தான்; 6க்கு இரட்டைப்படை எண்ணுடன் சேர்ந்து அந்த விதி உண்டு;

7ற்கு ஒரு விசேஷ விதி உள்ளது. எண்களைக் கொண்டு செய்யப்படும் ரூயுத்திவித்தைகளுக்கு இதுவே அடிப்படை; இது தெரியாதவர்களுக்குப் புரிவதில்லை. எனவே எண் கணக்கியலில் சிந்தனை இல்லை என்று ஹெகல் கூறியது ("அளவுநிலை", 237ம் பக்கம்) சரியல்ல. இருப்பினும், "அளவீடு"²¹³ என்பதுடன் ஒப்புநோக்குக.

வரம்பற்ற பெரிது, வரம்பற்ற சிறிது எனக் கணிதவியல் பேசும்பொழுது இணைக்கமுடியாத பண்பு நிலைரீதியான ஓர் எதிரீட்டு வடிவத்தையும் கூட எடுத்துக்கொள்ளுகிற அத்தன்மையதான ஒரு பண்பு நிலை வித்தியாசத்தையும் அதில் புகுத்துகிறது: அவைகளிடையே உள்ள அளவுக்கிணங்கிய ஒவ்வொரு சம்பந்தமும் ஒவ்வொரு ஒப்புநோக்குதலும் அற்றுப்போகிற அளவுக்கு அத்துணை பிரம்மாண்ட வித்தியாசமுள்ளதாக, அளவுநிலைரீதியாக ஒரே அளவைக் கொண்டு அளக்கவியலாத அளவு நிலைகள் ஆகின்றன. உதாரணமாக ஒரு வட்டம் ஒரு நேர்கோடு இவற்றின் சாதாரணமான ஒரே அளவைக் கொண்டு அளவிடமுடியாத தன்மையும் கூட ஓர் இயக்க இயல்ரீதியான பண்பு நிலை வேறுபாடேயாம்; ஆனால் இங்கு* ஒத்த பரிமாணங்களின் அளவு நிலை வேறுபாடே பண்பு நிலை வேறுபாட்டை ஒரே அளவைக் கொண்டு அளவிட இயலாத நிலைக்கு உயர்த்துகிறது.

* * *

எண். தனிப்பட்ட எண், எண் அமைப்பாகிய அதிலேயே ஏற்கனவே பண்பு நிலையைப் பெற்று நிற்கிறது; உபயோகிக்கிற அமைப்பைப் பொறுத்து அதன் பண்பு நிலை உள்ளது. 1, 9 தடவை கூட்டப்பட்டதின் மொத்தம் 9 என்பது மட்டுமல்ல, அது 90, 99, 900, 000 முதலானவைகளின் அடிப்படையும் கூட. எண்களின் விதிகள் அனைத்தும், உபயோகிக்கப்படுகிற அமைப்பைப் பொறுத்தும், அதனால் நிர்ணயிக்கப்படும் நிற்கின்றன. ஈரெண் தொகுதி மூவெண் தொகுதி அமைப்பு

* அதாவது, வரம்பற்றதின் கணிதவியலில்.—(ப-ர்.)

களில் 2ஐ 2ஆல் பெருக்கினால் அது 4க்குச் சமமல்ல; ஆனால் அது = 100, அல்லது = 11. ஒற்றைப்படை எண்ணை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ள எல்லா அமைப்புகளிலும் ஒற்றைப்படை, இரட்டைப்படை எண்களிடையே உள்ள வேறுபாடு மறைந்துவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 5ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட அமைப்பில் $5 = 10, 10 = 20, 15 = 30$. அதேபோல இந்த அமைப்பில் 3 அல்லது 9ன் பெருக்கற் பலன்களின் சிற்றிலக்கங்களுடைய கூட்டுப்பலன் 3 என்பதும் ($6 = 11, 9 = 14$). எனவே, அடிப்படையாக உள்ள எண் தனது பண்பு நிலையை மட்டுமின்றி இதர எல்லா எண்களினுடைய பண்பு நிலையையும் நிர்ணயிக்கிறது.

எண்களின் அடுக்குகளை எடுத்துக்கொண்டால், விஷயம் இன்னும் மேலே செல்கிறது: எந்த ஓர் எண்ணினுடைய அடுக்காக வேறு எந்த ஓர் எண்ணையும் கூடக் கொள்ளமுடியும்— எவ்வளவு முழு எண்களும், பின்ன எண்களும் இருக்கின்றனவோ அத்தனை லோகரித அமைப்புகள் உள்ளன.

* * *

ஒன்று. அளவு நிலை ரீதியான ஒருமை அளவைவிட எளிய தோற்றம் கொண்டது வேறென்றும் இல்லை; ஆனால் அதற்கு ஒத்திசைவுள்ள பன்மை அளவுடன் தொடர்புபடுத்தியும், பன்மை அளவிலிருந்து அது எழும் பல்வகைப் பாங்குகளை அனுசரித்தும் நாம் விசாரிக்கத் தொடங்கியவுடன் அதை விடப் பன்படித்தன்மை கொண்டது வேறென்றுமில்லை என்பது புலனாகும். முதலாவதாக, நேர்நிலை, எதிர்நிலை எண் அமைப்புகள் எல்லாவற்றுக்கும் அடிப்படை எண்ணாக இருப்பது ஒன்று; இதர எல்லா எண்களும் ஒன்றை அத்துடன் தொடர்ந்தாற்போலக் கூட்டுவதினாலேயே எழுகின்றன.

ஒன்றினுடைய நேர்நிலை, எதிர்நிலை, பின்ன அடுக்குகள் எல்லாவற்றின் எண்ணுருவாக நிற்பதும் ஒன்றே: $1^2, \sqrt{1}, 1^{-2}$ ஆகியன எல்லாம் ஒன்றுக்குச் சமம்.

பின்ன மேல் எண்ணும் பின்னக் கீழ் எண்ணும் சமமாக இருக்கிற எல்லாப் பின்னங்களின் உள்ளடக்கமும் அதுவே.

பூச்சியத்தின் அடுக்கிற்கு உயர்த்தப்படுகிற ஒவ்வொரு எண்ணின் எண்ணுருவும் அதுவே; அத்துடன் கூடவே எல்லா அமைப்புகளிலும் அதனுடைய லோகரிதம் சமமாக இருக்கிற ஒரே எண் அதுவே; அதாவது = 0. இவ்விதம், லோகரிதங்களின் சாத்தியமாகிற அமைப்புகள் எல்லாவற்றையும் இருபாகங்களாகப் பிரிக்கிற அந்த எல்லையாக இருப்பது ஒன்றே: கணிப்பு மூலம் ஒன்றைவிடப் பெரியது என்றால், ஒன்றைவிட அதிகப்பட்ட இதர எல்லா எண்களின் லோகரிதங்களும் நேர்நிலையானவை, ஒன்றைவிடக் குறைந்தவை என்றால் எதிர்நிலையானவை; கணிப்பு மூலம் ஒன்றைவிடச் சிறிதானவை என்றால் பின் முன்னாவதே வழக்கு.

இதிலிருந்து, ஒவ்வொரு எண்ணும் ஒன்றுகளைக் கூட்டுவதினால் மட்டுமே ஆக்கப்படுவதால் தன்னுள் ஒருமை அளவைப் பெற்றிருக்கிறது என்றால் அதேபோல் ஒருமை அளவும் தன்னுள் இதர எல்லா எண்களையும் பெற்றதாக ஆகிறது. இது சாத்தியப்பாடு உடையது என்பதுமட்டுமல்ல, ஏனெனில் ஒன்றுகளை மட்டும் கொண்ட எந்த எண்ணையும் நாம் உண்டாக்க முடியும்; எனவே, யதார்த்தமானதுமாகும்; ஏனெனில், ஒவ்வொரு இதர எண்ணினுடைய திட்டமான தோர் அடுக்காகவும் ஒன்று உள்ளது. ஆனால் ஒரு மயிரிழை சலனமுமின்றித் தங்களுக்குப் பொருத்தமெனத் தோன்றுகிற இடங்களிலெல்லாம் $x^0 = 1$ என்பதையோ அல்லது அதைப் போலவே ஒன்றைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிற மேலெண்ணும் கீழெண்ணும் சமமாக உள்ள ஒரு பின்னத்தையோ தங்களது கணக்கீடுகளில் இடைச் செருகுகிற கணிதவியல்வாதுகள், இவ்விதம் ஒருமை யளவில் உள்ள பன்மையளவுத் தன்மையைக் கணிதவியல்ரீதியாக அநுட்டானப்படுத்தும் அதே பொழுதில் அவர்களிடத்தில் ஒருமையளவும் பன்மையளவும் பிரிக்க இயலாதன, அவை ஒன்றையொன்று ஊடுருவும் கருத்துகள் எனவும், பன்மையளவில் ஒருமையளவு எந்த அளவுக்கு உள்ளடங்கி இருக்கிறதோ அதற்குக் கிஞ்சிற்றும் குறைவின்றி ஒருமையளவில் பன்மையளவும் அடங்கியுள்ளது என்றும் பொதுப்படையாகச் சொன்னால் அவர்கள் முகஞ்சுளித்து ஏளனமாக இளிக்கின்றனர். சுத்தமான எண்களின் துறையை

விட்டு நாம் வெளிப்பட்டோமெனில் இதுவே உண்மை என்பது புலப்படும். பண்டங்களின் நேர்கோடுகள், பரப்புகள், கனபரிமாணங்கள் இவற்றை அளக்கும்பொழுது பொருத்தமான சீரின் விருப்பமான பரிமாணத்தை ஒருமையளவாகக் கொள்ளலாம் என்பதும், காலம், எடை, இயக்கம் முதலானவைகளை அளவிடவும் அம்முறையே செல்லத்தக்கது என்பதும் தெட்டென விளங்கும். ஜீவு அணுக்களை அளவிடும் பொழுது மில்லிமீட்டர்களும், மில்லிகிராம்களும் கூடப் பெரியன; விண்மீன் தூரங்களை அல்லது ஒளியின் நேர்வேகத்தை அளவிடும் பொழுது கிலோமீட்டர் என்பதும் கூட, கிரகங்களின் அல்லது சூரியமண்டலத்தின் கட்டிகளை அளப்பதில் கிலோகிராமைப் போலச் சவுகரியமற்ற மிகச் சிறிய அளவீடே. எனவே, முதல் தோற்றத்தில் மிக எளிதாகப் படுகிற ஒருமையளவு என்ற கருத்தில் எவ்வளவு பல்வகைத் தன்மையும், பன்மடங்குத் தன்மையும் உள்ளடங்கியுள்ளது என்பதைத் தெளிவாக இங்கே காணலாம்.

* * *

பூச்சியம்—அது எந்த ஒரு திட்டமான அளவுக்கும் நிலை மறுப்பாக இருப்பதால் அது உள்வளம் அற்றதொன்றல்ல. அதற்கு எதிர்மாறாக, பூச்சியத்திற்கு மிகத் திட்டமானதோர் உட்கிடக்கை உண்டு. எல்லா நேர்நிலை, எதிர்நிலைப் பரிமாணங்களிடையே உள்ள எல்லைக் கோடு என்ற முறையிலும், நேர்நிலையற்றதாகவும் எதிர்நிலையற்றதாகவும் இருக்கத்தக்க உண்மையான ஒரே ஒரு நடுநிலை எண் என்ற முறையிலும் அது ஒரு திட்டவட்டமான எண் என்பதுமட்டுமின்றி அதனால் வரைசெய்யப்பட்டுள்ள இதர எல்லா எண்களையும் விடத் தனக்குத் தானே அதிக முக்கியத்துவம் உடையதுமாகும். உள்ளபடியாகவே, இதர எந்த எண்ணையும் விடப் பூச்சியத்தின் உட்கிடக்கை கூடுதலான வளமுடையது. இதர எந்த எண்ணின் வலப்புறத்தில் அதை இட்டாலும், நமது எண் அமைப்பின்படி அது அந்த எண்ணிற்குப் பத்து மடங்கு மதிப்பைக் கூட்டுகிறது. இங்கு ஒருவன் பூச்சியத்திற்குப் பதில் வேறு எந்த ஓர் அடையாளக் குறியையும் கையாள

லாம், ஆனால் ஒரே ஒரு நிபந்தனை: அந்த அடையாளக் குறி தன்னளவில் பூச்சியத்தைக் குறிக்க வேண்டும், அதாவது 0க்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும், என்பதே. இதிலிருந்து, இந்த அநுட்டானத்தை அது பெறுகிறது என்பதும், இம் முறையில் இதைமட்டுமே அநுட்டிக்க முடியும் என்பதும் பூச்சியத்தின் இயல்பினுடைய ஓர் அம்சமாகும். எந்த எண்ணுடன் பெருக்கப்பட்டாலும் பூச்சியம் அந்த எண்ணை அழித்து விடுகிறது; வகுக்கும் எண்ணாக அல்லது வகுக்கப்படும் எண்ணாக மற்றெந்த எண்ணுடன் அது சேர்ந்தாலும் முன்வழக்கில் அதை வரம்பற்ற பெரிதாகவும், பின்வழக்கில் வரம்பற்ற சிறிதாகவும் ஆக்குகிறது. ஒவ்வோர் எண்ணுடனும் வரம்பற்ற நிலையின் உறவில் நிற்கும் ஒரே எண் அதுவே. $\frac{0}{0}$ என்பது $-\infty$ க்கும் $+\infty$ க்கும் இடையே உள்ள ஒவ்வோர் எண்ணையும் தோற்றப்படுத்த முடியும்; ஒவ்வொரு வழக்கிலும் ஒரு யதார்த்தமான பரிமாணத்தையே அது பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறது.

ஒரு சமன்பாட்டின் யதார்த்தமான உட்கிடக்கையானது அதன் உறுப்புகள் யாவும் ஒரு பக்கமாகக் கொண்டு வரப்படும்பொழுது முதன்முதலாகத் தெளிவாக வெளிப்படுகிறது; இவ்விதம் அந்தச் சமன்பாடு, ஏற்கனவே இருபடிச் சமன்பாடுகளுக்கு (quadratic equations) நிகழ்ந்ததைப் போலவும், உயர்நிலை அல்லிப்ராவில் ஏறக்குறையப் பொது விதியாக உள்ளதைப்போலவும் பூச்சியத்தின் மதிப்பிற்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. சார்புப் பரிமாணம் $F(x, y)=0$ என்பதை Z க்குச் சமமாகவும் வைக்கலாம்; இந்த Z , அது 0க்குச் சமமாக இருந்தாலும், அதை ஒரு சாதாரணச் சார்ந்த மாறியைப் (variable) போல வகைப்படுத்தவும், அதனுடைய ஒருசிறை நுண்வகைக்கெழுவை (partial derivative) நிர்ணயிக்கவும் இயலும்.

ஒவ்வோர் அளவின் வெறுமைத்தன்மையும் கூட அளவு நிலைரீதியாக நிர்ணயிக்கப்படுகிறது; அவ்வகையிலேயே பூச்சியத்தைக் கொண்டு கணக்கிடுவது சாத்தியமாகிறது. இம்மாதிரியாக, அதாவது, அதை ஒரு திட்டமான அளவுத் தன்மையுள்ள ஒரு கருத்தாகக் கையாள்வதும், இதர அளவுத் தன்

மையுள்ள கருத்துகளுடன் அதை அளவுத்தன்மைரீதியான உறவில் வைப்பது என்பதாகப் பூச்சியத்தை இவ்விதம் சற்றும் தயக்கமின்றிக் கணக்கிடத் தவறாத அதே கணிதவியல் வாதிகள் அது ஹெகலின் நூலில் எந்த ஏதோ ஒன்றினுடைய இன்மை நிர்ணயிக்கப்பட்டதோர் இன்மையே* எனப் பொது மையாக்கப்பட்டிருப்பதைப் படிக்கும்பொழுது போக்கற்ற நிலையின் உச்சியில் நின்று தலைமயிரைப் பிய்த்துக்கொள்ளுகிறார்கள்.

இனி (பகுப்புமுறை) ஜியோமிதியைப் பார்ப்போம். இங்கு பூச்சியம் என்பது ஒரு திட்டமான புள்ளி; இதிலிருந்து ஒரு நேர்கோட்டின் வழியாக ஒரு திசையில் நேர்நிலைரீதியாகவும், மற்றொரு திசையில் எதிர்நிலைரீதியாகவும் அளவீடுகள் செய்யப்படுகின்றன. இங்கு, இந்தப் பூச்சியப் புள்ளிக்கு, ஒரு நேர்நிலை அல்லது எதிர்நிலைப் பரிமாணம் குறிக்கிற வேறு எந்தப் புள்ளிக்கும் சமமான முக்கியத்துவம் உள்ளது என்பது மட்டுமல்ல, அவைகள் எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் இன்னும் அதிகமான முக்கியத்துவம் உண்டு: அவைகள் அனைத்தும் சார்ந்து நிற்கிற, அவைகள் எல்லாம் உறவுபூண்டுள்ள, அவைகள் எல்லாவற்றையும் வரையறுக்கிற புள்ளியே அந்த பூச்சியப் புள்ளி. அனேக வழக்குகளில் அதை யதேச்சையாகவும் வைத்துக்கொள்ளலாம். ஆனால் ஒரு தடவை அவ்வாறு கொள்ளப்பட்ட பிறகு அந்தச் செய்மானம் முழுவதின் மையப் புள்ளியாக அது தங்கிவிடுகிறது; பல சமயங்களில் இதர புள்ளிகள்—கிடை அச்ச தூரங்களின் (abscissae) முனைத் தானங்கள்—செருகப்படுகிற அந்தக் கோட்டின் திசையையும் கூட அது நிர்ணயிக்கிறது. உதாரணமாக, வட்டத்தின் சமன் பாட்டை நாம் பெற வேண்டுமெனில் வட்டத்தினுடைய சுற்றுக்கோட்டில் ஏதோ ஒரு புள்ளியை நாம் பூச்சியப் புள்ளியாகத் தேர்ந்தெடுக்கிறோம்; பிறகு கிடை அச்ச தூரங்களின் கோடு வட்டத்தின் மையம் வழியாகச் செல்ல வேண்டும். இவையனைத்தும் இயந்திரவியலிலும் அநுட்டானம் பெறுகின்றன; இதிலும் அதேபோல இயக்கங்களைக் கணக்கிடும்

* இந்த நூலின் 362ம் பக்கத்தைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

பொழுது பூச்சியப் புள்ளியாகக் கொள்ளப்பட்ட புள்ளியே ஒவ்வொரு வழக்கிலும் அந்தச் செய்மானம் முழுவதற்கும் மையப் புள்ளியாகவும் இயங்குதானமாகவும் விளங்குகிறது. வெப்பமானியின் பூச்சியப் புள்ளி வெப்பநிலைப் பகுதியின் மிகத் திட்டமான கீழ்நிலையை வரை செய்கிறது; இந்தப் பகுதி விருப்பத்திற்குத் தக்கவாறு டிகிரிகளாகவும் கூட வகுக்கப்பட்டுள்ளது; அதன்மூலம் அந்தப் பகுதிக்குள் வெப்ப நிலையின் வெவ்வேறு கட்டங்களை மட்டுமின்றி அதைவிட உயர்ந்த அல்லது தாழ்ந்த வெப்ப நிலைகளையும் கூட அளவீடு செய்யத் துணைபுரிகிறது. எனவே இவ்வழக்கிலும் கூட அது ஒரு மிக சாராம்சமான புள்ளியாகவே இருக்கிறது. வெப்பமானியின் அதீத பூச்சியமும் (absolute zero) கூடச் சுத்தமான வெறுமையான இன்மை நிலையைக் குறிப்பதில்லை; ஆனால் அது வஸ்துவின் மிகத் திட்டமானதொரு நிலையாகும்; அதாவது, கூட்டணுக்களின் சுயேச்சையான இயக்கத்தின் கடைசிச் சொச்சமும் மறைந்து வஸ்து ஒரு கட்டியாக மட்டுமே செயற்படத்து வங்குவதின் எல்லைக் கோடாகும் அது. பூச்சியத்தை நாம் சந்திக்கும் இடத்திலெல்லாம் அது திட்டவட்டமான தொன்றையே குறிக்கிறது; ஜியோமிதி, இயந்திரவியல் முதலானவற்றில் அதனுடைய நடைமுறைரீதியான அநுட்டானம், அதனால் வரைசெய்யப்படுகிற யதார்த்தமான எல்லாப் பரிமாணங்களைவிட—ஓர் எல்லைக் கோடாக—அதிக முக்கியத்துவம் உடையது என்பதை நிரூபிக்கிறது.

* * *

பூச்சியத்தின் அடுக்குகள். லாகரிதத் தொடர்களில் முக்கியத்துவம் உடையன: $10^0, 10^1, 10^2, 10^3$. எல்லா மாறிகளும் எங்கோ ஓரிடத்தில் ஒருமையளவின் ஊடே புகுந்து செல்கின்றன; இதிலிருந்து ஒரு மாறும் அடுக்காக உயர்த்தப்பட்ட நிலை எண்ணும் (constant) அதே விதமாகச் செய்கிறது, $x = 0$ என்றால் $(a^x) = 1$. 2ன் அடுக்குகளின் தொடர்வரிசைகளில் உள்ள இதர உறுப்புகளுடன் தொடர்புபடுத்தி ஒருமையளவைப் பார்ப்பது என்பதற்கு மேல் $a^0 = 1$ என்பதற்கு வேறு

பொருள் இல்லை; இங்கு மட்டுமே அதற்குப் பொருள் உண்டு; குறிப்பிட்ட விளைபலன்களுக்கும் $(\sum x^0 = \frac{x}{0})^{214}$ அது இட்டுச் செல்கிறது; இதன்றி வேறுவிதமாகச் சாத்தியமில்லை. இதிலிருந்து கீழ்கண்டது தொடர்கிறது: ஒருமையளவு என்பது தன்னுடன் என்னதான் முற்றொருமை உள்ளதாகத் தோற்றம் அளித்தாலும் அது தனக்குள் வரம்பற்ற பன்மடித்தன்மையைப் பெற்றுள்ளது; ஏனெனில், சாத்தியப்படுகிற இதர எந்த எண்ணினுடைய பூச்சிய அடுக்காகவும் அது இருக்க முடியும்; ஒரு மாற்றப்போக்குடன் தொடர்புபடுத்தி அந்த மாற்றப்போக்கின் மாறிவரும் (ஒரு வினாடிநேரப் பரிமாணமாக, அல்லது ஒரு மாறியின் வடிவமாக) பலன்களில் ஒன்றாக, வரையறுக்கப்பட்ட ஒருமையளவாக, ஒருமையளவு கருதப்படும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் இந்தப் பன்மடித்தன்மைவெறும் கற்பனையல்ல என்பது மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது.

* * *

V-1. அல்ஜிப்ராவின் எதிர்நிலைப் பரிமாணங்கள் என்பன அவை நேர்நிலைப் பரிமாணங்களுடன் தொடர்புபடும் அளவுக்கே, அவைகளுடன் கொள்ளும் உறவு வட்டத்திற்குள் மட்டுமே உண்மையானவை; இந்த உறவுக்கு வெளியே, அவைகளைத் தம்மளவில் மட்டும் எடுத்துக்கொண்டால், அவை வெறும் சுத்தமான கற்பனையே. திரிகோணமிதி, பகுப்பு முறை ஜியோமிதி இவற்றிலும், இவை அடிப்படையாக உள்ள உயர்நிலை கணிதவியலின் பிரிவுகளிலும் அடங்கலாக எதிர்நிலைப் பரிமாணங்கள் என்பன இயக்கத்தின் ஒரு திட்டமான திசையை, நேர்நிலைத் திசைக்கு எதிரீடான திசையை, குறிக்கின்றன. ஆனால் ஒரு வட்டத்தின் நெடுக்கையையும் (sine) தொடுவரையையும் (tangent) கீழே வலதுபுற கால் வட்டத்திலிருந்து கணிப்பதைப்போலவே மேலே வலதுபுற கால்வட்டத்திலிருந்தும் கணிக்கலாம்; இவ்விதம் நேரடியாக கூட்டல் நிலை, கழித்தல் நிலை இவைகளைப் பின்முன்னாக்கலாம். இதைப் போலவே, பகுப்பு முறை ஜியோமிதியிலும், வட்டச்சுற்றுக் கோட்டிலிருந்து அல்லது வட்டத்தின் மையத்திலிருந்து கிடை அச்சுத் தூரங்களைக் கணக்கிட முடியும், உண்மையில், அவற்றை எல்லா வளைவரை

களிலும் வளைவரையிலிருந்து வழக்கமாகக் கழித்தல் நிலையாகக் குறிக்கப்படுகிற திசையை நோக்கி, [அல்லது] எந்த விருப்பமுள்ள திசையையும் நோக்கிக் கணிக்கலாம்; அப்படிச் செய்தும் வளைவரையில் மிகச் சரியான அளவுக் கிணங்கிய சமன்பாட்டைப் பெற முடியும். இங்கு கூட்டல் நிலை என்பது கழித்தல் நிலையின் நிரப்புக் கூறுகளும், பின்முன்னாகவும் நிற்கிறது. ஆனால் அல்ஜிப்ராவின் சூக்குமம் இவற்றை [எதிர்நிலைப் பரிமாணங்களை] இன்னும் பெரிய நேர்நிலைப் பரிமாணத்தின் உறவுக்கு வெளியேகூட உண்மையான, சுயேச்சையான பரிமாணங்களாகவே நடத்துகிறது.

* * *

கணிதவியல். ஒரு திட்டமான பரிமாணத்தை, உதாரணமாக, ஈருறுப்புக் கோவையை, ஒரு வரம்பற்ற தொடர்வரிசையாக, அதாவது திட்டமான தன்மையற்றதொன்றாகத் தீர்வு செய்வதென்பது சாதாரண அறிவுக்குப் பொருள் அற்றதாகவே தோன்றும். ஆனால், வரம்பற்ற தொடர்வரிசையும், ஈருறுப்புக் கோவையும் இல்லை யெனில் நாம் எங்கு இருப்போம்?

* * *

நீளத்தொடர்வரைகள் (asymptotes). நேர்கோடும் வளைவரையும் பரிபூரணமான எதிரீடுகள், நேர் என்பதை வளைவு என்பதின் மூலமாகவும், வளைவு என்பதை நேர் என்பதின் மூலமாகவும் பூரணமாகவே வெளிப்படுத்த முடியாது, இவ்விரண்டும் ஒரே அளவுக்கு உட்படாதவை என்ற கண்டுபிடிப்புடன் ஜியோமிதி தொடங்குகிறது. ஆயினும், வட்டத்தைக் கணக்கிடுவது என்பதும்கூட அதன்சுற்றுக் கோட்டை நேர்கோடுகளாக வெளிப்படுத்துவதின் மூலமே சாத்தியமாகிறது. நீளத்தொடர்வரைகள் உள்ள வளைவரைகள் விஷயத்தில் நேர் என்பது வளைவிலும், வளைவு என்பது நேரிலும் பூரணமாக ஐக்கியமாகிவிடுகின்றன; ஒரு போக்குக் கோடுகளைப் பற்றிய கருத்துப் பாங்கிற்கு ஒத்தது இது: கோடுகள் சம தூரத்தில் இல்லை, அவை ஒன்றையொன்று தொடர்ந்தாற் போல அணுகுகின்றன, ஆனால் சந்திப்பதே

இல்லை; வளைவரையின் புயம் மேலும் மேலும் நேராகிறது, ஆனால் பூரணமாக எப்போதுமே அப்படியாவதில்லை; இது, பகுப்பு முறை ஜியோமிதியில் நேர்கோடு என்பது வரம்பற்ற மிகநுண்ணிய வளைவுள்ள முதல்ரக வளைவரையாகக் கருதப்படுவதற்குச் சமமாகும். லோகரித வளைவின் x எவ்வளவு தான் பெரிதானாலும் y என்பது 0க்குச் சமமாக இயலாது.

* * *

வகையீட்டு நுண்கணிதத்தில் நேர் என்பதும் வளைவு என்பதும் கடைசிபட்சத்தில் சமமாக வைக்கப்படுகின்றன: (தொடுவரை முறையில்) வட்டவில்லின் வகையீடே முக்கோணத்தின் எதிர்சிறைப்பக்கமாக (hypotenuse) உள்ள வகையீட்டு முக்கோணத்தில் இந்த எதிர்சிறைப்பக்கத்தை

“ஒரே சமயத்தில் வட்டவில்லின் கூறுகளும் தொடுவரையின் கூறுகளும் உள்ள ஒரு சிறிய, ஏறக்குறைய நேர்கோடாக”க் கருதலாம்” —இதில் வளைவரையை வரம்பற்ற எண்ணிக்கையான நேர் கோடுகளைக் கொண்டதாகக் கருதினாலும் சரி, அல்லது அத்துடன் கூடவே, “ஒருவன் இதை நேரான வளைவரையாகக் கருதினாலும் சரி; ஒவ்வொரு M புள்ளியிலும் வளைவு மிக நுண்ணியதாக இருப்பதால் வளைவரையின் ஆக்கக் கூறுக்கும், தொடுவரையின் ஆக்கக் கூறுக்கும் உள்ள கடைசி விகிதம் ஒரு சமத்துவவிகிதம் என்பது தெளிவாகவே இருக்கிறது”.*

ஆகையால் இங்கு இந்த விகிதம் தொடர்ந்தாற்போல ஆனால் நீளத் தொடர்வரைதீயாக வளைவரையின் இயல்பை அனுசரித்து சமத்துவத்தை அணுகினாலும் கூட இந்தத் தொடுநிலை என்பது நீளமற்ற ஒரே ஒரு புள்ளி அளவுக்கே வரைசெய்யப்பட்டிருப்பதால் நேருக்கும், வளைவுக்குமிடையே சமத்துவம் பெறப்பட்டதாக இறுதியாகப் பாவிக்கப்படுகிறது (பொஸ்ஸு, “Calcul différentiel et intégral,” பாரிஸ், VIம் ஆண்டு, I, 149ம் பக்கம்).²¹⁵ துருவ வளைவரைகளில்²¹⁶ கற்பனையான வகையீட்டுக் கிடை அச்சக் கோடுகள் உண்மையான கிடை அச்சக் கோடுகளுக்கு ஒரு போக்காகக் கொள்ளப்பட்டு—இவை இரண்டும் துருவத்தில் சந்திக்கும்பொழுதும்

* கோடிட்டது எங்கெல்லம்.—(ப-ர்.)

கூட—அதை அடிப்படையாகக் கொண்டு செய்மானங்களும் செய்யப்படுகின்றன; உண்மையில், இரண்டு முக்கோணங்களின் ஒத்த தன்மை இதிலிருந்து உய்த்து எடுக்கப்படுகிறது; இதில் ஒன்று இரண்டு கோடுகளின் வெட்டுப்புள்ளியையே மிகச் சரியாகத் தனது கோணமாகக் கொண்டுள்ளது; ஒத்த தன்மைக்கு அந்தக் கோடுகளின் ஒரு போக்குத் தன்மையே அடிப்படையாக உள்ளது! (17ம் படம்.)²¹⁷

நேர் கோடுகள், வளைவரைகள் இவற்றின் கணிதவியல் ஏறக்குறையத் தீர்ந்துபோன பிறகு கணிதவியல் ஒரு புதிய, ஏறக்குறைய வரம்பற்ற துறையைத் திறந்துவிட்டுள்ளது; அது வளைவை நேராகவும் (வகையீட்டு முக்கோணம்), நேரை வளைவாகவும் (மிக நுண்ணியதான வளைவுத் தன்மையுள்ள முதல்ரக வளைவரை) பாவிக்கிறது. பாவம்! இயக்கமறுப்பியல்!

* * *

திரிகோணமிதி. முக்கோணத்தின் பண்புகள் என்று கருதப்படுவனவற்றைத் தொகுப்பு முறை ஜியோமிதி ஏறக்குறையத் தீர்த்துவிட்டபிறகு, சொல்லுவதற்குப் புதிதாக ஒன்றுமில்லை என்றாகிவிட்ட பிறகு, ஒரு மிக எளிய, முற்றிலும் இயக்க இயல்ரீதியான நடவடிக்கை மூலம் மிக விரிந்ததோர் அறிவெல்லை திறந்துவிடப்பட்டது. முக்கோணத்தை அதை அதற்காகமட்டும் ஆராய்வது என்பதின்றி, அதை மற்றோர் உருவரையான வட்டத்துடன் தொடர்புபடுத்துவது என ஆயிற்று. ஒவ்வொரு செங்கோண முக்கோணமும் ஒரு வட்டத்தைச் சார்ந்தது எனக் கருதலாம்: எதிர்சிறைப்பக்கம் r க்குச் சமம் என்றால் செங்கோணத்தின் பக்கங்கள் நெடுக்கை கிடக்கை ஆகின்றன; இதில் ஒரு பக்கம் r க்குச் சமம் என்றால் அப்போது மற்றொன்று தொடுவரைக்குச் சமம் என்றும், எதிர்சிறைப் பக்கம் வெட்டுக் கோட்டுக்குச் சமம் என்றும் ஆகிறது. இம்மாதிரியாக கோணங்கள், பக்கங்கள் ஆகியவற்றிற்கு முற்றிலும் வேறுபட்ட, திட்டமான உறவுநிலைகள் அளிக்கப்படுகின்றன; முக்கோணத்திற்கும் வட்டத்திற்கும் உள்ள உறவுநிலையின்றி முன்கூறியவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, பயன்படுத்தப்படுவது என்பது சாத்தியமாகியிராது; இதிலிருந்து முக்கோணத்தைப் பற்றிய புதியதொரு தத்துவம்

எழுமுகிறது; இது பழையதைவிடப் பெருமளவுக்கு மேம்பட்டதாகும், சர்வவியாபகமாக அனுட்டிக்கத் தக்கதுமாகும்; ஏனெனில் ஒவ்வொரு முக்கோணத்தையும் இரண்டு செங்கோண முக்கோணங்களாகத் தீர்வு செய்ய முடியும். தொகுப்பு முறை ஜியோமிதியிலிருந்து திரிகோணமிதி வளர்ந்து வந்ததானது, இயக்க இயல் வஸ்துக்களைத் தனிமையில் வைக்காமல் அவைகளின் பரஸ்பரத் தொடர்பில் அவைகளைப் புரிந்துகொள்கிற வகைக்கும், இயக்க இயலுக்கும் நல்லதோர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

* * *

முற்றொருமையும் வேறுபாடும் — வகையீட்டு நுண்கணிதத்தில் இயக்க இயல்ரீதியான தொடர்பு ஏற்கனவே காணப்படுகிறது; அதில் dx என்பது மிக நுண்ணிய அளவிற்குச் சிறியது, ஆனாலும் கூடப் பலனுடன் எல்லாவற்றையும் செய்கிறது.

* * *

கூட்டணுவும் வகையீடும். வீடெமான் (III, 636ம் பக்கம்)²¹⁸ வரம்புள்ள தூரங்களையும், கூட்டணுக்களின் தூரங்களையும் ஒன்றுக்கொன்று நேர் எதிரீடானவைகளாக வைக்கிறார்.

* * *

யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் (infinity) மூலமுன்மாதிரிகளைப்பற்றி²¹⁹

17-18 ம் பக்கங்களைப் பற்றி.*

சிந்தனை, இருத்தல் இவற்றின் ஒத்திசைவு.— கணிதவியலில் வரம்பற்ற நிலை

நமது அகநிலைரீதியான சிந்தனையும் புற நிலைரீதியான உலகமும் ஒரேவித நியதிகளின் ஆளுகைக்கு உட்பட்டுள்ளன என்ற, எனவே அத்துடன்கூடப் பகுப்பாய்வின் இறுதியாக அவை அவைகளுடைய விளைவுகளில் ஒன்றையொன்று முரண்

* “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1962, 55ம் பக்கம்.—(ப-ர்.)

படுத்த இயலாது, ஆனால் ஒன்றுக்கொன்று இயைந்து இருக்க வேண்டும் என்ற யதார்த்த உண்மை நமது தத்துவார்த்தச் சிந்தனை முழுவதையும் பரிபூரணமாக ஆளுகை செய்கிறது. அது தத்துவார்த்தச் சிந்தனைக்குத் தன்னுணர்வற்றதும், நிபந்தனையற்றதுமான மெய்க்கோளாகும். 18வது நூற்றாண்டின் பொருள்முதல்வாதம் அதனுடைய சாராம்சமான இயக்கமறுப்பியல் இயல்பின் காரணமாக இந்த மெய்க்கோளின் உட்கிடக்கையைப் பொறுத்தவரைமட்டுமே ஆராய்ந்தது. புலனுணர்வு ரீதியான அனுபவத்திலிருந்து மட்டுமே சிந்தனை, அறிவு ஆகியவற்றின் உட்கிடக்கை பெறப்பட வேண்டும் என்ற நிரூபணத்தின் அளவோடு அது தன்னைக் கட்டுப்படுத்திக்கொண்டது; அது “nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu” என்ற கோட்பாட்டிற்குப் புத்துயிரூட்டியது.²²⁰ நவீன கருத்துமுதல்வாதம் ஆனால் அதே சமயம் இயக்க இயல் ரீதியான தத்துவவியல், குறிப்பாக ஹெகலினுடையது, முதன் முதலாக அதன் வடிவத்தைப் பொறுத்தவரைகூட ஆராய்ந்தது. இங்கு நாம் எண்ணற்ற எல்லா யதேச்சையான வரையறுப்புகளையும் ஊகச் சித்திரங்களையும் சந்தித்த போதிலும்கூட, அதனுடைய விளைபயனின்—சிந்தனை, இருத்தல் இவற்றின் ஒற்றுமை—வடிவம் தலைகீழாகவும், கருத்துமுதல்வாதரீதியாகவும் இருந்தபோதிலும் கூட இந்தத் தத்துவவியல், சிந்தனையின் மாற்றப்போக்குகள் இயற்கை, சரித்திரம் இவற்றின் மாற்றப்போக்குகளுடன் ஒப்புமை பெற்றுள்ளன என்றும், பிறகு தலைமாறாகவும் உள்ளன என்றும் மிகப் பல்வகையான துறைகளில் எண்ணற்ற வழக்குகளில் இந்த மாற்றப்போக்குகள் அனைத்திற்கும் ஒப்புமையான நியதிகள் செல்லத்தக்கன என்றும் நிரூபித்தது என்பதை யாரும் மறுக்க இயலாது. மறு புறத்தில், அதனுடைய பழைய இயக்கமறுப்பியல் வரையறையையும் வரையறுப்புகளையும் உடைத்தெறியும் பாணியில் நவீன இயற்கை விஞ்ஞானம், அனுபவத்திலிருந்தே சிந்தனையின் உட்கிடக்கை முழுவதும் ஜனிக்கிறது என்ற கோட்பாட்டை விரிவுபடுத்தியது. அடையப்படுகிற பண்புகள் மரபுவழியாகப் பெறப்படுகின்றன என்ற கோட்பாட்டை அங்கீகரித்த

தின் மூலம் அது அனுபவம் என்ற விஷயத்தைத் தனிப்பட்ட-
திலிருந்து இனத் தொகுதிக்கு விரிவுபடுத்தியது; இதனால்
அனுபவம் பெற்ற ஒரே ஒரு தனித்த ஜீவன் என்பது இனி
மேற்கொண்டு தேவையில்லை, தனிப்பட்டதின் அனுபவத்திற்
குப் பதிலாக ஓரளவுக்கு அதனுடைய பல முன்னோர்களுடைய
அனுபவங்களின் பலன்கள் இடம் பெறலாம். எடுத்துக்காட்
டாக, நம்மிடையே ஒவ்வொரு 8வயது குழந்தைக்கும் அனுப
வத்திலிருந்து நிரூபணங்கள் தேவைப்படாமலேயே கணித
வியலின் மூதுண்மைகள் சுயதெளிவுடன் விளங்கும்
என்றால் அதற்குச் “சேமிக்கப்பட்ட மரபுவழி உடைமை”
என்பதின் விளைவு ஒன்றே காரணம். ஒரு நிரூபணத்தை
வைத்துக் கொண்டு ஒரு காட்டுவாசிக்கோ அல்லது ஆஸ்திரே
லிய நீக்ரோவுக்கோ அவற்றைப் போதிப்பது என்பது கடினம்.

இந்த நூலில்* இயக்கம் முழுவதின் மிகப் பொதுமை
யான நியதிகளைப் பற்றிய விஞ்ஞானமாகவே இயக்க இயல்
கருதப்படுகிறது. இயற்கை, மனித வரலாறு இவற்றின் இயக்
கத்திற்கு அதனுடைய நியதிகள் எந்த அளவுக்குச் செல்லத்
தக்கனவோ அதற்குச் சற்றும் குறையாமல் சிந்தனையின்
இயக்கத்திற்கும் அவை செல்லத்தக்கன என்பது இதில் உள்
ளடங்குகிறது. இயக்கமறுப்பியல் திண்ணை வேதாந்தி, நாம்
அறிய நேரிட்ட ஒரு நியதி அதே நியதிதான் என்பதை
உணராமலேயே இந்த மூன்று துறைகளில் இரண்டில், ஏன்
மூன்றிலும் கூட, அந்த நியதியை இனங்காண முடியும்.

ஒரு திருட்டாந்தத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். 17வது
நூற்றாண்டின் மறுபாதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நுண்ணளவு
கணிதத்தைப் (infinitesimal calculus) போல மனித சிந்தனை
யின் வெற்றிக்கு ஈடானது தத்துவார்த்த முன்னேற்றங்கள்
அனைத்திலும் வேறெதுவும் நிச்சயமாக இல்லை. மனித மதி
நுட்பத்தின் சுத்தமான தனிவிலக்கான அருஞ்செயல் எங்கா
வது உண்டெனில் அது இதுவே. நுண்ணளவு கணிதத்தில்

* அநாவது “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு” என்ற நூலில் (“ஓரிங்
குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1962, 194ம் பக்கம் பார்க்க).
—(ப-ர்.)

பயன்படுத்தப்படும் பரிமாணங்களை—பல்வகை அளவுகளில்
உபயோகிக்கப்படும் வகையீடுகள், வரம்பிலிகள் இவைகளை
—இன்றும் சூழ்ந்துள்ள மர்மமானது, இங்கு பயன்படுத்தப்
படுபவை மனித சிந்தனையின் “சுதந்திரமான படைப்புகள்,
கற்பனைகள்”* என்றும், புற உலகில் இவைகளுக்கு ஒத்திசை
வானவை ஒன்றும் இல்லை என்றும் இன்றும் கற்பிதம் செய்யப்
படுவதற்குச் சிறந்த நிரூபணமாகும். ஆயினும் இதற்கு
மறுதலையானதே உண்மை. இந்தக் கற்பிதப் பரிமாணங்கள்
அனைத்திற்கும் இயற்கை மூலமுன்மாதிரிகளை அளிக்கிறது.

நமது ஜியோமிதி இடவெளி உறவுகளைத் தனது துவக்க
மாகக் கொண்டுள்ளது; நமது எண் கணிதமும், அல்லிப்ரா
வும் எண் பரிமாணங்களைத் துவக்கமாகக் கொண்டுள்ளன;
இவை நமது பூவுலக நிலைமைகளுடன் ஒத்திசைவு பூண்டுள்
ளன; எனவே, இயந்திரவியல் கட்டிகள்—நமது பூமியின்மீது
உள்ளவையும் மனிதர்களால் அசைவுக்கு உட்படுத்தப்படு
பவையுமான கட்டிகள்—எனக் குறிக்கப்படுகின்ற பண்டங்க
ளின் பரும அளவுகளுடன் அவை ஒத்திசைவு கொண்டுள்ளன.
இந்தக் கட்டிகளுடன் ஒப்பிடும்போது பூமியின் கட்டி வரம்
பற்ற பிரம்மாண்டமானதாகும்; உண்மையில், பூவுலக இயந்
திரவியல் அதை வரம்பற்ற பிரம்மாண்டமானதாகவே
பாவிக்கிறது. பூமியின் ஆரம் ∞ க்குச் சமம்; இதுவே வீழ்ச்சி
யின் நியதியில் இயந்திரவியல் முழுவதின் அடிப்படை கோட்
பாடாக உள்ளது. ஆனால் தொலைநோக்கிக் கருவியின்மூலம்
கண்புலனாகிற நட்சத்திர மண்டலத்தில் தூரங்களை ஒளி
வருடங்களைக் கொண்டு நாம் கணக்கிடத் தொடங்கியதும்
பூமியும் சூரியமண்டலமும் அவற்றிடையே உள்ள தூரங்
களும் மிகவும் நுண்ணிய அளவுக்குச் சிறிதாகிவிடுகின்றன.
ஆகையால், முதல் ரகத்தைச் சேர்ந்தது மட்டுமின்றி இரண்
டாம் ரகமானதொரு வரம்பிலியையும்கூட இங்கு நாம் ஏற்
கனவே பெறுகிறோம்; வரம்பற்ற அண்டவெளியில் இன்னும்

* “ஓரிங்குக்கு மறுப்பு”, மாஸ்கோ, 1962, 57ம்
பக்கம். —(ப-ர்.)

உயர்வாக வரம்பிலிகளை உண்டாக்குவது என்பதை நமது வாசகர்களின் கற்பனைக்கே—அவர்கள் அதை விரும்பினால்—விட்டுவிடுகிறோம்.

பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் இவற்றில் தற்காலத்தில் மேலோங்கியுள்ள கருத்தின்படி, பூவுலகக் கட்டிகள், இயந்திரவியல் செயற்படுத்துகிற பண்டங்கள் என்பன கூட்டணுக்களால் ஆக்கப்பட்டவை; சம்பந்தப்பட்ட பண்டத்தின் பௌதிக, இரசாயனப் பண்புருவைச் சிதைக்காமல் அக்கூட்டணுக்களை இன்னும் சிறு துகள்களாகப் பிரிக்க முடியாது. வி. தாம்ஸன் அவர்களின் கணக்கீடுகளின்படி, இந்தக் கூட்டணுக்களில் ஆகச் சிறியதின் விட்டம் ஒரு மில்லிமீட்டரில் ஐந்து கோடியில் ஒரு பங்கிற்கும் சிறிதாயிருக்க முடியாது.²¹ இதில் ஆகப் பெரிய கூட்டணுவின் விட்டம் ஒரு மில்லிமீட்டரில் இரண்டரைக் கோடியில் ஒரு பங்காக இருக்கிறது என்று நாம் அனுமானித்துக்கொண்டாலும்கூட இயந்திரவியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் இவை செயற்படுத்துகிற மிகச் சிறிய கட்டியுடன் ஒப்பிடும்போது அது மிக வரம்பற்ற சிறிய பரிமாணமாகும். ஆனபோதிலும்கூட ஆய்வினாக்கள் கட்டிக்கே பிரத்தியேகமாக உள்ள பண்புகள் அனைத்தையும் அந்தக் கூட்டணு பெற்றும் பௌதிகவியல் ரீதியாகவும் இரசாயனவியல் ரீதியாகவும் அந்தக் கட்டியின் பிரதிநிதியாக அமைந்தும், எல்லா இரசாயனச் சமன்பாடுகளிலும் உண்மையில் அதைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தவே செய்கிறது. சுருக்கமாகப் பார்க்கும்படித்து, கணிதவியல் வகையீடு தனது மாறிகளின் சம்பந்தத்தில் என்ன பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதோ அதே பண்புகளை அது தனது ஒத்திசைவான கட்டியின் சம்பந்தத்தில் பெற்றுள்ளது. ஒரே ஒரு வித்தியாசம் என்ன வெனில் கணிதவியல் சூக்குமத்தில், வகையீட்டில் விவரிக்கத் தெரியாததாகவும், மர்மமானதாகவும் தெரிவது இங்கு இயல்பானதாகவும் தெளிவானதாகவும் தெரிகிறது.

தனது சூக்குமமான வகையீடுகளைக்கொண்டு எந்த நியதிகளின்படி கணிதவியல் செயற்படுகிறதோ அதே நியதிகளின் பிரகாரம் இந்த வகையீடுகளான கூட்டணுக்களைக் கொண்டு இயற்கையும் அதே முறையில் செயற்படுகிறது.

இவ்விதம், உதாரணமாக, $x^3 = 3x^2 dx$ ன் வகையீடு; இதில் $3x dx^2$ ம், dx^3 ம் புறக்கணிக்கப்படுகின்றன. இதை ஜியோமிதி வடிவத்தில் உருப்படுத்தினால், x நீளமுள்ள பக்கங்களைக் கொண்ட கனசதுரத்தைப் பெறுகிறோம்; இதில் அந்த நீளம் dx என்ற வரம்பற்ற சிறிய அளவுக்கு அதிகமாக்கப்படுகிறது. இப்போது இந்தக் கனசதுரம் பதங்கமானதொரு (sublimated) மூலகத்தை — கந்தகம் என்று வைத்துக்கொள்வோம்— கொண்டதாகவும், அதன் மூன்று பரப்புகள் ஒரு மூலையில் மூடிப்பாதுகாக்கப்பட்டதாகவும் இதர மூன்று பரப்புகள் திறந்து சுதந்திரமாக உள்ளதாகவும் பாவித்துக்கொள்வோம். இப்போது நாம் இந்தக் கந்தக கனசதுரத்தைக் கந்தக ஆவிக்குள் விட்டு, வெப்ப நிலையைப் போதுமான அளவுக்குத் தாழ்த்துவோம்; அந்தக் கனசதுரத்தின் மூன்று சுதந்திரமான பக்கங்களில் கந்தகம் படிவமாகும். இந்த மாற்றப்போக்கை அதன் சுத்தமான வடிவத்தில் சித்திரிக்க வேண்டுமெனில் முதலாவதாக ஒரே ஒரு கூட்டணுவின் கனத்திற்கு அந்த மூன்று பக்கங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் கந்தகம் படிவமாகும் என்று நாம் உத்தேசித்துக்கொண்டால் அது பௌதிகவியல், இரசாயன வியல் இவற்றின் சாதாரண நடைமுறைப் போக்கிற்கு உட்பட்டதேயாகும். கனசதுரப் பக்கங்களின் x நீளம் ஒரு கூட்டணுவின் விட்டமான dx அளவிற்கு அதிகமாகிறது. கனசதுரம் x^3 உட்கிடக்கையானது, x^3 க்கும், $x^3 + 3x^2 dx + 3x dx^2 + dx^3$ க்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசத்தின் அளவிற்கு அதிகமாகிறது; இதில், ஒரே ஒரு கூட்டணுவான dx^3 ம், $x + dx$ நீளமுள்ள மூன்று வரிசைகளான $3x dx^2$ ம்— நேர் கோட்டு ரீதியான சீரமைக்கப்பட்ட கூட்டணுக்களால் அமைந்த இதை—கணிதவியலில் புறக்கணிப்பதைப்போல அதே நியாயத்துடன் புறக்கணித்துவிடலாம். இதன் விளைபயன் ஒன்றே — கன சதுரத்தின் கட்டியில் ஏற்பட்டுள்ள அதிகம் $3x^2 dx$ என ஆகிறது.

கண்டிப்புடன் கூறுவதெனில் கந்தக கன சதுரத்தின் வழக்கில் dx^3 ம் $3x dx^2$ என்பதும் நிகழ்வதில்லை; ஏனெனில், இரண்டு அல்லது மூன்று கூட்டணுக்கள் ஒரே இடத்தை வியாபித்திருக்கவியலாது; ஆகையால் மிகச் சரியாகச் சொல்லுவ

தெனில் கன சதுரத்தின் ஆகிருதியில் ஏற்பட்டுள்ள அதிகம் $3x^2dx + 3xdx + dx$ என்பதேயாம். இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்—கணிதவியலில் dx என்பது ஒரு நேர்கோட்டுப் பரிமாணமாகும்; கனமோ அகலமோ அற்ற அப்படிப்பட்ட நேர்கோடுகள் சுயேச்சையாக இயற்கையில் நிகழ்வதில்லை என்பதும் அனைவரும் அறிந்ததே; சுத்தமான கணிதவியலில் மட்டுமே கணிதவியல் சூக்குமங்கள் தங்குதடையற்ற செலாவணி பெற்றுள்ளன என்பதும் அவ்விதமே. சுத்தமான கணிதவியல் $3xdx^2 + dx^3$ என்பதைப் புறக்கணிப்பதால் எவ்வித வேறுபாடும் நிகழ்வதில்லை.

இதைப்போலவே 'நீராவியாதலிலும். ஒரு கோப்பை தண்ணீரின்னுடைய கூட்டணுக்களின் உச்சப் படிவம் நீராவி யாகும்போது நீர்ப்படிவத்தின் உயரம் x என்பது dx அளவுக்குக் குறைகிறது; ஒரு கூட்டணுப் படிவத்திற்குப் பின் மற்றொரு படிவமாகத் தொடர்ந்து ஆவியாகச் செல்லுதல் என்பது உண்மையிலேயே ஒரு தொடர்ந்த வகையீட்டு நிகழ்ச்சியாகும். உஷ்ணமான நீராவி, மற்றொரு பாத்திரத்தில் அழுத்தத்தின் மூலமாகவும் குளிர்ச்சியின் மூலமாகவும் திரும்பவும் தண்ணீராகக் குளிர்விக்கப்படும்பொழுது, ஒரு மூலக்கூறுப் படிவத்தின்மீது மற்றொன்றாக (இந்த மாற்றப் போக்கை அசுத்தம் கலந்ததொன்றாகச் செய்யும் இரண்டாந் தரமான சூழ்நிலைகளை இங்கே கணக்கிலெடுக்காமல் விடுவது அனுமதிக்கத்தக்கதே) அந்தப் பாத்திரம் நிரம்பும் வரை அவை படியும் பொழுது, அப்பொழுது எழுத்துக்கெழுத்து ஒரு தொகையீட்டு நிகழ்ச்சி நடந்தேறியது என்பதேயாம்; இதற்கும் கணிதவியல்ரீதியானதொன்றுக்கும் ஒன்றில் மட்டும் வித்தியாசம் உண்டு; ஒன்று மனிதனின் மூளையில் உணர்வுபூர்வமாக நிறைவேற்றப்படுகிறது, மற்றொன்று இயற்கையினால் உணர்வு பூர்வமாகவின்றி நிறைவேற்றப்படுகிறது. அவ்வளவே.

ஆனால், வரம்பிலிகளின் கணிதத்தின் மாற்றப்போக்குகளுக்குப் பூரணமாக ஒப்புமையுள்ள மாற்றப்போக்குகள் திரவநிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கும், பின்னது முன்னதாகவும் மாறுவதில் மட்டும் நிகழ்வதில்லை. கட்டி இயக்கம் என்

பதாக இருப்பது—மோதலின் விளைவாக—ஒழிக்கப்பட்டு வெப்பமாக, கூட்டணு இயக்கமாக நிலைமாறுதல் அடையும் பொழுது கட்டி இயக்கம் வகையீடு செய்யப்படுகிறது என்பதைத் தவிர வேறு நிகழ்வதுதான் என்ன? நீராவி எஞ்சினின் சிலிண்டரில் நீராவிக்கூட்டணுக்களின் ஓட்டங்கள் ஒருங்கு கூட்டப்பட்டுப் பிஸ்டனை ஒரு திட்டமான அளவுக்குத் தூக்குகின்றன என்றால் அவை கட்டி இயக்கமாக நிலை மாறுதல் அடைகின்றன என்றால், அவை தொகையீடு செய்யப்பட்டன என்றாகவில்லையா? இரசாயனவியல் கூட்டணுக்களை அணுக்களாக, கூட்டணுக்களைவிடக் குறைந்த கட்டியும், குறைந்த இடவெளியும் உள்ள பரிமாணங்களாக, ஆனால் அதே சீரைச் சேர்ந்த பரிமாணங்களாகப் பிரிக்கிறது; இதனால் அவை இரண்டும் திட்டமான, வரம்புள்ள உறவுகளை ஒன்றுக்கொன்று கொண்டுள்ளவாறு பிரிக்கப்படுகின்றன. எனவே பண்டங்களின் கூட்டணு ஆக்கத்தை வெளிப்படுத்துகின்ற எல்லா இரசாயனச் சமன்பாடுகளும் வடிவத்தில் வகையீட்டுச் சமன்பாடுகளாகவே உள்ளன. ஆனால் யதார்த்தத்தில் அவைகளில் இலக்கமிடப்பட்டுள்ள அணு எடைகளின் காரணமாக அவை முன்கூட்டியே தொகையீடு செய்யப்பட்டவையாகவும் இருக்கின்றன. ஏனெனில், பரிமாணங்களின் பரஸ்பர சம்பந்தம் அறியப்பட்ட வகையீடுகளைக் கொண்டு இரசாயனவியல் கணக்கீடு செய்கிறது.

ஆயினும் கூட, அணுக்கள் சாமானியமானவையாகவோ அல்லது பொதுப்படையாக வஸ்துவின் அறியப்பட்ட மிகச் சிறிய துகள்களாகவோ எவ்விதத்திலும் கருதப்படுவதில்லை. அணுக்களும் கூட்டுகைப் பொருள்களே என்ற கருத்திற்கு நான்கு நாள் அதிகமாகத் தலைசாய்த்து வருகிற இரசாயனவியல் ஒரு புறமிருக்க, பௌதிகவியல்வாதிகளில் பெரும்பாலோரும் ஒளி, வெப்பம் இவற்றின் கதிர்வீச்சைக் கடத்துகிற பிரபஞ்ச ரீதியான ஈதரும் கூட அதேபோலத் தனித்துவமான துகள்களைக் கொண்டது என்றும், ஆனால் அவை, இரசாயன அணுக்களும் பௌதிகக் கூட்டணுக்களும் இயந்திரவியல்ரீதியான கட்டிகளுடன் கொண்டுள்ள உறவுக்கு, அதாவது d^2x க்கு

dx கொண்டுள்ள உறவுக்கு, ஒப்புமையானதோர் உறவை அவ்வணுக்களுடனும் கூட்டணுக்களுடனும் பெற்றுள்ள அளவுக்கு மிகச் சிறியவையாக இருக்கின்றன என்றும் அறைந்து கூறுகின்றனர். ஆகையால், வஸ்துவின் ஆக்கத்தைக் குறித்த இப்பொழுது வழக்கமான கருத்துப் பாங்கில் அதேபோல ஓர் இரண்டாம் டிகிரியான வகையீட்டை நாம் பெற்றுள்ளோம்; d^2x, d^4x முதலியவைகளுக்கு ஒப்புமையானவை இயற்கையிலும் நிகழலாம் என்று யாருக்குத் திருப்தியளிக்கிறதோ அவர்கள் ஏன் கற்பனை செய்யக் கூடாது என்பதற்கு யாதொரு காரணமில்லை.

ஆகவே, வஸ்துவின் ஆக்கத்தைப்பற்றி ஒருவன் என்ன திருஷ்டி கொண்டிருந்தாலும் ஒன்று மட்டும் நிச்சயம்: அது, ஒப்பு நோக்கான வெவ்வேறுபட்ட கட்டித் தன்மையுடைய, திட்டமாக வரையறுக்கப்பட்ட, தொடர்வரிசையான பெரிய திரள்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது; ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட திரளின் உறுப்புகளும் ஒன்றுடன் மற்றொன்று திட்டமான வரம்புள்ள கட்டி விகிதங்களைப் பெற்றுள்ளன; இதற்கு எதிர்மாறான வகையில் அதற்கு அடுத்த திரளைச் சேர்ந்தவை கணிதவியல் அர்த்தத்தில் வரம்பற்ற பெரிய அல்லது வரம்பற்ற சிறிய விகிதத்தை அவைகளுடன் கொண்டுள்ளன. நட்சத்திரங்களின் கட்டிலாகிற அமைப்பு, சூரிய மண்டலம், பூவுலகக் கட்டிகள், கூட்டணுக்கள், அணுக்கள், இறுதியாக ஈதர் துகள்கள் ஆகியன ஒவ்வொன்றும் அப்படிப்பட்டதொரு திரளாகும். இந்தத் தனிப்பட்ட திரள்களிடையே இடையீடான இணைப்புகள் காணப்படலாம் என்பதினால் இந்த வழக்கு மாறி விடாது. இவ்விதமாக, சூரிய மண்டலக் கட்டிகளுக்கும், பூவுலகக் கட்டிகளுக்கும் இடையே விண் நுண்கோள்கள் (அவற்றில் சிலவற்றின் விட்டம், உதாரணமாக ரோய்ஸ் ராஜ்ஜியத்தின் சிறியதொரு பிரிவைவிடப் பெரிதாக இல்லை²²²), எரி நட்சத்திரங்கள் முதலியன வருகின்றன. இவ்விதமாக, உயிர்ப்புள்ள உலகில் பூவுலகக் கட்டிகளுக்கும், கூட்டணுக்களுக்கும் இடையே ஜீவ அணு வருகிறது. இயற்கையில் பாய்ச்சல்கள் இல்லை, மிகச் சரியாக ஏனெனில், இயற்கை

முழுவதும் பாய்ச்சல்களையே தனது ஆக்கமாகக் கொண்டுள்ள தால்தான் என்பதைத்தான் இந்த இடையீட்டு இணைப்புகள் நிரூபிக்கின்றன.

உண்மையான பரிமாணங்களைக் கொண்டு கணக்கீடு செய்கிறவரை கணிதவியலும் சற்றும் தயக்கமின்றி இந்தக் கண்ணோட்டப் பாங்கை உபயோகிக்கிறது. மிக அருகில் உள்ள நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்களுக்கு அப்பால் விரிவடைந்து செல்கிற நட்சத்திர மண்டல அமைப்பை வானியல் ஆராயத் தொடங்கியதும் சூரிய மண்டல கிரகங்களின் கட்டிகளும் அவற்றிடையே உள்ள தூரங்களும் சிறுத்து ஒன்றுமில்லாமற் போவதைப்போல, வானியலுக்குப் பூவுலகக் கட்டிகளும் அவற்றிற்கு ஒத்திசைவான எரிநட்சத்திரங்களும் வரம்பற்ற சிறியனவாக இருப்பதைப்போல, பூவுலக இயந்திரவியலுக்குப் பூமியின் கட்டி வரம்பற்ற பெரியதுமாகும். ஆயினும், கணிதவியல்வாதிகள் சூக்குமப்படுத்துதல் என்ற பிடிக்க முடியாத தங்களது கோட்டைக்குள், தூய்மையான கணிதவியல் என்று சொல்லப்படுகிற அதற்குள், சுருங்கி அடங்கியவுடன் மேற்கூறிய ஒப்புமைகள் அனைத்தையும் மறந்துவிடுகின்றனர்; வரம்பிலி என்பது பூரணமாகவே மர்மமானதொன்றாகி விடுகிறது; அதைக் கொண்டு பகுப்பாய்வில் எம்மாதிரியாகச் செய்மானங்கள் தீர்க்கப்படுகின்றன என்பதைப் பார்க்கும் போது அது பரிபூரணமாகவே விளங்காததொன்றாக, முழு பகுத்தறிவிற்கும் முழு அனுபவத்திற்கும் முற்றிலும் முரண்பட்டதொன்றாக, தோற்றமளிக்கிறது. கணிதவியல்வாதிகள் எந்த மட்டித்தனங்களையும் வெற்றுகளையும் கொண்டு தங்களது ஆய்வுமுறைப் பாங்கை விளக்குவதற்கு மாறாகச் சப்பைக்கட்டு கட்டினார்களோ—அது எப்போதுமே பொருந்திய சரியான விளைபயன்களுக்கே இட்டுச் சென்றது வியப்பிற்குரியதே—அவைகள் மிக மோசமான மேலீடானதும் உண்மையானதுமான மனச் சித்திரங்களையும்கூட, உதாரணமாக இயற்கையைப் பற்றிய ஹெகலின் தத்துவவியலையும்கூட, மிஞ்சிவிட்டன; கணிதவியல்வாதிகளுக்கும் இயற்கை விஞ்ஞானிகளுக்கும் இத்தத்துவவியலைப் பற்றிய தங்களது திகிலை எப்போதுமே போதுமான அளவுக்கு வெளிப்படுத்த

இயலாது. அவர்கள் ஹெகலின்மீது சாட்டிய குற்றச்சாட்டை, அதாவது அவர் கடைக்கோடிவரைக்கும் சூக்குமங்களை உந்திக்கொண்டு போகிறார் என்பதை, அவர்களே இன்னும் பெரிய அளவில் செய்கிறார்கள். தூய்மையான கணிதவியல் என்று சொல்லப்படுகிற அது முழுவதும் சூக்குமங்களைப் பற்றியதே என்பதையும் அதனுடைய பரிமாணங்கள் அனைத்தும், கறூராகச் சொல்லுவதெனில், கற்பனைரீதியானவை என்பதையும் எல்லாச் சூக்குமங்களையும் கடைக்கோடிவரைக்கும் தள்ளிச்சென்றால் அவை வெற்றுரைகளாக அல்லது அதற்கு நேர் எதிரிடைகளாக நிலைமாறுதல் அடைகின்றன என்பதையும் அவர்கள் மறந்துவிடுகிறார்கள். கணிதவியல் வரம்பிலி என்பது உணர்வுபூர்வமாக அல்லாவிடினும் யதார்த்தத்திலிருந்தே பெறப்படுகிறது; எனவே, அதை யதார்த்தத்தை வைத்தே விளக்க வேண்டும், அதை அதிலிருந்தே, கணிதவியல் சூக்குமத்திலிருந்தே விளக்குவது என்பதல்ல. நாம் ஏற்கனவே கண்டதுபோல, இது சம்பந்தமாக யதார்த்தத்தை ஆராயும்போது வரம்பிலியின் கணிதவியல் உறவு எங்கிருந்து பெறப்பட்டதோ அந்த யதார்த்தமான உறவுகளுக்கும் கூட வந்து சேருகிறோம்; இந்த உறவு எந்தக் கணிதவியல் பாதையில் செயற்படுகிறதோ அதனுடைய இயற்கையான ஒப்புமைகளுக்கும் வந்து சேருகிறோம். இவ்வாறாக விஷயம் விளக்கப்படுகிறது.

(சிந்தனை, இருத்தல் இவற்றின் ஒருமைப்பாட்டைச் சீர்கெட்ட முறையில் ஹெக்கல் திரும்ப உரைத்திருப்பது; ஆனால், தொடர்ந்த வஸ்துவுக்கும் தனித்துவமான வஸ்துவுக்கும் உள்ள முரண்பாடும் கூட; ஹெக்கல் நூலைப் பார்க்க.)²²³

* * *

இயற்கை விஞ்ஞானம் நிலைகளை மட்டுமின்றி மாற்றப் போக்குகளையும்—இயக்கத்தை—கணிதவியல்ரீதியாகப் பிரதி உருப்படுத்துவதை முதன்முதலாகச் சாத்தியமாக்கியிருப்பது வகையீட்டு நுண்கணிதமாகும்.

* * *

கணிதவியலின் அனுட்டானம்: திடப் பண்டங்களின் இயந்திரவியலில் அது சம்பூரணத்துவம் கொண்டுள்ளது; வாயுக்களின் விஷயத்தில் தோராயமாக உள்ளது; திரவப் பொருள்களின் விஷயத்தில் ஏற்கனவே கூடுதலாகக் கடினமாக உள்ளது; பௌதிகவியலில் இறுதித்தன்மையற்றும் ஒப்புநோக்காகவும் உள்ளது; இரசாயனவியலில் சாமானியத் தன்மை கொண்ட, முதல் வரிசையைச் சார்ந்த சாதாரண சமன்பாடுகளைக் கொண்டு உள்ளது; உயிரியலில் டீக்குச் சமமாக உள்ளது.

[இயந்திரவியலும் வானியலும்]

* * *

இயற்கையில் விறைப்புத் தன்மையற்ற வகைப்பிரிவுகள், உறவுகள் ஆகியவற்றினுடைய, இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனையினுடைய அவசியத்திற்கு ஓர் உதாரணம்: வீழ்ச்சியின் நியதி, ஒரு சில நிமிட நேர காலகட்டத்திற்கு வீழ்ச்சியுற ஆரம்பித்தவுடன் பிழைப்பட்டுப் போகிறது; ஏனெனில் அதன்பிறகு மேற்கொண்டு பூமியின் ஆரம் ஓக்குச் சமம் எனப் பிழையின்றிக் கொள்ள முடியாது; கலிலியோவின் வீழ்ச்சி நியதி அனுமானித்துக்கொள்வது போல் பூமியின் கவர்ச்சி ஒரே நிலையானதாக இருப்பதற்குப் பதில் அதிகமாகிறது; ஆயினும், இந்த நியதியை இன்னும் தொடர்ந்தாற் போல் போதித்துத்தான் வருகிறார்கள்; ஆனால் இந்த வில்லங்கத்தை விட்டுவிடுகிறார்கள்.

* * *

நியூட்டனின் கவர்ச்சியும் மையவிலகு சக்தியும் (centrifugal force) — இயக்கமறுப்பியல்ரீதியான சிந்தனைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு: பிரச்சினை தீர்க்கப்படுவதில்லை, ஆனால் முன்னிறுத்தப்பட்டு, அதுவே தீர்வாகப் பிரசாரம் செய்யப்படுகிறது. — கிளாவுறியுஸின் வெப்பக் கலைவும் அவ் விதமே.²²⁴

* * *

நியூட்டனின் புவி ஈர்ப்பு. இதைப் பற்றிய சிறப்பு எல்லாம் என்னவெனில் கிரகங்களின் இயக்கத்தினுடைய தற்போதைய நிலையைப்பற்றி இது விளக்குவதில்லை, ஆனால் அதனுடைய சித்திரத்தை மட்டுமே அளிக்கிறது. இயக்கம் கொடுக்கப்படுகிறது. சூரியனுடைய கவர்ச்சிச் சக்தியும் அவ்

வாறே. இந்த ஆதாரக்கூறுகளைக் கொண்டு இயக்கத்தை எவ்வாறு விளக்குவது? சக்திகளின் இணைகரத்தைக் (parallelogram of forces) கொண்டு, நாம் ஏற்று ஆகவேண்டியுள்ள ஓர் அவசியமான ஒப்புக்கோள் ஆகியுள்ள தொடு கோட்டுச் சக்தியைக் கொண்டு. அதாவது, தற்போதைய நிலையின் சாகுவதத் தன்மையை அனுமானித்துக்கொண்டால் அப்போது நமக்கு ஒரு முதல் தூண்டுகை, கடவுள், தேவைப்படுகிறது. ஆனால் கிரகங்களின் தற்போதைய நிலை சாகுவதமாக இருந்ததல்ல; அவற்றின் இயக்கம் கூட்டிணைப்பானதுமல்ல, ஆனால் சாமானியமான சுழற்சியேயாகும்; சக்திகளின் இணைகர விதியை இங்கு அனுட்டிப்பது தவறாகும்; ஏனெனில் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டியுள்ள அறியப்படாத பரிமாணமான Xஐ கேவலம் வெளிப்படுத்தவும்கூட இல்லை; அதாவது, நியூட்டன் பிரச்சினையை உருவகப்படுத்துவது மட்டுமல்ல, அதற்குத் தீர்வு காண்பது எனப் பாத்தியதை கொண்டாடிய அளவுக்கு இல்லை.

* * *

சூரிய மண்டலத்தில் நியூட்டனுடைய சக்திகளின் இணைகரம் வளைய வடிவம் வாழ்ந்த கோள்கள் பிரிந்துபோகிற அந்த விஷயில் மட்டுமே அதிகப்பட்டசம் உண்மையாக இருக்கும்; ஏனெனில், சுழல் இயக்கம் தன்னையே முரண்படுத்திக்கொள்வதாக, ஒரு புறம் கவர்ச்சியாகவும் மறு புறம் தொடு கோட்டுச் சக்தியாகவும் அப்போதுதான் வெளிவருகிறது. பிரிந்து போவது முழுமையானவுடன் இயக்கம் மறுபடியும் ஒருமையளவாக ஆகிறது. இந்தப் பிரிந்துபோவது நிகழ்ந்தேயாக வேண்டும் என்பது இயக்க இயல்ரீதியான மாற்றப்போக்கிற்கு ஒரு நிரூபணமாகும்.

* * *

இயக்கத்திலுள்ள பொருள் என்பது லாப்ளாஸ் தத்துவத்தில் முன்னமேயே அடங்கியுள்ளது — பிரபஞ்சத்தின் அண்ட வெளியில் தொங்கல் நிலையில் உள்ள எல்லாக் கோள்களுக்கும் சுழற்சி அவசியமே.

* * *

மேட்லர், நிலை பெற்ற நட்சத்திரங்கள்²²⁵

மூன்று நட்சத்திரங்களைக் குறித்து ஹிப்பார்கஸ், பிளேம்ஸ்டீட் ஆகியோர் சேகரித்த ஆதாரக்கூறுகளிடையே உள்ள வேறுபாட்டை வைத்து 18வது நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் ஹாலி பொருத்தமான இயக்கத்தைப் பற்றிய கருத்திற்கு முதன் முதலில் வந்தார் (410ம் பக்கம்).—பிளேம்ஸ்டீட்டின் பிரிட்டிஷ் பட்டியல் ஏறக்குறையச் சரியானதும் விரிவானதுமானதொன்று (420ம் பக்கம்); பின்னர் 1750லிருந்து வரிசையாக பிராட்லி, மாஸ்கலைன், லாலண்ட்.

பிரம்மாண்டமான பண்டங்களின் வழக்கில் ஒளிக் கிரணங்களின் வீச்சு பற்றிய கிறுக்குத்தனமான தத்துவம்; இதை அடிப்படையாகக் கொண்ட மேட்லரின் கணக்கீடு—
—ஹெகலினுடைய “இயற்கைத் தத்துவவியல்” (424-25ம் பக்கங்கள்) நூலில் இருக்கும் எதையும்போல கிறுக்குத்தனமானது.

ஒரு நட்சத்திரத்தின் வலுமிக்க (கண்புலனாகிற) பொருத்தமுள்ள இயக்கம் — 701" ஒரு நூற்றாண்டில் = 11'41" = சூரியனுடைய விட்டத்தில் மூன்றில் ஒரு பகுதி; 921 தொலை நோக்கி நட்சத்திரங்களின் மிகச் சிறிய சராசரி 8.65", சிலவற்றினுடையது 4".

பால்வழி மண்டலம் வளையங்களின் ஒரு தொடர்வரிசையாகும்; அவை அனைத்தும் ஒரு பொதுவான ஈர்ப்பு மையம் கொண்டவை (434ம் பக்கம்).

பிளியேட்ஸ் (Pleiades) திரளில் அல்கியோன் (Alcyone), டாவுரி (Tauri), நமது பிரபஞ்சத் தீவின் இயக்கத்தினுடைய “பால்வழி மண்டலத்தின் மிகத் தூரமான பிரதேசங்கள் வரைக்கும்” மையமாக உள்ளது (448ம் பக்கம்). பிளியேட்ஸ் திரளுக்குள் சுற்றுக்களின் காலகட்டம் சராசரி 20 லட்சம் வருடங்களாகும் (449ம் பக்கம்). பிளியேட்ஸுக்கு அண்டையில் ஒன்றுவிட்டு ஒன்றாகக் குறைந்த நட்சத்திரங்களையும், அதிக நட்சத்திரங்களையும் கொண்ட வளையவடிவமான திரள்கள்.—தற்போதைக்கு ஒரு மையத்தை நிர்ணயிப்பது

என்பதற்கான சாத்தியக்கூறை செக்கி எதிர்க்கிறார்.

பெஸ்ஸெல் கருத்துப்படி சிரியஸ் (Sirius), புரோசியான் (Procyon) ஆகியன பொதுவான இயக்கத்துடன் கூடவே ஓர் இருண்ட கோளைச் சுற்றி ஒரு சுற்றுப் பாதையும் கொண்டுள்ளன (450ம் பக்கம்).

மூன்று நாட்களுக்கு ஒரு தடவை அல்கோலின் (Algol) கிரகணம்—8 மணி நேர அளவிற்கு நீடிக்கிறது—நிறமாலைப் பகுப்பாய்வின் மூலம் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டுள்ளது (செக்கி, 786ம் பக்கம்).

பால்வழி மண்டலத்தின் பிரதேசத்தில் ஆனால் அதனுள் மிக்க ஆழத்தில் 7-11 பரிமாணங்கள் உள்ள நட்சத்திரங்களின் மிக அடர்ந்த ஒரு வளையம்; இந்த வளையத்திற்கு நீண்டதூரத்தில், வெளிப்புறமாக, பால்வழி மண்டலத்தின் ஒரே மையமுள்ள வளையங்கள் உள்ளன; அதில் இரண்டை நாம் பார்க்கிறோம். ஹெர்ஷல் கருத்துப்படி, அவருடைய தொலை நோக்கியின் மூலம் 1 கோடியே 80 லட்சம் நட்சத்திரங்கள் பால்வழி மண்டலத்தில் தெரிகின்றன; வளையத்தின் உட்பகுதியில் இன்னும் 30 லட்சத்திற்கு மேலானதும், ஆக மொத்தமாகச் சுமார் 2 கோடி நட்சத்திரங்கள் ஆகின்றன. இதைத்தவிர, பால்வழி மண்டலத்தில் தீர்வு காணப்படாததொரு கூடர் எப்போதுமே உள்ளது; அது அறியப்பட்டுள்ள நட்சத்திரங்களுக்குப் பின்னாலும் கூடத் தென்படுகிறது; எனவே, நமது பகைப்புலன் காரணமாக இன்னும் பல வளையங்கள் அங்கே மறைந்து கிடக்கலாம். (451-52ம் பக்கங்கள்.)

சூரியனிலிருந்து அல்கியோனின் தூரம் 573 ஒளி வருடங்கள். பால்வழி மண்டலத்தின் தனிப்பட்ட, கண்புலனாகிற நட்சத்திர வளையத்தின் விட்டம் குறைந்த பட்சம் 8 ஆயிரம் ஒளி வருடங்கள் (462-63ம் பக்கங்கள்).

சூரியனுக்கும் அல்கியோனுக்கும் உள்ள, 573 ஒளி வருடங்கள் தூர ஆரத்திற்குள் சுற்றுகிற கோள்களின் கட்டி 11 கோடியே 80 லட்சம் சூரியக் கட்டிகளாகும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது (462ம் பக்கம்); ஆனால் இது அதில் சுற்றுகிற 20 லட்சம் நட்சத்திரங்களுடன் வைத்துப் பார்க்கும்

போது உடன்பாடானதாகத் தெரியவில்லை. இருண்ட கோள்கள் இருக்கலாமோ? எப்படியாயினும் ஏதோ பிழை உள்ளது. நமது வானவெளி ஆராய்ச்சித் தளங்கள் எவ்வளவு நேர்த்திக்குறைவுடன் உள்ளன என்பதற்கு இது ஒரு நிரூபணமே.

பால்வழி மண்டலத்தின் மிக வெளிப்புறமாக உள்ள வளையத்தின் தூரம் பல்லாயிரங்கள், ஒருக்கால் பல லட்ச ஒளி வருடங்கள் இருக்கலாம் என மேட்லர் அனுமானிக்கிறார் (464ம் பக்கம்).

ஒளியை உட்கொள்ளாதல் என்பதற்கு எதிராக ஓர் அழகான வாதம்:

“எப்படியாயினும், ஒளி மேற்கொண்டு நம்மை அடைய முடியாத ஒரு தூரம் இருக்கத்தான் செய்கிறது; ஆனால் காரணம் முற்றிலும் வேறுபட்டதொன்றாகும். ஒளியின் நேர்வேகம் வரம்புள்ளதாகும்: சிருஷ்டியின் துவக்கம் முதல் இன்றுவரை வரம்புள்ள காலம் கடக்கப்பட்டது; ஆகையால், இந்த வரம்புள்ள காலத்திற்குள் ஒளி பிரயாணம் செய்த தூரத்தின் அளவுக்கே நாம் வான்கோள்களைப்பற்றி அறிய இயலும்!” (466ம் பக்கம்.)

தூரத்தின் வர்க்கத்தை அனுசரித்துக் குறைந்து வருகிற ஒளியின் தீட்சண்யம், நமது கண்கள் என்னதான் வலுப்படுத்தப்பட்டு, உபகரண உதவி பெற்றாலும் அவைகளுக்குப் புலனாகாத ஒரு புள்ளியை அடைந்தேயாக வேண்டும் என்பது தெளிவு; ஆகாயத்தில் வரம்பற்ற தூரத்திற்கு எல்லாத்திசைகளிலும் பிரகாசிக்கிற நட்சத்திரங்கள் நிரம்பி இருந்த போதிலும் அதிலுள்ள இருட்டை விளக்குவதற்கு ஒளி உட்கொள்ளப்படுதல் என்ற கருத்தினால்தான் சாத்தியம் என்ற ஓல்பர்ஸின் கண்ணோட்டத்தை மறுதளிக்க மேலே கூறியது போதுமானதாகும். மேற்கொண்டு ஒளி ஊடுருவ ஈதர் அனுமதிக்காத ஒரு தூரம் இல்லை என்று இதனால் கூறுவதாக ஆகாது.

* * *

ஒளிமுகில்கள், கண்டிப்பான வட்டவடிவம் வாய்ந்த, நீள்வட்டமான, வடிவொழுங்கற்ற, கூர்முனைகள் உள்ள எல்லா வடிவங்களிலும் உள்ளன. தெளிவிக்கப்படுவதின்

எல்லா நுண்ணளவுகளும் ஐக்கியமாகி முழுமையாகவே தெளிவிக்கப்படாததாக ஆகி மையத்தை நோக்கித் திட்பமடைவது மட்டுமே வேறுபடுத்திக் காணமுடிகிறது. தெளிவிக்கப்பட்ட ஒளிமுகில்கள் சிலவற்றில் 10 ஆயிரம் நட்சத்திரங்கள் வரை கண்புலனாகின்றன; மையப் பகுதி அடர்த்தி மிகுந்து, மிக அரிதாகக் கூடுதலான பிரகாசம் உள்ள ஒரு மைய நட்சத்திரமும் தெரிவதுண்டு. ரோஸ்ஸின் ராட்சதத் தொலைநோக்கி அவற்றில் பலவற்றைத் தெளிவுபடுத்தியுள்ளது. 197 நட்சத்திரத் திரள்களையும் 2300 ஒளிமுகில்களையும் ஹெர்ஷல் I எண்ணிக்கையிட்டுள்ளார். இத்துடன் ஹெர்ஷல் II தென்வானில் பட்டியல் செய்தவற்றையும் அத்துடன் சேர்க்க வேண்டும்.

வடிவொழுக்கமற்றவைகள் தூரத்திலுள்ள பிரபஞ்சத் தீவுகளாக இருக்க வேண்டும்; ஏனெனில், ஆவியின் கட்டிகள் கோளவடிவத்தில் அல்லது முட்டை வடிவத்தில் மட்டுமே சமனநிலையில் இருக்க முடியும். மேலும் அவற்றில் பல மிகச் சக்திவாய்ந்த தொலைநோக்கிகள் மூலம் கண்டாலும் கண்புலனாகிற அளவிலேயே உள்ளன. எப்படியிருப்பினும் வட்டவடிவமானவை ஆவியின் கட்டிகளாக இருக்கக் கூடும்: மேற் கூறிய 2,500ல் அப்படிப்பட்டவை 78 உள்ளன. ஹெர்ஷல் 20 லட்சம் எனவும், மேட்லர்—ஓர் உண்மையான விட்டம் 8,000 ஒளி வருடங்கள் என்ற அனுமானத்தின்பேரில்—3 கோடி ஒளி வருடங்கள் தூரத்தில் இருப்பதாகவும் கொள்கிறார். ஒவ்வொரு வானியல் கோள் அமைப்புக்கும் அதனுடைய அண்டையிலுள்ளதற்கும் உள்ள தூரம் அந்த அமைப்பின் விட்டத்தைப்போலக் குறைந்தபட்சம் நூறு மடங்குக்குக் குறைவில்லாமல் இருப்பதால் நமது பிரபஞ்சத்தீவிற்கும் அண்டையில் இருப்பதற்கும் குறைந்தது 8 ஆயிரத்தின் 50 மடங்குகளாக, அதாவது 4 லட்சம் ஒளி வருடங்களாக இருக்கலாம்; அப்படியெனில், பல்லாயிரம் ஒளிமுகில்களையும் வைத்துப் பார்க்கும்போது நாம் ஹெர்ஷலின் 20 லட்சத்தையும் தாண்டி வெகுதூரம் சென்றுவிடுகிறோம் ([மேட்லர், மேலே குறிப்பிட்டது—485ம் பக்கம்] 492).

செக்கி கூறுகிறார்:

தெளியப்பட்ட ஒளிமுகில்கள் ஒரு தொடர்ந்த, ஒரு சாமானியமான நட்சத்திர நிறமாலையை அளிக்கின்றன. ஒளிமுகில்கள் என்ற பெயருக்கொத்தவை “ஒரு பகுதியில் ஆன்ட்ரொமேடாவில் (Andromeda) உள்ள ஒளிமுகிலைப் போல ஒரு தொடர்ந்த நிறமாலையை அளிக்கின்றன; ஆனால் பெரும் பாலானவை ஓரியான் (Orion), சாகிடேரியஸ் (Sagittarius), லீரா (Lyra) இவற்றில் உள்ள ஒளிமுகில்களைப்போலவும் கோள்வடிவ (வட்ட வடிவ) ஒளிமுகில்கள் என்ற பெயரால் அறியப்பட்ட பெரும்பான்மையானவற்றைப் போலவும் ஒரு அல்லது வெகு சில பிரகாசமான கோடுகளைக் கொண்ட நிறமாலையையே அளிக்கின்றன” (787ம் பக்கம்).

(மேட்லர் கருத்துப்படி, 495ம் பக்கம், ஆன்ட்ரொமேடாவில் உள்ள ஒளிமுகில் தெளிய இயலாதது.—ஓரியானில் உள்ள ஒளிமுகில் வடிவொழுக்கமற்றது, குஞ்சங்கள் கொண்டது, தனது புயங்களை வீசி நிற்பதாகவும் உள்ளது, 495ம் பக்கம்.—லீராவில் உள்ளவை வளைய வடிவம் பெற்று, மிகச் சிறிய அளவிற்கே நீள்வட்டமாக இருக்கின்றன, 498ம் பக்கம்.)

“ஹெர்ஷலின் ஒளிமுகில் நெ. 4374ன் நிறமாலையில் ஹக்கின்ஸ் மூன்று பிரகாசமான கோடுகளைக் கண்டார்; “இதிலிருந்து உடனே தொடர்வது என்னவெனில், இந்த ஒளிமுகில் தனித்தனி நட்சத்திரங்களின் ஒரு திரள் அல்ல, ஆனால் வாயு நிலையில் சுடர்விடும் பொருட்கிடக்கையைக் கொண்ட உண்மையானதோர்* ஒளிமுகிலாகும்” [787ம் பக்கம்.]

அந்தக் கோடுகள் நைட்ரஜனையும் (1), ஹைட்ரஜனையும் (1) சேர்ந்தவை; மூன்றாவது அறியப்படவில்லை. ஓரியான் ஒளிமுகிலும் அவ்வாறே. ஒளிரும் புள்ளிகளைக் கொண்ட (ஹிட்ரா, சாகிடேரியஸ்) ஒளிமுகில்களும் கூட இந்தப் பிரகாசமான கோடுகளைப் பெற்றுள்ளன; இதனால், நட்சத்திரக் கட்டிகள் திரட்சிநிலை அடையும் போக்கில் அவை இன்னும் திட அல்லது திரவ நிலையை அடையவில்லை (789ம் பக்கம்).—லீராவில் உள்ள ஒளிமுகில் நைட்ரஜன் கோடு மட்டுமே

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

பெற்றுள்ளது (789ம் பக்கம்).—ஓரியானில் மிக அடர்த்தி வாய்ந்த இடம் 1°, அதன் விரிவு முழுவதும் 4° [790-91ம் பக்கங்கள்].

* * *

செக்கி: சிரியஸ் நட்சத்திரத்தைப்பற்றி:

“(பெஸ்ஸெலின் கணக்கீட்டைப் பின்தொடர்ந்து மேட்லர், 450ம் பக்கம்)... பதினொரு ஆண்டுகள் கழித்து 6வது பரிமாணத்தைச் சார்ந்த சுய ஒளி படைத்த நட்சத்திர வடிவத்தில் சிரியஸின் துணைக்கோள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது மட்டுமின்றி, அதன் சுற்றுப்பாதை பெஸ்ஸெல் கணக்கீடு செய்ததற்கு ஒத்திசைந்தும் உள்ளது எனவும் அறியப்பட்டது. அதன் பிறகு ஔவெர்ஸ் புரோசியான், அதன் துணை வன்ஆகிய இரண்டின் சுற்றுப்பாதையைக்கூட—துணைக்கோள் இன்னும் கண்புலனாகாவிட்டாலும்—நிர்ணயித்துவிட்டார்” (793ம் பக்கம்).

செக்கி: நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்கள்பற்றி:

“நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்கள், இரண்டு அல்லது மூன்றைத்தவிர, கண்புலனாகிற காட்சி வேற்றுமை (parallax) பெற்றிராததால் அவை நம்மிடத்திலிருந்து குறைந்தது” சுமார் 30 ஒளி வருடங்கள் “தூரத்தில் உள்ளன” (799ம் பக்கம்).

செக்கியின் கருத்துப்படி 16வது பரிமாணத்தைச் சார்ந்த நட்சத்திரங்கள் (ஹெர்ஷலின் பெரிய தொலைநோக்கியில் இன்னும் கூட வேறுபட்டுத் தெரிகின்றன) 7560 ஒளி வருடங்கள் தூரத்திலும், ரோஸ்ஸின் தொலைநோக்கியில் வேறுபட்டுத் தெரிகின்றவை குறைந்தது 20,900 ஒளி வருடங்கள் தூரத்திலும் உள்ளன (802ம் பக்கம்).

செக்கியே கூட (810ம் பக்கம்) கேட்கிறார்:

சூரியனும் இந்த அமைப்பு முழுவதும் உயிர்ப்படங்கிப் போனபிறகு, “இந்த உயிரற்ற அமைப்பை அதனுடைய அசல் நிலையான சுடர்விடும் ஒளிமுகிலாக, புத்துயிருடன் எழுப்பிவிடுவதாகத் திரும்பவும் மாற்றுகிற சக்திகள் இயற்கையில் உள்ளனவா? நாம் அறியோம்.”

* * *

செக்கியும் போப்பாண்டவரும்.

* * *

சந்திரனின் கவர்ச்சியே கடலின் ஏற்றவற்றங்களை உண்டாக்குகிறது என டேக்கார்ட் கண்டுபிடித்தார். அவர் ஸ்நெல் லுடன் ஏககாலத்தில் ஒளி முறிவின் அடிப்படை நியதியைக் கூடக்* கண்டுபிடித்தார்; அது அவருக்குரிய அலாதியான வடிவத்திலும் ஸ்நெல்லினுடையதற்கு மாறுபட்ட வகையிலும் இருந்தது.

* * *

மாயர் ("Mechanische Theorie der Wärme", 328ம் பக்கம்). சுழற்சியுறும் பூமியின்மீது ஒரு தடங்கல் அழுத்தத்தைக் கடலின் ஏற்றவற்றங்கள் நிகழ்த்துகின்றன என கான்ட் ஏற்கனவே தெரிவித்துள்ளார். (நட்சத்திர நாளின் காலநீட்சி ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு 1/100 செகண்டாக அதிகமாகிவருகிறது என்ற ஆடம்ஸின் கணக்கீடு)²²⁷.

* கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் ஒரு குறிப்பு: "வோல்ப் என்பவர் இதை எதிர்க்கிறார், 325ம் பக்கம்."²²⁶—(ப-ர்.)

[பௌதிகவியல்]

* * *

மோதலும் உராய்வும். மோதலின் விளைவு சுத்தமான வடிவத்தில் நடைபெறுவதாக இயந்திரவியல் கருதுகிறது. ஆனால் உண்மையில் விஷயங்கள் வேறுவிதமாக உள்ளன. ஒவ்வொரு மோதலிலும் இயாந்திரீக இயக்கத்தின் ஒரு பகுதி வெப்பமாக நிலை மாறுதல் அடைகிறது; மேலும் உராய்வு என்பது இயாந்திரீக இயக்கத்தைத் தொடர்ந்தாற்போல வெப்பமாக மாற்றுகிறது (பண்டைய காலத்திலிருந்தே உராய்வின் மூலம் நெருப்பை உண்டாக்குவது என்பது அறியப்பட்டுள்ளது) மோதலின் ஒரு வடிவமே என்பதற்குமேல் அது ஒன்றுமில்லை.

* * *

விசையியல் துறையில் இயங்காற்றல் உண்ணப்படுதல் எனச் சொல்லப்படுவதற்கு எப்போதுமே இரட்டை இயல்பும், இரட்டை விளைபயனும் உள்ளன: (1) முடிக்கப்படுகிற இயங்காற்றல் வேலை, இதற்கு ஒத்திசைவான அளவுக்கு ஒடுக்க நிலை ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யப்படுவது; இது எப்போதுமே செலுத்தப்பட்ட இயங்காற்றலைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்; (2) உண்ணப்படுகிற இயங்காற்றலின் மிகுதியை வெப்பமாக மாற்றுகிறது—புவி ஈர்ப்பைத் தவிர—உராய்வு முதலான தடைகளைச் சமாளிப்பது.—திரும்பவும் பின்னோக்கி மாற்றப்படுவதிலும் இதுபோலவே: இது நிகழ்கிற முறையை அனுசரித்து உராய்வு முதலியவைகளின் மூலம் நிகழ்கிற நஷ்டத்தின் ஒரு பகுதி வெப்பமாகக் கலைந்து போகிறது—இதெல்லாம் வெகு பழைய கதை!

* * *

பின்னால் தோன்றிய இயக்கமறுப்பியல்ரீதியான கண்ணோட்டத்தைவிட முதன் முதலில் வந்த எளிய கண்ணோட்டமே வழக்கமாக அதிகச் சரியாக இருக்கிறது. இவ்விதம் பேகன் (அவருக்குப் பிறகு பாய்ல், நியூட்டன், ஏறக்குறைய எல்லா ஆங்கிலேயரும்) வெப்பம் என்பது இயக்கமே²²⁸ என்று (பாய்ல் அது ஒரு மூலக்கூறு இயக்கம் என்றுகூட) சொன்னார். 18வது நூற்றாண்டில்தான் காலோரித் தத்துவம் பிரான்ஸில் தோன்றி ஐரோப்பாக் கண்டத்தில் ஏறக்குறைய ஏற்றுக் கொள்ளப்படவும் செய்தது.

* * *

ஆற்றலின் அழியா நிலை. அளவு நிலை ரீதியாக இயக்கம் நிலைத்தன்மை வாய்ந்தது என்பதை ஏற்கனவே டேக்கார்ட் விளக்கியிருந்தார்; தற்போதைப் போல ஏறக்குறைய அதே வார்த்தைகளில் உள்ளபடியாகவே (கிளாவுஸியஸ், ராபர்ட் மாயர் இவர்களைப்போல?). மறுபுறத்தில் 1842ல் தான் இயக்க வடிவத்தின் நிலைமாறுதல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது; இதுதான் புதிதே ஒழிய அளவு நிலை ரீதியான நிலைத்தன்மை என்ற நியதி அல்ல.

* * *

சக்தியும், சக்தியின் அழியா நிலையும். யூ. ரா. மாயரின் முதல் கட்டுரைகள் இரண்டின் பகுதிகளை* ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் வாதத்திற்கு எதிராக மேற்கோள் காட்ட வேண்டியது.

* * *

சக்தி.**—ஹெகல் (*Geschichte der Philosophie*, I, 208ம் பக்கம்) கூறுகிறார்:

* இந்த நூலின் 132-34ம் பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

** இந்தக் குறிப்பை “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்” என்ற அத்தியாயத்தில் எங்கெல்ஸ் பயன்படுத்தி உள்ளார். (இந்த நூலின் 133-35ம் பக்கங்களைக் காண்க)—கோடிட்டது முழுவதும் எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

“ஒரு காந்தச் சட்டம் ஓர் ஆத்மாவைப் பெற்றுள்ளது என (தேலீஸ் வெளியிட்டதைப்போல) கூறுவது, அது ஒரு கவர்ச்சிச் சக்தி பெற்றுள்ளது என்பதைவிடச் சிறப்புடையதாகும்; சக்தி வஸ்துவிலிருந்து தனிப்படுத்தக்கூடிய ஒருவகைப் பண்புநிலையாக இருக்கிறது, ஏற்றிக் கூறப்படுகிறது—ஆனால் ஆத்மா என்பது, மறுபுறத்தில், இந்த அசைவோட்டமே அதுவாக, வஸ்துவின் இயல்புடன் முற்றொருமைப்பாடுள்ள தொன்றாக இருக்கிறது.

* * *

சக்தி, அதன் புற உருத்தோற்றம், காரணம் காரியம் இவை முற்றொருமை உள்ளவை என்ற ஹெகலின் கருத்தோட்டம் வஸ்துவின் வடிவ மாற்றத்தால் நிரூபணமாகிறது; இதில் அவைகளின் சமத்துவம் கணிதவியல்ரீதியாக நிரூபிக்கப்படுகிறது. இது அளவீடு செய்யப்படுவதில் ஏற்கனவே அறியப்பட்டுள்ளது: சக்தி அதன் புற உருத்தோற்றத்தாலும், காரணம் காரியத்தாலும் அளவீடு செய்யப்படுகின்றன.

* * *

சக்தி. ஏதாவது ஒரு வகை இயக்கம் ஒரு பண்டத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்படுமெனில் அப்பொழுது அந்த இயக்கம் தன்னை அவ்வாறு மாற்றிக்கொள்கிற அளவுக்கு, அதாவது, அது செயல்திறன் உடையது என்றும், இயக்கத்தின் காரணம் என்ற வகையில், பின்சொன்னது மாற்றப்படுவதாக ஆகும் அளவுக்கு, அதாவது, மந்த நிலையானது என்றும் ஒருவன் அந்த இயக்கத்தைக் கருதலாம்; அப்பொழுது இந்தக் காரணம், இந்தச் செயல் திறனுடைய இயக்கம் சக்தி எனவும் மந்த நிலையானது எனப்படுவது சக்தியின் புற உருத்தோற்றம் எனவும் வெளிப்படுகிறது. இயக்கத்தின் அழியா நிலை என்ற விதியிலிருந்து சக்தி என்பது அதனுடைய புற உருத்தோற்றத்திற்கு மிகப் பொருந்திய சம அளவுக்குப் பெரியதே என்ற முடிவு தன்னியல்பாகவே வெளிப்படுகிறது; ஏனெனில் உள்ளபடியாகவே இரு வழக்குகளிலும் இயக்கம் ஒன்றாகவே, அதுவாகவே இருக்கிறது. ஆயினும், தன்னை மாற்றிக்

கொள்கிற இயக்கம் ஏறத்தாழ அளவு நிலை ரீதியாக நிர்ணயிக்கத்தக்கது; ஏனெனில், அது இரண்டு பண்டங்களிலும் வெளித்தோன்றுகிறது; இதில் ஒன்று மற்றொன்றில் உள்ள இயக்கத்தை அளவிடு செய்ய அலகாகப் பயன்படும். இயக்கத்தின் அளவிடு செய்யத்தக்க இயல்பு சக்தி என்கிற வகைப்பிரிவுக்கு அதற்குண்டான மதிப்பைத் தருகிறது. இல்லை யெனில் அதற்கு ஒன்றுமே இல்லை. இது எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாக உள்ளதோ அந்த அளவுக்குச் சக்தி, அதன் புற உருத்தோற்றம் ஆகியவற்றின் அதிகமான வகைப்பிரிவுகளை ஆராய்ச்சியில் பயன்படுத்த முடியும். எனவே இது விசேஷமாக அவ்வாறுதான் இயந்திரவியலில் உள்ளது; இயந்திரவியலில் ஒருவன் இன்னும் மேற்கொண்டு சக்தியைப் பாகுபடுத்தித் தெளிகிறான்; அவைகளைக் கூட்டிணைப்பாகக் கருதி அதன் மூலம் புதிய விளைபயன்களுக்கு அனேகமாக வந்துசேருகிறான்; ஆயினும் இது வெறும் ஒரு சிந்தனைச் செய்மானமே என்பதை ஒருவன் மறந்துவிடக்கூடாது. சக்திகளின் இணைகரத்தில் வெளிப்படுகிறதைப்போல உண்மையிலேயே கூட்டிணைப்பாக உள்ள சக்திகளின் ஒப்புமையை உண்மையிலேயே சாமானியமான சக்திகளுக்கு அனுட்டிப்பதின் மூலம் பின் சொன்னவை அதனால் உண்மையில் கூட்டிணைப்பாக ஆகிவிடுவதில்லை. நிலையியலிலும் (statics) அவ்வாறே. பின்னர், திரும்பவும் இயக்கத்தின் இதர வடிவங்கள் யாந்திரீக இயக்கமாக நிலைமாறுதல் பெறும்பொழுது (வெப்பம், மின்னியக்கம், இரும்பைக் கவருவதில் காந்தவியல்) மறுபடியும் அதுபோல; இங்கு அசல் இயக்கத்தை அது உண்டாக்குகிற யாந்திரீக விளைபயனைக்கொண்டு அளவிடு செய்யமுடியும். ஆனால் இயக்கத்தின் பல்வேறு வடிவங்களும் ஏககாலத்தில் ஆலோசிக்கப்படுகிற, இங்கு சக்தி என்கிற வகைப்பிரிவு அல்லது சுருங்கச் சொல்லின் வரையறை தெளிவாக உரிக்கப்பட்டு நிற்கிறது. எந்த முறையான பௌதிகவியல்வாதியும் மின்னியக்கம், காந்தவியல், அல்லது வெப்பம் இவைகளை எவ்வாறு பொருட் சத்துகள் என்றோ அல்லது கணிப்புக் கடந்தவை என்றோ கூறுவதில்லையோ அதைப்போலவே அவைகளைச் சக்திகள் என்றும் மேற்கொண்டு அழைப்பதில்லை. ஒரு திட்டமான அளவு வெப்ப

இயக்கம் எந்த அளவு யாந்திரீக இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறது என்பதை நாம் அறியும்பொழுது, வெப்பத்தின் இந்த இயல்பை ஆராய இந்த நிலைமாறுதல்களைப் பரிசீலிப்பது என்னதான் அவசியமானாலும்கூட வெப்பத்தின் இயல்பைக் கிஞ்சிற்றும் அறிந்ததாக ஆவதில்லை. வெப்பத்தை ஓர் இயக்க வடிவமாகக் கருதுவது பௌதிகவியலின் மிக சமீபத்திய முன்னேற்றமாகும்; அவ்வாறு செய்வதின் மூலம் சக்தி என்கிற வகைப்பிரிவு அதில் அகற்றப்படுகிறது; சில சம்பந்தங்களில்—இடைநிலை சம்பந்தங்களில்—அவை* சக்திகளாக வெளிப்படவும் எனவே அளவிடு செய்யப்படவும் முடியும். இவ்விதமாக ஒரு பண்டம் வெப்ப நிலைக்குள்ளாக்கப்படும் பொழுது அதனுடைய விரிவடைதலைக் கொண்டு வெப்பத்தை அளவிடு செய்யலாம். இதில் வெப்பம் ஒரு பண்டத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்கு — அளவுகோலுக்கு — செல்லவில்லையெனில், அதாவது, அளவிட்டுக் கழியாகச் செயற்படுகிற பண்டத்தின் வெப்பம் மாறுபடவில்லையெனில் அளவிடுதல் என்பதைப்பற்றியோ, பரிமாண மாற்றம் என்றோ பேசுவதற்கு இடமில்லை. வெப்பம் ஒரு பண்டத்தை விரிக்கச் செய்கிறது என்று ஒருவன் சாமானியமாகச் சொல்லுகிறான்; அதற்குப் பதில், ஒரு பண்டத்தை விரிக்கச் செய்யும் சக்தியை வெப்பம் பெற்றுள்ளது என்று சொல்லுவதெனில் அது வெறும் சொற் சிலம்பம் தவிர வேறு ஒன்றும் அல்ல; பண்டத்தை விரிவடையச் செய்யும் சக்தியே வெப்பம் எனக் கூறுவதெனில் அது பொருத்தமாக இருக்காது; ஏனெனில் 1. விரிவடைதல் என்பது உதாரணமாக வாயுக்களில் வேறு வகைகளிலும் நிகழ்த்தப்படுகிறது; 2. இதனால் வெப்பத்தின் பண்புகள் பூரணமாகக் குணச்சித்திரப்படுத்தப்படுவதில்லை.

கூட்டுப் பொருட்களை ஆக்குவதும் ஸ்திரமாக வைத்திருப்பதுமான சக்தி என்கிற ரீதியில் சில இரசாயனவியல் வாதிகள் இரசாயன சக்தியைப் பற்றியும் பேசுகிறார்கள். ஆயி

* அதாவது, இயக்கத்தின் பல்வேறு வடிவங்கள்: யாந்திரீக இயக்கம், வெப்பம், மின்னியக்கம் முதலியன.—(ப-ர்.)

னும், இங்கு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு இயக்கம் மாறுவது என்பது உண்மையில் இல்லை; பல்வகைப் பண்டங்களின் இயக்கம் ஒரே ஒரு முழுமையாக இணைகிறது; எனவே இங்கு “சக்தி” தனது எல்லையை அடைகிறது. இருந்தாலும், உற்பத்தியாகும் வெப்பத்தைக் கொண்டு அதை அளவீடு செய்யலாம்; ஆனால் இதுவரை இதில் அதிகப் பயனும் கிடைக்கவில்லை. பரிசீலிக்கப்படாத இயக்க வடிவங்களைப் பரிசீலிப்பதற்குப் பதிலாக அவற்றை விளக்குவதற்குச் சக்தி என்று சொல்லப்படுவதொன்றை ஒருவன் சிருஷ்டித்துக் கொள்ளுகிற எல்லா இடங்களையும் போல் (உதாரணமாக, தண்ணீரில் ஒரு கட்டை மிதப்பதை மிதப்புச் சக்தி என்றும் ஒளியின் முறிவை முறிவுச் சக்தி என்றும் விளக்குவதைப்போல) இங்கும் அது ஒரு சொற்றொடர் ஆகிவிட்டது; இதனால், விளக்கப்படாமல் எத்தனை இயல் நிகழ்ச்சிகள் உள்ளனவோ அத்தனை சக்திகளும் பெறப்படுகின்றன; புற இயல் நிகழ்ச்சி உண்மையில் வெறும் அகநிலைச் சொற்றொடராக மொழிபெயர்க்கப்பட்டுவிடுகிறது.²²⁹ (கவர்ச்சி, விலக்கல் இவற்றை மன்னிப்பது மிக எளிதாகத் தெரிகிறது; இதில் பௌதிகவியல் வாதிக்கு விளக்க முடியாத பல இயல் நிகழ்ச்சிகள் ஒரு பொதுவான பெயரால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன; அவை அவற்றின் உள் தொடர்பைக் குறித்து ஒரு சூசகத்தை அளிக்கின்றன).

இறுதியாக, உயிர்ப்புள்ள இயற்கையில் சக்தி என்கிற வகைப்பிரிவு பூரணமாகவே போதாததாக நிற்கிறது; ஆயினும் தொடர்ந்தாற்போல உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. தசைகளின் செயற்பாட்டை, அது உண்டாக்கும் யாந்திரீக விளைபயனை அனுசரித்துத் தசைகளின் சக்தி எனக் குணம் சப்படுத்தவும் அதை அளவீடு செய்யவும் சாத்தியக்கூறு உண்டு என்பது உண்மையே. அளவீடு செய்யத்தக்க இதர கிரியைகளையும் கூட ஒருவன் சக்திகளாக, உதாரணமாக, பல்வகை வயிறுகளின் சீரண சக்தி என்பதைப்போலக் கருதிக் கொள்ளலாம்; ஆனால் ஒருவன் சீக்கிரம் இப்பாதையில் ad absurdum* (உதாரணமாக, நரம்புச் சக்தி என)வந்து சேருகிறான்;

* முட்டாள்தனத்திற்கு.—(ப-ர்.)

எப்படியாயினும், ஒருவன் இங்கு சக்திகளைப்பற்றி மிக குறுகிய, உருவகமான பொருளில் மட்டுமே (சாதாரண சொற்றொடர்: ஒருவன் தனது சக்தியைத் திரும்ப அடைதல்) பேச முடியும். இவ்விதமான தவறான உபயோகம் ஒரு ஜீவ சக்தியைப் பற்றிப் பேசுவதற்கும் இட்டுச் சென்றுள்ளது. இதன் மூலம் உயிர்ப்புள்ளதோர் உடலில் உள்ள இயக்க வடிவம் யாந்திரீக, பௌதிக, இரசாயன வடிவங்களிலிருந்து வேறுபட்டது. இவையெல்லாம் அதில் அகற்றப்படுதல்பட்டுள்ளன என்று பொருள் செய்யப்படுகிறது எனில் அப்போது இது கண்டிப்பில்லாத சொல்லமைப்பாகும்; மிக விசேஷமாக அப்படிப்பட்டதாகும், ஏனெனில், சக்தி—இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுவது என்பதை அனுமானித்தால்—வெளியிலிருந்து அங்கஜீவிக்குள் புகுத்தப்படுகிற ஏதோ ஒன்றைப் போலவும் அது அதற்குள் உள்ளார்ந்து நிற்காத, அதிலிருந்து பிரிக்க இயலாத ஒன்று அல்ல என்பதைப் போலவும் இங்கு தோற்றமளிக்கிறது; ஆகையால் இந்த ஜீவ சக்தி எல்லாத் தெய்வீக நம்பிக்கையுள்ளவர்களுக்கும் (supernaturalists) கடைசிப் புகலிடமாக உள்ளது.

குறைபாடு: (1) சக்தியைச் சுயேச்சையான நிலைநிற்பு உள்ளதொன்றாகப் பாவித்தல். (ஹெகல், *Naturphilosophie*, 79ம் பக்கம்.)²³⁰

(2) மறைந்த, உள்ளுறைந்த சக்தி — இயக்கத்திற்கும் ஓய்வு நிலைக்கும் உள்ள உறவிலிருந்து (சடத்துவம், சமனநிலை) இதை விளக்குவது; இதில் சக்திகள் கிளறப்படுவதைப் பற்றியும் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

* * *

சக்தி (மேலே பார்க்க). எல்லாப் பல்வேறு சூழ்நிலைகளும் நிலவினால் மட்டுமே இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக மாறுகிறது என்பது இயல்பே. அவை பெரும்பாலும் பலவாகவும், சிக்கல் மிகுந்ததாகவும் உள்ளன, குறிப்பாக இயந்திரங்களின் விஷயத்தில் (நீராவி எஞ்சின், துப்பாக்கி—அதன் பூட்டு, குதிரை, வெடிமுனை, வெடிமருந்து). இதில் ஒன்று

காணவில்லை எனில், அது திரும்பவும் பொருத்தப்படும்வரை இயக்கம் மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படுவது நிற்கும். அவ்வாறெனில் சக்திதாங்கி என்று சொல்லப்படுகிற (வெடிமருந்து, கரி) இந்தக் கடைசி நிபந்தனை அது ஒருபண்டத்திற்குள் உள்நுறைந்து கிடந்தால் எப்படியோ அப்படியாக அதை நுழைப்பதின் மூலம் சக்தியை முதலில் எழுப்பிவிட வேண்டும் என்பதாக ஒருவன் இதைக் கற்பனை செய்துகொள்ள முடியும்; ஆனால், உண்மையில், மிகப் பொருந்தியவாறு இந்த விசேஷ மாற்றத்தை ஏற்படுத்த வேண்டுமெனில் இந்த ஒரு கூறு மட்டுமல்ல, மற்ற எல்லா நிபந்தனைகளும் ஆஜராகியிருக்க வேண்டும். —

சக்தி என்கிற கருத்துப் பாங்கு நமக்குத் தன்னியக்கமாக ஏற்படுகிறது; ஏனெனில், நமது மனோ சங்கற்பத்தினால் ஒரு குறிப்பிட்ட வரையறைகளுக்குள் செயலுக்குக் கொண்டு வர இயலுகிற, இயக்கத்தை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்ற இயலுகிற வகைகள் நமது உடலிலேயே பெற்றிருக்கிறோம்; விசேஷமாக, நமது கைகளின் தசைகள் மூலம் தூக்குத் தல், எடுத்துச்செல்லல், வீசுதல், இடித்தல் முதலானவற்றின் விளைவாகத் திட்டமான பலன்களை ஈனுகிற இதர பண்டங்களின் யாந்திரீக இடப் பெயர்ச்சி, யாந்திரீக இயக்கத்தை நாம் உண்டாக்குகிறோம். இயக்கம் என்பது ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்பட்டதாக அன்றி இங்கு உற்பத்தி செய்யப்பட்டதாக மேலோட்டமாகத் தோற்றமளிப்பதால் அது சக்தி பொதுவாக இயக்கத்தை உற்பத்தி செய்கிறது என்ற கருத்துப் பாங்கு எழுத் துணை புரிகிறது. தசைகளில் சக்தி என்பதுகூடக் கேவலம் இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்படுவதே எனத் தற்போது மனித உடலியல் ரீதியாகவும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

* * *

சக்தி. இதன் எதிர்நிலைப் பக்கமும் பகுப்பாய்வு செய்யப்படவேண்டும்: இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்படுவதற்கு உள்ள தடை.

* * *

பிரபஞ்ச அண்டவெளிக்குள் வெப்பம் கதிரியக்கம் மூலம் கலைதல். அவிந்து போன வானக் கோள்கள் புத்துயிர் பெறுவதைப்பற்றி லாவ்ரோவ் மேற்கோள் காட்டுகிற (109ம் பக்கம்)²³¹ எல்லா அனுமானத் தத்துவங்களும் இயக்கத்தை இழுத்தல் என்பதை உட்கிடக்கையாகக் கொண்டுள்ளன. ஒரு தடவை கதிரியக்கம் செய்யப்பட்ட வெப்பம், அதாவது, அசல் இயக்கத்தின் வரம்பற்ற மிகப் பெரும்பகுதி, நிரந்தரமாக இழக்கப்பட்டதாகவே இருக்கிறது. ஹெல்ம்ஹோல்ட்டு கூற்றுப்படி இது, இன்றுவரை, 454ல் 453 பகுதியாகும். என்ன இருந்தாலும் கடைசியில் இயக்கம் தீர்ந்து போய், நின்றுவிடுகிற நிலைக்கு ஒருவன் வந்து சேருகிறான். இவ்விதம் இடவெளிக்குள் கதிரியக்கம் செய்யப்பட்ட வெப்பத்தைத் திரும்பவும் எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பது எடுத்துக் காட்டப்பட்டால் மட்டுமே பிரச்சினை இறுதியாகத் தீர்க்கப்பட்டதாகும். இயக்க நிலை மாறுதல் தத்துவம் இந்தப் பிரச்சினையைத் திட்டவாட்டமாக முன்வைத்துள்ளது; விடையைத் தள்ளி வைப்பதாலோ அல்லது தப்பித்துக்கொள்வதாலோ அதைத் தாண்டிச் சென்றுவிட முடியாது. ஆயினும் பிரச்சினை முன்றிறுத்தப்படும் அதே சமயத்தில் அதன் தீர்வுக்கான சூழ்நிலைகளும் அளிக்கப்பட்டுள்ளன—c'est autre chose*. இயக்கத்தின் நிலைமாறுதலும் அதன் அழியா நிலையும் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு 30 ஆண்டுகள் கூட ஆகவில்லை; அதன் பின்விளைவுகள் மேற்கொண்டு நுணுகி ஆராயப்பட்டது மிகச் சமீபத்திலேயே. இழக்கப்பட்டதாக மேலீடாகத் தோன்றும் வெப்பம் என்னவாயிற்று என்ற பிரச்சினை 1867 முதல் nettement posée** உள்ளது (கிளாவுஸியஸ்).²³² அது இன்னும் தீர்க்கப்படவில்லை என்பதில் வியப்பில்லை; நமது சிறிய சாதனங்களைக் கொண்டு நாம் ஒரு தீர்வை அடைய இன்னும் நீண்ட காலம் பிடிக்கலாம். ஆனால் இயற்கையில் மாயவித்தைகள் இல்லை என்பதும் பந்துருவ ஒளி முகிலின் ஆரம்ப வெப்பம் பிரபஞ்சத்திற்கு வெளியிலிருந்து அதற்கு

* இது மற்றொரு விஷயம்.—(ப-ர்.)

** சுத்தமாக முன்வைக்கப்பட்டு.—(ப-ர்.)

அளிக்கப்படவில்லையென்பதும் எவ்வளவு உறுதியோ அவ்வளவு நிச்சயமாக இந்தப் பிரச்சினைக்கும் தீர்வு காணப்படும். இயக்கத்தின் ஒட்டுமொத்தம் (die Masse) வரம்பற்றது, எனவே வற்றாத வளமுடையது என்ற பொதுவான உறுதியுரை ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட வழக்கின் தடங்கல்களைக் கடக்கச் சிறிதளவும் துணை புரிவதில்லை; எப்போதும் சக்தி இழத்தல் என்பதுடன் கட்டுண்டு கிடக்கிற, ஆகவே தற்காலிக வழக்குகளாக மட்டும் இருக்கிற, மேற்கூறிய அனுமானத் தத்துவங்கள் இடமளிக்கிற அவ்வழக்குகள் நீங்கலாக அவிந்துபோன பிரபஞ்சங்களை உயிர்ப்பிக்கவும் அது பயனற்றதே. அந்தச் சக்கரவட்டத்தின் தடம் இன்னும் காணப்படவில்லை; கதிரியக்கம் மாறிக் கலைந்து போன வெப்பத்தைத் திரும்பவும் பயன்படுத்துவதற்கான சாத்தியக்கூறு கண்டுபிடிக்கப்படும்வரை அதைக் காண இயலாது.

* * *

கிளாவுஸியுஸ் — if correct* — பிரபஞ்சம் சிருஷ்டிக்கப்பட்டது என்றும், இந்தக் காரணத்தால் வஸ்து சிருஷ்டிக்கப்பட இயலுவது என்றும், இந்தக் காரணத்தால் அதை அழிக்க இயலும் என்றும், இந்தக் காரணத்தால் சக்தி அல்லது இயக்கமும் கூடச் சிருஷ்டிக்கப்படவும் அழிக்கப்படவும் முடியும் என்றும், இந்தக் காரணத்தால் “சக்தியின் அழியா நிலை”த் தத்துவம் முழுவதும் பொருளற்றது என்றும், இந்தக் காரணத்தால் அதிலிருந்து அவர் வடித்த முடிவுகள் அனைத்தும் கூடப் பொருளற்றவை என்றும் நிரூபிக்கிறார்.

* * *

கிளாவுஸியுஸின் இரண்டாவது விதி முதலியன — எப்படித்தான் அதை வரையறுத்தாலும்—அளவு நிலை ரீதியாக அல்லாவிட்டாலும் பண்பு நிலை ரீதியாகவாவது ஆற்றல் இழக்கப்படுவதாகவே காட்டுகிறது. என்ட்ரோபியை (entropy) இயற்கை முறைகளால் அழிக்க முடியாது, ஆனால் அதை நிச்சய

* கூறுவது சரியாக இருந்தால்.—(ப-ர்.)

மாகச் சிருஷ்டிக்க முடியும். உலகக் கடிகாரம் சாவிக்கொடுத்து முடுக்கப்பட வேண்டும்; அதிலிருந்து அது ஒரு சமன நிலையை அடையும்வரை ஓடிக்கொண்டே இருக்கும்; பிறகு அதை மறுபடியும் ஓடச் செய்ய ஓர் அரிய விதையினால்தான் முடியும். அதன் பொறியை முடுக்குவதற்குச் செலவிடப்பட்ட ஆற்றல், குறைந்தபட்சம் பண்பு நிலை ரீதியாகவாவது, மறைந்துவிட்டது; அதைத் திரும்பவும் நிலைநாட்ட வேண்டுமெனில் புறத்திலிருந்து ஒரு தூண்டுகையிருந்தால் தான் முடியும். இதிலிருந்து, தொடக்க காலத்திலும் புறத்திலிருந்து ஒரு தூண்டுகை அவசியமாக இருந்தது; இதிலிருந்து பிரபஞ்சத்திலுள்ள இயக்கம் அல்லது ஆற்றலின் அளவு எப்போதுமே ஒரே அளவானதல்ல, இதிலிருந்து ஆற்றல் சிருஷ்டிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும், அதாவது, அது சிருஷ்டிக்கப்பட இயலுவதாக, எனவே அழிக்கப்பட இயலுவதாக இருக்க வேண்டும். Ad absurdum!

* * *

தாம்ஸன், கிளாவுஸியுஸ், லோஷ்மிட் இவர்களுக்கான முடிவு: விலக்கல் தன்னைத் தானே விலக்கிக் கொண்டு அதன் மூலம் ஊடகத்திலிருந்து திரும்பவும் வெளியேறி அவிந்துபோன வானக் கோள்களுக்குள் நுழைவதில்தான் இவை முந்திய நிலைக்கு வருதல் என்பது அடங்கியிருக்கிறது. ஆனால் இயக்கத்தின் உண்மையில் செயல்திறன் உள்ள அம்சம் விலக்கலே என்பதற்கும், கவர்ச்சி அதன் மந்தநிலை அம்சம் என்பதற்கும் நிரூபணம் அத்துடன் கூடவே அங்கேயே கிடக்கிறது.

* * *

வாயுக்களின் இயக்கத்தில்—ஆவியாகும் மாற்றப்போக்கில்—கட்டிகளின் இயக்கம் நேரடியாக மூலக்கூறுகளின் இயக்கமாக மாறுகிறது. ஆகையால், இங்குதான் இடைநிலை மாற்றம் நிகழவேண்டும்.

* * *

திரட்சி நிலைகள்—அளவு நிலையான மாற்றம் பண்பு நிலையானதாக மாறும் கணு நிலைகள்.

* * *

ஒட்டுப் பண்பு—வாயுக்களில் இது இன்மை நிலையில் உள்ளது—கவர்ச்சி, விலக்கலாக நிலைமாறுதல்; பின்சொன்னது வாஸ்தவத்தில் வாயுவினும் ஈதரிலும் (?) மட்டுமே உள்ளது.

* * *

அதீத பூஜ்ஜிய நிலையில் வாயு இருப்பதற்கான சாத்திய மில்லை; மூலக்கூறுகளின் இயக்கம் நின்றவிடுகிறது; மிகக் குறைந்த அழுத்தமும், எனவே அவைகளின் சொந்தக் கவர்ச்சியும் சேர்ந்து, அவற்றை ஒன்றுசேர நிர்ப்பந்திக்கின்றன. இதன் பின்விளைவு சாகவதமான வாயு என்பது அசாத்தியம்.

* * *

வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவத்தினால் mv^2 என்பது வாயுவின் மூலக்கூறுகளுக்கும் பொருந்தும் என நிரூபணம் செய்யப்பட்டுள்ளது. எனவே, கட்டிகளின் இயக்கத்திற்கு இருக்கிற அதே விதி மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்திற்கும் உண்டு: அவ்விரண்டிற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு இங்கு ஒழிக்கப்பட்டது.

* * *

மேல் நோக்கிச் செல்லப் பிரயாசைப்படுகிற மூலக்கூறுகள் அதே சமயத்தில் எவ்வாறு கீழ்நோக்கிய அழுத்தத்தை உண்டாக்க இயலும் என்பதையும்—பிரபஞ்சரீதியான அண்ட வெளியுடன் ஒப்புநோக்காக வளிமண்டலம் ஏறக்குறையச் சாகவதத்தன்மையுடையது என்று அனுமானித்துக்கொண்டு—புவி ஈர்ப்பு இருந்த போதிலும்கூட மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு புவி மையத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவிற்குச் செல்ல இயலும் என்பதையும், அப்படியிருந்தும் தூரத்தின் வர்க்கத்தை அனுசரித்து புவி ஈர்ப்புச் சக்தி குறைந்தம்கூட

அந்தக் குறிப்பிட்ட தொலைவில் இந்தச் சக்தியின் காரணமாக இந்தக் மூலக்கூறுகள் நின்றவிட வேண்டி அல்லது திரும்ப வேண்டி எவ்வாறு நிர்ப்பந்திக்கப்படுகின்றன என்பதையும் இயங்காற்றல் தத்துவம் எடுத்துக் காட்ட வேண்டியுள்ளது.

* * *

வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம்:

“ஒரு சுத்தமான வாயுவில்... கூட்டணுக்கள் தமது பரஸ்பரச் செயற்பாடு புறக்கணிக்கப்படத்தக்க அளவுக்கு அவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று அவ்வளவு தூரம் ஏற்கனவே விலகி நிற்கின்றன” (கிளாவுஸியஸ், 6ம் பக்கம்)²³³.

அவைகளிடையே உள்ள இடவெளிகளை நிர்ப்புவது எது? மேற்படி ஈதர்²³⁴ எனவே, மூலக்கூறு அல்லது அணுரீதியான ஸெல்களாகத் தெளிவாக மூட்டி இணைக்கப்படாத ஒரு வஸ்து இங்கு ஆராய்ச்சியின் அடிக்கோளாக உள்ளது.

* * *

தத்துவார்த்த வளர்ச்சியைச் சேர்ந்த பரஸ்பர எதிரிடையின் இயல்பு; horror vacui²³⁵ என்ற கருத்திலிருந்து உடனே சம்பூரணமாகச் சூன்னியமான பிரபஞ்ச அண்டவெளி என்ற கருத்திற்கும், அதன் பின்னரே, ஈதருக்கும் மாறிச் செல்லப்பட்டது.

* * *

ஈதர். ஈதர் ஏதாவது தடை உண்டாக்குகிறது என்றால் அது ஒளிக்கும்கூட அந்தத் தடையை உண்டாக்க வேண்டும்; எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் ஒளியினால் ஊடுருவ முடியாததாக வேண்டும். ஈதர் எவ்வகையில் ஒளியை வியாபகம் செய்கிறது என்றாலும், அது ஒளியின் ஊடகமாக இருப்பதால், அது ஒளிக்குத் தடையையும் உண்டாக்கியாக வேண்டும், இல்லையெனில் ஒளி அதை அதிர்வுக்கு உட்படுத்த இயலாது என்பதும் இதில் அடங்குகிறது.—மேட்லர்* எழுப்பிய, *История*

* இந்த நூலின் 450-51ம் பக்கங்கள்.—(ப-ர்.)

[லாவ்ரோவ்]²³⁶ குறிப்பிட்ட, தகராறுக்குரிய பிரச்சினைகளின் தீர்வு இது.

* * *

இயற்கையிலுள்ள மிகத் திட்டமான, மிக வெளிப்படையாகத் தெரிந்த எதிரிடைகள் ஒளியும், இருளும் என்பது நிச்சயமே; நான்காவது சுவிசேஷ (Gospel)²³⁷ காலமுதற்கொண்டு 18வது நூற்றாண்டின் lumières-ன்* காலம்வரை மதத்திலும் தத்துவவியலிலும் சொற்கோப்புக் கலையின் சொற்றொடர்களாக இவை எப்போதுமே பணியாற்றி வந்துள்ளன.

பிக்,²³⁸ 9ம் பக்கம்: “கதிர்மையமான வெப்பம் என்று சொல்லப்படுகிற இயக்க வடிவமானது எல்லாச் சாராம்சங்களிலும் நாம் ஒளி என்று அழைக்கிற இயக்க வடிவத்துடன் முற்றொருமை கொண்டுள்ளது என்பதை.... அந்த விதிபௌதிகவியலில் நீண்ட காலத்திற்கு முன்னரே திட்டமாக எடுத்துக் காட்டியுள்ளது”.* கிளர்க் மாக்ஸ்வெல்,²³⁹ 14ம் பக்கம்: “இந்த (கதிர்மைய வெப்பத்தின்) கிரணங்கள் ஒளிக்கிரணங்களின் எல்லாப் பௌதிகப் பண்புகளையும் பெற்று, பிரதிபலிக்க இயலுவதாகவும் உள்ளன, முதலியன.... சில வெப்பக் கிரணங்கள் ஒளிக்கிரணங்களுடன் முற்றொருமை பூண்டுள்ளன; வேறு இதர வகையான வெப்பக் கிரணங்கள் நமது கண்களினின்று எவ்விதப் புலக்கிளர்ச்சியையும் உண்டாக்குவதில்லை.”

எனவே, இருட்டான ஒளிக்கதிர்கள் உள்ளன; ஒளிக்கும் இருளுக்கும் இடையே இருந்த பிரபல எதிரீடு இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் ஒரு சம்பூரணமான எதிரீடு என்பதாக இருப்பதிலிருந்து மறைந்துவிடுகிறது. இடை நிகழ்வாக, மிக ஆழ்ந்த இருட்டும் மிகப் பிரகாசமான ஒளியும் நமது கண்களைக் கூசச் செய்கிற அதே விளைவையே உண்டாக்குகின்றன; இம்முறையில் நமக்கு அவை முற்றொருமை பூண்டவை.

உண்மை என்னவெனில், அதிர்வின் நீளத்தை அனுசரித்து சூரியனின் கிரணங்கள் வெவ்வேறு விளைபயன்களைப்

* அறிவு.—(ப-ர்.)

** கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

பெற்றுள்ளன: மிக அதிக அலைநீளம் பெற்றவை வெப்பத்தை அறிவுறுத்துகின்றன; நடுத்தர அலைநீளம் உள்ளவை ஒளியையும், மிகக் குறுகிய அலைநீளம் உள்ளவை இரசாயனச் செயற்பாட்டையும் தெரியப்படுத்துகின்றன (செக்கி, 632ம் பக்கம், பின்வருவனவும்); இம்மூன்று செயற்பாடுகளின் உச்சபட்சம் மிக அருகில் நெருங்கி வருவதால் வெளிப்புறக் கதிர் திரள்களின் உள்ளீடான குறைந்த பட்சம், அவைகளின் செயற்பாட்டைப் பொறுத்தவரை, ஒளிக்கதிர் திரளுக்குள் வருகின்றன.²⁴⁰ எது ஒளி எது ஒளியில்லாதது என்பது கண்ணின் அமைப்பைச் சார்ந்துள்ளது. இராக்காலப் பிராணிகள், வெப்பக் கிரணங்களுடையதல்ல ஆனால் இரசாயனக் கதிர்களின் ஒரு பகுதியைப் பார்ப்பது சாத்தியமாகலாம்; ஏனெனில், அவைகளுடைய கண்கள் நம்முடையவற்றைவிடச் சிறிய அலை நீளங்களுக்குத் தகவமைப்பு பெற்றவை. மூன்று வகைகளுக்குப் பதிலாக ஒரே ஒரு வகைக் கதிரை மட்டும் (விஞ்ஞான ரீதியாக நாம் அறிந்தது ஒன்றே; மற்றதனைத்தும் பக்குவமற்ற முடிவே) ஒருவன் அனுமானித்துக் கொண்டால் மேற்கூறிய கஷ்டம் மறைந்துவிடும்; அந்த ஒருவகைக் கதிர், அலைநீளத்தை அனுசரித்து, வெவ்வேறான, ஆனால் குறுகிய எல்லைகளுக்குள் ஒத்தியல்பான விளைபயன்களைப் பெற்றுள்ளது.

* * *

ஒளி, வண்ணம் இவற்றைப் பற்றிய தத்துவத்தை ஹெகல் சுத்தமான சிந்தனையிலிருந்து அமைக்கிறார்; அப்படிச் செய்யும் பொழுது அவர் திருத்தமற்ற பிலிஸ்டைனின் அனுபவத்தைச் சேர்ந்த படுமோசமான அனுபவவாதக் குட்டைக்குள் (இந்த விஷயம் அக்காலத்தில் தெளிவாக்கப்படாததால் இதற்கு ஓரளவு நியாயம் கற்பித்தாலும்) விழுகிறார்; உதாரணமாக, ஒவியர்களால் உபயோகிக்கப்படுகிற வண்ணக் கலவைகளை நியூட்டனுக்கு எதிரான சான்றாகக் கூறுகிறார் (314ம் பக்கம், கீழே).²⁴¹

* * *

மின்னியக்கம். தாம்ஸனின் அத்தைப்பாட்டிக் கதைகளைப் பொறுத்தவரை ஹெகல் நூலின் பக்கங்கள் 346-47ல் மிகப் பொருந்தியவாறு அவைகளே உள்ளன.* — மறுபுறத்தில், ஹெகல் திரவப்பொருள் தத்துவம், மின்வஸ்துத் தத்துவம் இவற்றிற்கு நேர் எதிர்மாறாக உராய்வு மின்னியக்கம் அழுத்தமே என முன்னமேயே கருத்தோட்டம் கொண்டுள்ளார் (347ம் பக்கம்).

* * *

“மின்னியக்கத் துகள்கள் அவைகளிடையே உள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்தை அனுசரித்து ஒன்றையொன்று தலைகீழ் விசித்தத்தில் விலக்குகின்றன” என்று கூலோன் கூறுகிற பொழுது இதை நிரூபிக்கப்பட்ட தொன்றாக தாம்ஸன் அமைதியாக எடுத்துக்கொள்கிறார் (358ம் பக்கம்).²⁴² மேற்படி விதமாகவே (366ம் பக்கத்தில்) மின்னியக்கம் நேர்நிலை, எதிர்நிலையான இரண்டு திரவப்பொருள்களைக் கொண்டது என்றும் அவற்றின் துகள்கள் ஒன்றை யொன்று விலக்குகின்றன என்றும் கூறுகிற அனுமானத் தத்துவம். கேவலம் வளிமண்டல அழுத்தத்திலேயே ஒரு மின் ஏற்றம் பெற்ற பண்டத்தில் மின்னியக்கம் இருக்க வைக்கப்படுகிறது என்று (360ம் பக்கத்தில்) கூறப்படுகிறது. அணுக்களின் (அல்லது மூலக் கூறுகளின்—இதைப் பற்றிய குழப்பம் இன்னும் உண்டு) எதிரிடைகளான துருவங்களில் பாரடே மின்னியக்கத்தின் இருப்பிடத்தை வைத்தார்; இதன் மூலம் முதன் முதலாக மின்னியக்கம் ஒரு திரவப்பொருள் அல்ல, அது ஓர் இயக்கவடிவம், ஒரு “சக்தி” (378ம் பக்கம்) என்ற கருத்தை வெளியிட்டார். மிகப் பொருந்திய பொருளாயதவியல்புடையது மின்பொறியே என்பதுமட்டும்தான் பழைய தாம்ஸனின் தலைக்குள் எவ்விதத்திலும் புக மறுக்கிறது!

கணநேரம் மட்டுமே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம்—முதலிலும் அத்துடன் இரண்டாவதாகவும் பின்திருப்பப்பட்ட மின்னோட்டம்—“வோல்டா மின்கல அடுக்கிலிருந்து

* இந்த நூலின் 187-190ம் பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

உண்டாக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தில் பங்குபற்றுவதைவிட அதிகமாக வேய்டன் முகவையின் மின்போக்கிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்திலேயே பங்குபற்றுகிறது” என்று பாரடே ஏற்கனவே 1822ல் கண்டுபிடித்திருந்தார்; இரகசியம் முழுவதும் இங்குதான் உள்ளது (385ம் பக்கம்).

எல்லாவித அத்தைப்பாட்டிக் கதைகளுக்கும் விஷயப் பொருளாக இருப்பது மின்பொறி; அவை தற்போது விசேஷ வழக்குகள் அல்லது பிரமைகள் என அறியப்பட்டுள்ளன: ஒரு நேர்நிலைப் பண்டத்திலிருந்து கிளம்புகிற மின்பொறி “கதிர் களின் கற்றை, புருசு, கூம்பு” என்றும், அதன் முனையே மின்போக்கின் முனை எனவும், மறுபுறத்தில் எதிர்நிலை மின்பொறி ஒரு “நட்சத்திரம்” (396ம் பக்கம்) எனவும் சொல்லப்படுகிறது. குறுகியதொரு மின்பொறி எப்போதும் வெண்மை நிறத்தது எனவும், நீண்டதொன்று வழக்கமாகச் சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்தது எனவும் சொல்லப்படுகிறது. (பாரடேயின் மின்பொறியைப்பற்றிய மிக ஆச்சரியகரமான முட்டாள்தனம் — 400ம் பக்கம்.)* ஓர் உலோக கோளத்தால் [மின் இயந்திரத்தின்] பிரதம கடத்தியிலிருந்து பெறப்படுகிற மின்பொறி வெண்மை நிறத்தது, கையினால் பெறப்படுவது கருஞ்சிவப்பு, நீர்மமான ஈரத்தால் பெறப்படுவது சிவப்பு (405ம் பக்கம்) எனக் கூறப்படுகிறது. மின்பொறி, அதாவது ஒளி, “மின்னியக்கத்தில் உள்ளார்ந்திருப்பது அல்ல, ஆனால் கேவலம் காற்று அமுக்கப்படுதலால் நிகழும் விளைவே” எனச் சொல்லப்படுகிறது. “மின்பொறி காற்றின் மூலமாகப் பாயும்பொழுது அது அத்துமீறிய வகையிலும், திடரெனவும் அமுக்கப்படுகிறது” என்பது பிலடெல் பியாவில் கின்னர்ஸ்லி நடத்திய பரிசோதனை வாயிலாக நிரூபிக்கப்படுகிறது; அதன்படி, மின்பொறி “திடரெனக் குழாய்க்குள் காற்றின் செறிவின் மையை உண்டாக்கி குழாய்க்குள் தண்ணீரை ஓட்டி விடுகிறது (407ம் பக்கம்). 30 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், ஜெர்மனியில் விண்டர்லும்

* இந்த நூலின் 189-191ம் பக்கங்களைப் பார்க்க.—(ப-ர்.)

இதரர்களும் “நெருப்பின்* அதே இயல்பை” மின்பொறி அல்லது மின் விளக்கு பெற்றுள்ளது என்றும் இரண்டு மின்னியக்கங்கள் ஐக்கியமாவதாலேயே அது எழுகிறது எனவும் நம்பினர். இதற்கு எதிராக தாம்ஸன் அந்த இரண்டு மின்னியக்கங்களும் எங்கு ஒளிமிகக் குறைவாக உள்ளதோ அங்கு தான் ஐக்கியமாகின்றன என்றும் நேர்நிலை முனையிலிருந்து அது மூன்றில் இரண்டு பங்கு தூரத்திலும், எதிர்நிலை முனையிலிருந்து மூன்றில் ஒரு பங்கு தூரத்திலும் நிகழ்கிறது என்றும் வெகு பொறுப்பாக நிரூபிக்க முன்வருகிறார்! (409-410ம் பக்கங்கள்). இங்கு இன்னும் கூட நெருப்பு புராணக்கதைகளில் கண்டவாறே கருதப்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

அதே பொறுப்புணர்வுடன் தாம்ஸன், டெஸ்ஸேனின் பரிசோதனைகளை மேற்கோள் காட்டுகிறார்; அவற்றின் பிரகாரம், பாரமணி ஏறிக்கொண்டும், வெப்பநிலை வீழ்ந்து கொண்டும் இருக்கும்பொழுது, கண்ணாடி, அம்பர், பட்டு முதலியன பாதரசத்தில் மூழ்குவிக்கப்பட்டால் எதிர்மின்னேற்றம் பெறுகின்றன; ஆனால் பாரமணி வீழ்ந்து கொண்டும் வெப்பநிலை ஏறிக்கொண்டும் இருக்கும்போது நேர்மின்னேற்றமும்; வேனிற்காலத்தில் அசுத்த பாதரசத்தில் எப்போதும் நேர்மின்னேற்றமும், சுத்தமான பாதரசத்தில் எதிர்மின்னேற்றமும் பெறுகின்றன; வேனிற்காலத்தில் பொன்னும் இதர உலோகங்களும் சூடேற்றப்பட்டால் நேர்மின்னேற்றமும் குளிர்விக்கப்பட்டால் எதிர்மின்னேற்றமும், குளிர்காலத்தில் தலை கீழாகவும் ஏற்றம் பெறுகின்றன; ஏறும் பாரமணியும், வடக்கு காற்றும் உள்ளபோது அவை “மிக்க மின்னேற்றத் தன்மை”யை, வெப்பநிலை ஏறும் போது நேர்நிலையும், வீழும்போது எதிர்நிலையுமான ஏற்றத்தைப் பெறுகின்றன, முதலியன (416ம் பக்கம்).

வெப்பத்தைப் பொறுத்து விஷயங்கள் எவ்வாறு இருந்தன: “வெப்பமின்னியக்க விளைபயன்களை உண்டாக்க வேண்டுமெனில் வெப்பத்தை ஊட்டவேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. சங்கிலித் தொடரின் ஒரு பகுதியில் வெப்பநிலையை*

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

மாற்றுகிற* எதுவும்... காந்த முள்ளின் கோட்டத்தில் ஒரு பிறழ்ச்சியை நிகழ்த்துகிறது”. உதாரணமாக, பனிக்கட்டியைக் கொண்டு ஓர் உலோகத்தைக் குளிரவைப்பது அல்லது ஈதரை ஆவியாக்குதல்! (419ம் பக்கம்).

மின்-இரசாயனத் தத்துவம் “குறைந்த பட்சம் மிகவும் கூர்மதியுடையது, சரி எனத் தோன்றுகிறது” என ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது (438ம் பக்கம்).

நீண்ட காலத்திற்கு முன்னரே பாப்ரோனியும், வொல்லாஸ்டனும், சமீபத்தில் பாரடேயும் இரசாயன மாற்றப்போக்குகளின் சாமானியமான பின்விளைவே வொல்டா மின்னியக்கம் என்று உறுதியாகக் கூறினார்கள்: பாரடே அந்த திரவத்தில் அணுக்கள் இடப்பெயர்ச்சியாவதைப் பற்றிய சரியான விளக்கத்தையும் கூட அளித்து, மின்னாற்பகுப்பின் விளைபலனின் அளவை வைத்து மின்னியக்கத்தின் அளவை அளவிடு செய்ய வேண்டும் என்றும் ஸ்தாபித்தார்.

பாரடேயின் துணையுடன் தாம்ஸன்,

“ஒவ்வொரு அணுவும் அதே அளவு மின்னியக்கத்தால் இயல்பாகவே சூழப்பட்டிருக்க வேண்டும்; இதனால், இந்த அம்சத்தில் வெப்பமும், மின்னியக்கமும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கும்”!* (454ம் பக்கம்) என்ற விதிக்கு வந்து சேருகிறார்.

* * *

நிலையான மின்னியக்கமும், விசையியல் மின்னியக்கமும். இயற்கையில் ஏற்கனவே இருக்கிற மின்னியக்கத்தை ஓர் அழுத்த நிலையாக, மின்னியக்க வடிவத்தில் ஆனால் ஒரு சமன நிலையில், நடுவுநிலை கொண்டதாக வைப்பதே நிலையான அல்லது உராய்வு மின்னியக்கமாகும். எனவே இந்த அழுத்த நிலையை—மின்னியக்கத்தின் வியாபகத்தின்போது அதைக் கடத்த முடிகிற அளவுக்குக் கடத்த முடியுமானால்—நீக்கி விடுவதும் கூட ஒரே அடியில், ஒரு மின்பொறியின் மூலம் நிகழ முடியும்; அது நடுவு நிலையைத் திரும்பவும் ஸ்தாபிக்கிறது.

* கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

இதற்கு மாறாக, விசையியல் அல்லது வோல்டா மின்னி யக்கம் என்பது இரசாயன இயக்கத்தை மின்னியக்கமாக மாற்றுவதால் உண்டாகிற மின்னியக்கமாகும். சில திட்டமான சூழ்நிலைகளில் துத்தநாகம், தாமிரம் முதலானவற்றின் கரைசலிலிருந்து அது உண்டாக்கப்படுகிறது. இங்கு அழுத்தம் முனைப்பாக இல்லை, ஆனால் நீடித்ததாக உள்ளது. ஒவ்வொரு வினாடியிலும் இதர ஏதோ ஓர் இயக்க வடிவத் திலிருந்து புதிய + மின்னியக்கமும் — மின்னியக்கமும் உண்டாக்கப்படுகிறது; ஏற்கனவே இருக்கிற + மின்னியக்கம் + என்றும்—என்றும் பிரிக்கப்படுவதில்லை. இது ஒரு தொடர்ந்த மாற்றப்போக்காகும்; எனவே அதன் விளைபயனான மின்னியக்கம் வினாடி நேர அழுத்த நிலையாகவும் மின்போக்காகவும் இருக்கிற வடிவத்தைத் தாங்குவதில்லை; மாறாக, அது ஒரு தொடர்ந்த மின்னோட்டமாகும்; எந்த இரசாயன இயக்கத் திலிருந்து அது எழுந்ததோ அதுவாகவே திரும்பவும் அதைத் தருவங்களில் மாற்ற முடியும்; இந்த மாற்றப் போக்கை மின் னோற்பகுப்பு என அழைக்கிறோம். இந்த மாற்றப்போக்கிலும் அத்துடன் கூடவே இரசாயனச் சேர்க்கையின் மூலம் (வெப்பத்திற்குப் பதில் இதில் மின்னியக்கம் விடுபடுகிறது; உண்மையில் இதர சூழ்நிலைகளில் விடுவிக்கப்படுகிற வெப்பத்தின் அளவுக்குச் சமமாக மின்னியக்கம் விடுவிக்கப்படுகிறது, குத்ரீ, 210ம் பக்கம்)²⁴³ மின்னியக்கம் உண்டாக்கப்படுவதிலும் திரவத்தில் மின்னோட்டத்தைச் சுவடுபிடித்துச் செல்ல முடியும். (அண்டையிலுள்ள மூலக்கூறுகளில் அணுக்களின் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது—இதுவே மின்னோட்டம்.)

இந்த மின்னியக்கம் ஒரு மின்னோட்டத்தின் இயல்பைப் பெற்றிருக்கிற அதே காரணத்தால் நேரடியாக நிலையியல் மின்னியக்கமாக மாற முடியாது. ஆயினும் ஏற்கனவே நடுவு நிலை மின்னியக்கமாக இருந்து கொண்டிருப்பதை மின் எழுப்பு திறனால் நடுவுநிலையை இழக்கச் செய்யலாம். விஷயங்கள் இருக்கிற நிலைமையில் மின் எழுப்பு திறன் பெற்ற மின்னியக்கம் எது அதை எழுப்புகிறதோ அதைப் பின்பற்ற வேண்டியுள்ளது; எனவே அதுவும் அதைப் போலவே பாயும் இயல்பைப் பெற வேண்டும். மறுபுறத்தில், இது மின்னோட்

டத்தைச் சுருக்கி நிலையியல் மின்னியக்கமாக, அல்லது ஒரு விதத்தில் மின்னோட்டத்தின் பண்புடன் அழுத்த நிலையின் பண்பையும் இணைக்கிற ஓர் உயர்மட்ட வடிவமாக மாற்றுவதற்கான சாத்தியக்கூறையும் தெளிவாக அளிக்கிறது. இது மின்னோட்டத்தின் இயந்திரத்தால் தீர்வு காணப்பட்டது. அது மின் எழுப்பு திறன் பெற்ற ஒரு மின்னியக்கத்தை அளிக்கிறது; இது அந்தப் பயனை விளைவிக்கிறது.

* * *

தற்காலத் தத்துவத்தின் பிரகாரம், காந்தச் சட்டத்தின் ஓரின துருவங்களின் விலக்கலை ஓரின மின்னோட்டங்களின் கவர்ச்சியைக் கொண்டு விளக்கும் முறை இயற்கையின் இயக்க இயலுக்குப் பொருத்தமான எடுத்துக்காட்டாகும் (குத்ரீ, 264ம் பக்கம்).

* * *

மின்-இரசாயனம். இரசாயனச் சிதைவிலும், இணைப்பாக்கத்திலும் மின்பொறி உண்டாக்குகிற விளைபயனை விவரிக்கும் போது வீடெமான் அது அதிகமாக இரசாயனவியல் கவலைப் பட வேண்டிய விஷயம் என்று பிரகடனம் செய்கிறார்.²⁴⁴ அதே வழக்கைப் பௌதிகவியலே அதிகமாகக் கவலைப் படவேண்டிய விஷயம் என்று இரசாயனவியல்வாதிகள் பிரகடனம் செய்கின்றனர். இவ்விதமாக மூலக்கூறுகளின் விஞ்ஞானமும், அணுக்களின் விஞ்ஞானமும் சந்திக்கிற முனையில் இருதுறையினரும் தகுதியற்றவர்கள் எனப் பிரகடனம் செய்து கொள்ளுகின்றனர்; ஆனால் மிகச் சரியாக இந்த முனையில் தான் ஆகப் பெரிய விளைவுகளை எதிர்பார்க்க வேண்டியுள்ளது.

* * *

உராய்வும், மோதலும் சம்பந்தப்படுகிற பண்டங்களில் ஓர் உள்ளார்ந்த இயக்கத்தை, மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன; இந்த இயக்கம் சூழல்களை அனு

சரித்து வெப்பம், மின்னியக்கம் முதலியனவாகப் பாகுபாடு செய்யப்படுகின்றது. ஆயினும், இந்த இயக்கம் தற்காலிகமானதே: *cessante causa cessat effectus**. ஒரு திட்டமான கட்டத்தில் அவை அனைத்தும் சாகுவதமான மூலக்கூறு மாற்றமாக, ஓர் இரசாயன மாற்றமாக நிலைமாறுதல் பெறுகின்றன.

[இரசாயனவியல்]

* * *

இரண்டு பண்டங்களின் இரசாயன உறவுக் கவர்ச்சி அதில் ஒவ்வொன்றிலும் உள்ளடங்கியுள்ள, இரண்டுக்கும் பொதுவான மூன்றாவதொரு பண்டத்தைச் சார்ந்தே உள்ளது என்ற லவூவாஸீயே காலம் வரை பரவலாகக் கொள்ளப்பட்டிருந்த குழந்தைத்தனமான கண்ணோட்டத்துடன், யதார்த்தத்தில் இரசாயன ரீதியாக ஒரே சீரான வஸ்துவின் இயக்கம் — பழங்காலத்தியதாக இருந்தாலும் — முழுமையான ஒப்பியல்பு கொண்டுள்ளது. (காப், *Entwicklung*, 105ம் பக்கம்).²⁴⁵

* * *

முந்தைய வழக்கமான நடைமுறைக்குத் தகவமைப்பு செய்யப்பட்ட பழைய சவுகரியமான முறைகள், இதர துறைகளுக்கு எப்படி மாற்றப்பட்டு அங்கு தடங்கல்கள் ஆக நிற்கின்றன என்பது: இரசாயனவியலில் கூட்டுப் பொருட்களின் ஆக்கத்தைச் சதவிகிதக் கணக்கில் கணக்கீடு செய்தல்; இரசாயனச் சேர்க்கையில் ஒரே நிலைத் தகவுப் பொருத்த, பன்மடங்கு தகவுப் பொருத்த விதிகளைக் கண்டுபிடிப்பதை அசாத்தியமாக்கியதில் எல்லாவற்றையும்விட இது மிகவும் பொருந்திய முறையாக இருந்தது; உள்ளபடியாகவே, மிக நீண்டகாலத்திற்கு அவற்றைக் கண்டுபிடிக்க இயலாத தாக்கியது.

* * *

அணுவியலுடன் இரசாயனவியலில் புதிய சகாப்தம் துவங்குகிறது (எனவே, லவூவாஸீயே அல்ல, டால்டன் தான் நவீன இரசாயனவியலின் தந்தை); இதற்கு ஒத்திசைவாகப்

* காரணமாக இல்லாமற்போவது காரியமாகவும் இல்லாமற்போகும்.—(ப-ர்.)

பௌதிகவியலில் மூலக்கூறுத் தத்துவத்துடன் அது துவங்குகிறது. (வேறுபட்ட வடிவத்தில், ஆனால் சாராம்சத்தில் இந்த மாற்றப்போக்கின் மறுபக்கத்தைப் பிரதிபலிக்கிற முறையில் இயக்க வடிவங்களின் நிலைமாறுதல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதிலிருந்து.) இந்தப் புதிய அணுவியல் இதற்கு முந்திய எல்லா வற்றிலிருந்தும் கீழ்க்கண்டவைகளால் வேறுபட்டு நிற்கிறது: வஸ்து என்பது கேவலம் தனித்துவமானவைகளைக் கொண்டது என்று அது (முட்டாள்கள் தவிர்த்து) சாதிப்பதில்லை; பல்வேறு கட்டங்களின் தனித்துவமான பகுதிகள் (ஈதர் அணுக்கள், இரசாயன அணுக்கள், கட்டிகள், வானுலகக் கோள்கள்) என்பன பொதுவாக வஸ்துவினுடைய பல்வேறு பண்பு ரீதியான நிலைநிற்புப் பாங்குகளை—எடையற்ற நிலை, விலக்கல் வரைக்குமே—நிர்ணயிக்கிற பல்வேறு கணுநிலைகளேயாம்.

* * *

அளவுநிலை பண்புநிலையாக மாறுபாடு அடைவது: மிக எளிதான எடுத்துக்காட்டு, ஆக்ஸிஜனும் ஒஜோனும் (OZONE). இதில் 2:3 என்ற விகிதம் முற்றிலும் வெவ்வேறான பண்புகளை, வாசனை உட்படவும் கூட, சிருஷ்டிக்கிறது. இதைப் போலவே இரசாயனவியல் இதர அலோட்ரோப் பண்டங்களையும் மூலக்கூறின் அணு எண்ணிக்கையில் உள்ள வேறு பாட்டைக் கொண்டு விளக்குகிறது.

* * *

பெயர்களின் முக்கியத்துவம். கரிம இரசாயனவியலில் ஒரு பண்டத்தின் முக்கியத்துவம், எனவே அதனுடைய பெயரும் கூட, கேவலம் அதன் ஆக்கத்தினால் இனிமேல் நிர்ணயிக்கப்படுவதில்லை; ஆனால், சரியாகச் சொல்லுவதெனில், அது எந்தத் தொடர்வரிசையைச் சேர்ந்ததோ அந்தத் தொடர் வரிசையில் அது வகிக்கும் ஸ்தானத்தால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஒரு பண்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர்வரிசையைச் சேர்ந்ததாக நாம் கண்டால் அதைப் புரிய அதன் பழைய பெயர் ஒரு தடங்கலாக ஆகிறது; எனவே அதற்குத் தொடர்வரிசைப் பெயரையே இட வேண்டும் (பாரபின்கள் முதலியன).

[உயிரியல்]

* * *

எதிர்ச்செயல். ஒவ்வொரு எதிர்ச்செயல் நிகழும்போதும் இயந்திரமுறையிலான, பௌதிக (வெப்பம் என்கிற முதலானவைகள்) எதிர்ச்செயல் தீர்ந்து போகிறது. இரசாயன எதிர்ச்செயல், எதிர்ச்செயற்படும் பண்டத்தின் ஆக்கத்தை மாற்றுகிறது; பின்சொன்னதின் ஓர் அளவை மறுபடியும் கூட்டினால் மட்டுமே அது புதுப்பிக்கப்படுகிறது. உயிர்ப்புள்ள வஸ்து மட்டுமே சுயேச்சையாக — ஆனால் அது அதனுடைய சக்தியின் துறைக்கு (தூக்கம்) உட்பட்டும் ஊட்டம் அளிக்கப்படுவதை அனுமானித்துக்கொள்வதற்குட்பட்டும் — எதிர்ச்செயல்படுகிறது; ஆனால் ஊட்டம் கிடைப்பது என்பது கீழ்நிலை உயிரிகளைப்போல உடனடியாக அல்லாமல் அது செரித்த பிறகே பலன் அளிக்கிறது; இதனால் உயிர்ப்புள்ள வஸ்துவுக்கு எதிர்ச்செயலுக்கான சுயேச்சையான சக்தி உள்ளது, அது ஊடாக இருந்து இந்தப் புதிய எதிர்ச்செயல் விளைவிக்கப்பட வேண்டும்.

* * *

வாழ்வும், மரணமும். மரணத்தை வாழ்வின் முக்கியமானதோர் ஆக்கக்கூறுக (குறிப்பு, ஹெகல், "Enzyklopädie", I, 152-153ம் பக்கங்கள்),²⁴⁶ வாழ்வின் நிலைமறுப்பு வாழ்விலேயே சாராம்சத்தில் உள்ளடங்கியிருப்பதாகக் கருதாத எந்த உடலியலும் விஞ்ஞான ரீதியானது என ஏற்கனவே எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறதில்லை; இதனால் வாழ்வின் அவசியமான விளைவான மரணத்துடன் அது ஒப்புநோக்காகவே

எப்போதும் சிந்திக்கப்படுகிறது; மரணம் எப்போதும் வாழ்வில் கரு உருவத்தில் இருக்கிறது. வாழ்வைப் பற்றிய இயக்க இயல் ரீதியான கருத்தோட்டம் இதற்குமேல் இல்லை. ஆனால் ஒருவன் இதை ஒரு தடவை புரிந்துகொண்டானெனில் ஆத்மாவின் சிரஞ்சீவித்தனத்தைப் பற்றிய பேச்சு முழுவதும் ஒழிந்து போகும். மரணம் என்பது, ஒன்று, உயிர்ப்புள்ள உடல் அழிந்து, அதனுடைய ஆக்கமாக இருந்த இரசாயன ஆக்கக்கூறுகளைத் தவிர வேறென்றையும் அது பின்னால் விட்டுச் செல்வதில்லை, அல்லது, அது ஒரு ஜீவாம்சமான கோட்பாட்டை, ஏறத்தாழ ஓர் ஆத்மாவை, விட்டுச் சென்றும் அது மனிதர்களுக்கு மட்டுமின்றி எல்லா உயிருள்ள அங்கஜீவிகளுக்குப் பின்னும் கூடத் தொடர்ந்து வாழ்கிறது. ஆதலால், இங்கு இயக்க இயல் வாயிலாக வாழ்வு மரணம் இவற்றின் இயல்பைக் குறித்துச் சுலபமாகத் தெளிவடைவதின் மூலம் ஒரு பழங்கால மூட நம்பிக்கையை ஒழிக்கப் போதுமானதாகிறது. வாழ்வது என்றால் இறப்பது என்பதே.

* * *

Generatio aequivoca*. இதுவரை நடந்துள்ள எல்லா விசாரணைகளும் கீழ்க்கண்ட அளவுக்கு வந்துள்ளன: அழுகிய தான, உயிர்ப்புள்ள வஸ்துவைக் கொண்ட, காற்று சம்பந்தப்பட வாய்ப்புள்ள, திரவப்பொருள்களில் புரோடிஸ்டா, பங்கி காளான்கள், இன்புசோரியாக்கள் என்ற கீழ் நிலை உயிரிகள் உண்டாகின்றன. அவை எங்கிருந்து தோன்றுகின்றன? Generatio aequivoca ரீதியில் உண்டானவையா அல்லது வளிமண்டலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட கரு மூலங்களால் உண்டானவையா? இதன் விளைவாக விசாரணை ஒரு மிகக் குறுகிய துறை அளவுக்கு, பிளாஸ்மாகனி (plasmogony)²⁴⁷ என்ற பிரச்சினை யின் அளவுக்கு, வரையறை செய்யப்பட்டு நிற்கிறது.

இதர உயிரிகள் சிதைந்து அழுகுவதாலேயே புதிய உயிர்ப்புள்ள அங்க ஜீவிகள் எழ முடியும் என்ற அனுமானம் சாராம்சத்தில் மாறா இனவகைகள் என்ற கருத்து மேலோங்கி

* தன்னியல் உயிர்தோற்றம்.—(ப-ர்.)

யிருந்த சகாப்தத்தைச் சேர்ந்தது. அந்தக் காலத்தில் மிகச் சிக்கலான அமைப்பு கொண்டது உட்பட எல்லா அங்க ஜீவிகளின் தோற்றமும் உயிர்ப்பற்ற பொருட்களிலிருந்து முதலில் ஜனனம் பெற்றவை என்றே அனுமானிக்கும்படியான நிர்ப்பந்தத்தில் மனிதர்கள் இருந்தனர்; அவர்கள் சிருஷ்டிச் செயலின் உதவியை நாடவிரும்பவில்லையெனில் உயிர்ப்புள்ள உலகத்திலிருந்து ஏற்கனவே பெறப்பட்ட உருவாக்கமான பொருளைக் காட்டி அதிலிருந்து அந்த மாற்றப்போக்கை உடனே விளக்கலாம் என்ற கண்ணோட்டத்திற்குச் சுலபமாக வந்து சேர்ந்தனர்; உயிர்ப்பற்ற வஸ்துவிலிருந்து இரசாயன முறைகளின் மூலம் நேரடியாக ஒரு பாலூட்டியை உற்பத்தி செய்ய முடியும் என்று இனிமேல் நம்புவதற்கு யாரும் தயாராக இல்லை.

ஆயினும், இந்த அனுமானம் விஞ்ஞானத்தின் இன்றைய நிலையுடன் நேரடியாக வந்து மோதுகிறது. உயிர்ப்புள்ள உடல்கள் செத்து அவை சிதைந்து அழுகும் மாற்றப்போக்கை இரசாயனவியல் பகுப்பாய்வு செய்ததினால், இந்த மாற்றப்போக்கின் ஒவ்வொரு தொடர்ச்சியான படியிலும் அது மேலும் மேலும் செத்துப் போன வஸ்துக்களையே உண்டாக்குகிறது என்றும், அவை உயிர்ப்பற்ற உலகத்தையே மேலும் மேலும் நெருங்கி நிற்கின்றன என்றும், உயிர்ப்புள்ள உலகத்தால் அவை மேலும் மேலும் குறைவாகவே பயன்படுத்தப்பட இயலும் என்றும், இந்த மாற்றப்போக்கை வேறொரு திசைக்குத் திருப்பிவிட முடியுமென்றும், சிதைந்து அழுகிய தின் விளைபொருட்கள் போதுமான அளவுக்கு ஆரம்பத்திலேயே ஒரு பொருத்தமான முன்னமேயே இருக்கிற அங்கஜீவியினால் உட்கொண்டு கிரகிக்கப்படும்பொழுது மட்டுமே அவைகளைப் பயன்படுத்துவது என்பது நிகழ முடியும் என்றும் நிரூபிக்கிறது. உயிரணு அமைப்பு உண்டாவதின் மிகச் சாராம்சமான வாகனமாக இருக்கிற புரோடீன் என்கிற புரதப் பொருளே முதலில் சிதைந்து அழுகிறது. இன்றுவரை அது திரும்பவும் எப்போதுமே உண்டுபண்ணப்படவில்லை.

இன்னும் கூட. இந்த விசாரணைகளில் உயிர்ப்புள்ள திரவப்பொருட்களிலிருந்து எவைகளின் ஆதிமூலமான

ஜனனம் விவாதப் பிரச்சினையாக உள்ளதோ அந்த அங்க ஜீவிகள், ஒப்புநோக்கும்போது கீழ்நிலைச் சீரைச் சேர்ந்தவையாக இருந்தாலும்கூட, திட்டமாக பாக்கீரியாக்கள், ஈஸ்ட்கள் முதலான பல்வேறு கட்டங்களைக் கொண்ட, சக்கரவட்ட வாழ்வுகளைப் பெற்றவையாக அவை வகை செய்யப்பட்டுள்ளன; அவற்றில் ஒரு பகுதியான இன்புசோரியாக்கள் போன்றவை ஓரளவுக்கு நன்கு வளர்ச்சிபெற்ற உறுப்புகளையும் பெற்றுள்ளன. அவை அனைத்தும் குறைந்தபட்சம் ஓரணு உயிரிகளாகவாவது உள்ளன. ஆனால் கட்டமைப்பற்ற மொனேராவுடன் நமக்குப் பரிச்சயம் ஏற்பட்டதிலிருந்து, கட்டமைப்பற்ற உயிர்ப்புள்ள புரதப் பொருளிலிருந்தன்றி செத்த வஸ்துவிலிருந்து ஒரே ஓர் அணுவின் தோற்றத்தைக்கூட நாம் நேரடியாக விளக்க விரும்புவதும், எதை உண்டாக்க இயற்கைக்குப் பல்லாயிரமாண்டுகள் பிடித்தனவோ அதையே இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் உண்டாக்கச் சிறிதளவு நாற்றம் பிடித்த நீரைக் கொண்டு இயற்கையை நிர்ப்பந்தித்துவிட முடியும் என நம்புவதும், முட்டாள்தனமாகிவிட்டது.

இத்திசையில் பாஸ்டேரின் பரிசோதனைகள்²⁴⁸ பயனற்றவை; இந்த சாத்தியக்கூறில் நம்பிக்கையுள்ளவர்களுக்கு அவர் தமது பரிசோதனைகளைக் கொண்டுமட்டும் அதன் சாத்தியமற்ற நிலையை நிரூபித்துவிட முடியாது; ஆனால் அப்பரிசோதனைகள் அந்த அங்கஜீவிகள், அவற்றின் வாழ்வு, அவற்றின் கருமூலங்கள் ஆகியவற்றின்மீது புதிய வெளிச்சம் காட்டுவதால் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையே.

மேரித்ஸ் வாக்னர், "Naturwissenschaftliche Streitfragen", I [Augsburger "Allgemeine Zeitung" அனுபந்தம், அக்டோபர் 6,7,8, 1874]²⁴⁹

தமது ஆயுட்காலத்தின் கடைசியில் லீபிஹ் வாக்னருக்கு அனுப்பிய அறிக்கை (1868):

“வஸ்துவைப் போலவே உயிரும் மிகப் பழைமையானது, சாகவதமானது என்று மட்டுமே நாம் அனுமானிக்க

லாம்; உயிரின் தோற்றத்தைப் பற்றிய தர்க்கத்திற்குரிய விஷயம் முழுவதும் இந்தச் சாமானிய அனுமானத்தால் பைசலாகிவிடுவதாகவே எனக்குப் படுகிறது. யதார்த்தம் சம்பந்தப்பட்டவரை, கார்பனையும் அதனுடைய கூட்டுப் பொருள்களையும்போல(!)* அல்லது பொதுவாகச் சிருஷ்டிக்க இயலாததும் அழிக்க முடியாததுமானவஸ்துமுழுவதும் அண்டவெளியில் இயக்கத்திலுள்ள வஸ்துவுடன் சாகவதமாகக் கட்டுண்டு கிடக்கும் சக்திகளையும்போல, அங்கக உயிரும் தொடக்க கால முதலே இருப்பதாக ஏன் கருதக்கூடாது?” லீபிஹ் மேலும் கூறியதாவது (இது 1868 நவம்பரில் என வாக்னர் நம்புகிறார்):

அங்கக உயிரும் பிரபஞ்ச அண்டவெளியிலிருந்து நமது கோளில் “இறக்குமதி” செய்யப்பட்டது என்ற அனுமானம் “ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்கதே” எனத் தாமும்கூடக் கருதுவதாகக் கூறினார்.

ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் (தாம்ஸனுடைய *Handbuch der theoretischen Physik* என்ற நூலின் ஜெர்மன் பதிப்பு, IIம் பாகம், முகவுரை):

“நமது முயற்சிகள் அனைத்தும் உயிர்ப்பற்ற வஸ்து விலிருந்து அங்கஜீவிகளை உற்பத்தி செய்யத் தோல்வி கண்டால்* உயிர் என்பது எப்போதாவது உண்டானதுண்டா, அது வஸ்துவைப்போல அவ்வளவு பழைமையானதா இல்லையா, அதனுடைய கரு மூலங்கள் ஒரு வானக் கோளிலிருந்து மற்றொன்றுக்குப் புடை பெயர்ந்து சாதகமான சூழல்கள் காணப்பட்ட இடங்களிலெல்லாம் வளர்ந்தனவா இல்லையா என்ற பிரச்சினையை எழுப்புவது முழுமையாகவே சரியானதொரு செய்முறையாகும் என எனக்குத் தோன்றுகிறது.”²⁵⁰

வாக்னர்:

“வஸ்துவை அழிக்க இயலாது, அது இறப்பற்றது, அதை... இன்மையாகச் செய்ய எந்தச் சக்தியாலும் இயலாது என்ற யதார்த்தக்கூறு அது ‘சிருஷ்டிக்கப்பட இயலாது’ என்ற முடிவுக்கு வர ஓர் இரசாயன வியல்வாதிக்குப் போதுமானதாக உள்ளது*.... ஆனால் தற்போது மேலோங்கியுள்ள கண்ணோட்டத்தின்படி(?) உயிர் என்பது, மிகக் கீழ்நிலையிலுள்ள அங்கஜீவிகளில் உள்ளடங்கிய ஏதோ

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

சில சாதாரண மூலகங்களில் உள்ளார்ந்து இருக்கிற கேவலம் ஒரு 'பண்பு' மட்டுமே என்றும் இந்த அடித்தளமான பண்டங்களையும் அவற்றின் கூட்டுப் பொருள்களையும்*(!!) போல இந்தப் பண்பு இயற்கையான நிகழ்ச்சிப் போக்கின் படி மிகவும் பழையமையான, அதாவது, தொடக்கம் முதல் இருக்கும் பண்பாக இருக்க வேண்டும் என்றும் கருதப்படுகிறது. இந்தத் தரத்தில், ஜீவ சக்தி என்பதாகக் கூட, லீபிஹ் கூறுவதைப்போல ("Chemische Briefe", 4ம் பதிப்பு) அதாவது 'பௌதிக சக்திகளுக்குள் உள்ளுறைந்தும், அவற்றுடன் சேர்ந்தும் உள்ள ஓர் உருவாக்கக் கோட்பாடு' என்பதாக, ²⁰¹ எனவே வஸ்துவுக்கு வெளியிலிருந்து செயல்புரியாததாக, ஒருவன் சொல்ல முடியும். வரம்பற்ற அண்ட வெளியில் எண்ணற்ற ஸ்தலங்களில் ஊழிகால முதற்கொண்டே இருக்கிற பொருத்தமான சூழல்களில் மட்டுமே... இந்த ஜீவ சக்தி தன்னை 'வஸ்துவின் ஒரு பண்பாக' வெளிப்படுத்திக் கொள்கிறது; இவை பல்வேறு காலகட்டங்களிடையில் அண்டவெளியில் தங்களுடைய இருப்பிடங்களைப் பல தடவையும் மாற்றிக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.' எனவே, பண்டைய திரவப் பொருளாக இருந்த பூமியின்மீதோ அல்லது இன்றைய சூரியன்மீதோ உயிர் இருப்பது சாத்தியமில்லை; ஆனால் அந்தப் பிரகாசமான கோள்கள் பிரம்மாண்டமாக விரிந்த வளிமண்டலங்களைப் பெற்றுள்ளன; தற்போதையக் கண்ணோட்டங்களை அனுசரித்து, அண்டவெளி முழுவதும் மிக அருகியதாக வியாபித்து நிறைந்துள்ள அதே பொருள்களை இவ்வளிமண்டலங்கள் கொண்டுள்ளன; அவை கோள்களால் ஈர்க்கப்படவும் செய்கின்றன. நெப்டியூன் கோளின் நீள்வட்டப் பாதைக்கும் அப்பால் செல்கிற, இந்தச் சூரிய மண்டலம் தோன்றிவளர்ந்த சுழன்றுகொண்டிருந்த ஒளி முகில் கட்டியில் "அளவிடற்கரிதான உயரம்வரைகார்போனிக் அமிலத்தால்(!)" செறிவுற்ற வளிமண்டலத்தில் நீராவிக்கக் கரைந்துள்ள தண்ணீர் முழுவதும் (!) அத்துடன் கூடவே மிகக் கீழ்நிலையிலுள்ள உயிர்ப்புள்ள கருமூலங்களின் வாழ்வுக்குத் தேவையான (!) அடிப்படைப் பொருள்களும்" உள்ளடங்கியிருந்தன; "அங்கக வாழ்வுக்குத் தேவையான சூழ்நிலைகள் எல்லாக் காலங்களிலும் எங்காவது காணப்பட வேண்டும் என்ற அனுமானத்தை முழுமையாகவே நியாயப் படுத்தும்* முறையில் மிகவும் வித்தியாசப்பட்ட பிரதேசங்களில் மிகவும் வேறுபடுகிற வெப்ப நிலைகள்" அதில் மேலோங்கி

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

யிருந்தன. இதன் பிரகாரம், வானத்தில் சுழன்று கொண்டிருந்த ஒளிமுகில் கட்டிகளின் வளிமண்டலங்களைப் போலவே வானத்துக் கோள்களுடையவற்றையும் உயிர்ப்புள்ள வடிவத்தின் சாசுவதமான உறைவிடங்களாக, உயிர்ப்புள்ள கருமூலங்களின் சாசுவதமான விளைநிலங்களாகக் கருத வேண்டும்." — ஆன்டீஸ் மலைத்தொடரில் பூமத்திய ரேகைக்கும் கீழே வளிமண்டலத்தில் 16 ஆயிரம் அடிகள் உயரம்வரை மிக நுண்ணிய உயிருள்ள புரோடிஸ்டா கண்ணுக்குப் புலப்படாத அதன் கருமூலங்களுடன், இன்றும் கூட ராசிகளாக இருந்து கொண்டிருக்கின்றன. அவை "ஏறக்குறைய எங்கும் நிறைந்தன"வையாக உள்ளன என்று பெர்டி கூறுகிறார். சுடர்விடும் வெப்பம் எங்கு அவைகளைக் கொல்கிறதோ அங்கு மட்டும் தான் அவை இல்லை. "எல்லா* வானக்கோள்களின் நீராவி மண்டலங்களிலும் கூட, எங்கெங்கு பொருத்தமான சூழ்நிலைகள் காணப்படுகின்றனவோ அங்கெல்லாம்" அவை (vibrionidce முதலியன) "வாழ்கின்றன எனக் கருதிக் கொள்ளலாம்."

"கோள் கருத்துப்படி, ஒரு கன மிலிமீட்டரில் 633,000, 000 பாக்டீரியா கிருமிகள் இருக்கிற அளவுக்கு, ஒரு கிராம் எடைக்கு 636,000,000,000 இருக்கிற அளவுக்கு, அவை மிக நுண்மையானவை. மைக்ரோகாக்கி கிருமிகள் இன்னும் கூடச் சிறியன", ஆனால் அவையே ஆகச் சிறியனவல்ல என்பது சாத்தியம். ஆனால் ஆகிருதியில் பல்வேறு வகையான "Vibrionidce... சில சமயங்களில் உருண்டையாகவும், சில சமயங்களில் முட்டை வடிவமாகவும், சில சமயங்களில் கழிபோல நீளமாகவும், அல்லது புரியுள்ளதாகவும்" உள்ள அவை, இதனால், ஒரு கணிசமான முக்கியத்துவம் உள்ளதொரு வடிவத்தை முன்னமேயே பெற்றிருக்கின்றன). "வானக்கோள்களின் பௌதிக சூழ்நிலைகள் மாறுகின்றன; உற்பத்தி செய்யப்பட்ட தனிப்பட்ட இன ரகங்கள் இடவெளி ரீதியாகப் பிரிந்துள்ளன: இதன் விளைவான தனிப்பட்டவைகளின் வேறுபடுத்தன்மை, புதிதாகப் பெறப்படுகிற குண வியல்புகளைத் தனது ஈற்றுக்கு மரபு வழியாக மாற்றிக்கொடுப்பதற்குள்ள திறன் இவற்றின் அடிப்படையில்... மிகச் சாமானியமான(!), நடுநிலையான, தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கு மிடையே ஊசலாடுகிற தொடக்க கால முதலே உள்ள உயிரிகளைப் போன்றவை அல்லது அவற்றை யொத்தவையிலிருந்து*, மிக நீண்டதான காலகட்டங்களினூடே இயற்கையின் இரண்டு

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

ராச்சியங்களையும் சேர்ந்த பல்வேறு வகையான, உயர்ரக உடலமைப்பு பெற்ற எல்லா உயிருள்ள ஜீவிகளும் வளர்ந்திருக்க இயலும், வளர்ந்திருக்க வேண்டும்;* இந்த நல்ல அஸ்திவாரம் பெற்ற அனுமானத் தத்துவத்திற்கு எதிராக இதுவரைக்குமே செல்லத்தக்கதோர் ஆட்சேபம் எழுப்பப்பட்டதில்லை.”

இரசாயனவியலின் எல்லையில் நிற்கிற விஞ்ஞானமாக உயிரியல் இருந்த போதிலும் இதில் லீபிஹ் எவ்வளவு தூரம் மேல்போக்கான ஈடுபாடுடையவர் என்பதற்கு இந்த நிருபணம் குறித்துக்கொள்ளத்தக்கது.

அவர் டார்வினுடைய நூலை 1861ல் தான் முதல் தடவை யாக வாசித்தார்; டார்வினுக்குப் பிந்திய முக்கியமர்ன உயிரியல், தொல்லுயிரியல்-பூகர்ப்பவியல் நூல்களை வெகு காலம் கழித்தே படித்தார். லாமார்க்கின் நூல்களை “வாசித்ததே கிடையாது”. “அதைப்போலவே பல்வேறு படைப்பு களிடையே உள்ள இனத்தொகுதிரீதியான தொடர்பின்மீது எவ்வளவோ குறிப்பிடத்தக்க வெளிச்சம் வீசுகிற Cephalodos புதைபடிவத்தைப்பற்றிய, 1859க்கும் முன்னரே வெளிவந்த கிரி. லி. புஹ், ஓர்பினி, முன்ஸ்டர், கிளிப்ஷ்டைன், ஹாயர், குவென்ஸ்டெட் ஆகியோரின் முக்கியமான, தொல்லுயிரியல் ரீதியான, விசேஷ ஆராய்ச்சிகளும் முழுமையாகவே அவருக்கு அறியாதனவாக இருந்தன. மேற்கூறிய விஞ்ஞானிகள் அனைவரும்... தங்களுடைய மனோசங்கற்பத்திற்கெதிராக யதார்த்த உண்மைகளினால் லாமார்க்கின் வம்சவழி பற்றிய அனுமானத் தத்துவத்திற்கு வரும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டனர்.” இவையத்தனையும் டார்வினுடைய நூலுக்கு முன்னதாகப் “புதைபடிவ உயிரிகளை ஒப்புநோக்கி ஆராய்வது என்பதுடன் மிக நெருக்கமாக சம்பந்தப்படுத்திக் கொண்ட விஞ்ஞானிகளின் கண்ணோட்டங்களிலெல்லாம் வம்சவழித்தத்துவம் முன்னதாகவே அமைதியாகவேர்பிடித்து விட்டது.... 1832ம் ஆண்டிலேயே கிரி. லி. புஹ் தமது “Über die Ammoniten und ihre Sonderung in Familien” என்ற கட்டுரையிலும், பெர்லின் விஞ்ஞானக் கழகத்தின் முன் 1848ல் படித்த கட்டுரையிலும் அவர் கல்வடிவப் புதைபடிவ விஞ்ஞானத்தில் (!) ‘உயிரிவடிவங்களின் பொது உருரீதியான சம்பந்தம் அவைகளின் பொதுவான வம்ச வழிக்கு அறிகுறி என்ற லாமார்க்கின் கருத்தை’ வெகு திட்ட

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

மாகப் புகுத்தினார்”. 1848ல் அவர் அம்மோனைட்டுகள் பற்றிய தமது ஆராய்ச்சியின் விளைவான பிரகடனத்திற்குக் கீழ்கண்டதை அடித்தளமாகக் கொண்டார்: “பழைய வடிவங்கள் மறைந்து புதியவைகள் தோன்றுவது அங்ககப் படைப்புகள் முற்றிலும் அழிவதின் பின்விளைவு என்பதல்ல; வாழ்க்கையின் சூழ்நிலைகள் மாறுவதின் விளைவாகவே பழைய வடிவங்களிலிருந்து புதிய இனவகைகள் உருவாகின்றன என்பதற்கு அதிக சாத்தியக் கூறுகள் உள்ளன.”*

குறிப்புரை. “சாசுவத உயிர்”, அது இறக்குமதி செய்யப் படல் என்ற மேற்கூறிய அனுமானத் தத்துவம் கீழ்கண்டதை முன்னராகம் செய்கிறது:

1) புரதப்பொருள் சாசுவதமாக இருத்தல்.

2) எல்லாவித உயிர்ப்பும் வளர இயலுகிற தொடக்க கால வடிவங்கள் சாசுவதமாக இருத்தல். இவை இரண்டும் ஒத்துக்கொள்ளத்தக்கவை அல்ல.

முதலாவது கூற்றைக் குறித்து. — கார்பனைப்போலவே கார்பன் கூட்டுப் பொருள்களும் சாசுவதமானவை என்ற லீபிஹ்ஹின் உறுதியுரை பொய் இல்லாவிட்டாலும், ஐயத்திற்குரியது.

(அ) கார்பன் ஒற்றை மூலகமுள்ளதா? இல்லையெனில், அது அந்நிலையில் சாசுவதமானதல்ல.

(ஆ) கலவை, வெப்பநிலை, அழுத்தம், மின் அழுத்தம் முதலானவைகளின் ஒரே மாதிரியான சூழ்நிலைகளில் கார்பன் கூட்டுப் பொருள்கள் எப்போதுமே திரும்ப உற்பத்தி யாகின்றன என்ற அர்த்தத்தில் அவை சாசுவதமானவை. உதாரணமாக, CO₂, CH₄ என்ற ஆக்சு சாமானிய கார்பன் கூட்டுப் பொருள்கள் தொடர்ந்து புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, மறுபடியும் அழிந்துபோகின்றன—உள்ளபடியாக, மூலகங்களிலிருந்தே உண்டாகி மூலகங்களுக்குள்ளாகவே மறைகின்றன என்பதாக—அன்றி எல்லாக் காலங்களிலும் ஏறத்தாழ எல்லா இடங்களிலும் அவை இருக்கின்றன என்ற அர்த்தத்தில் அவை மட்டுமே சாசுவதமாக இருக்க வேண்

*கோடிட்டது எங்கெல்ஸ்.—(ப-ர்.)

டும் என்று இதுவரைக்கும் உறுதியுரையாகக் கூறப்படவில்லை. இதர கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களின் அதே அர்த்தத்தில் உயிர்ப்புள்ள புரதப்பொருளும் சாகுவதமானது என்றால் அது அதன் மூலகங்களாகத் தொடர்ந்து சிதைய வேண்டும் என்பது மட்டுமின்றி—இப்படி நிகழ்வது அனைவரும் அறிந்த தே—அந்த மூலகங்களிலிருந்து தொடர்ந்து புதிதாக அது, அதுவும் முன்னதாகவே உள்ள உயிர்ப்புடைய புரதப்பொருளின் ஒத்துழைப்பின்றியே, உற்பத்தி செய்யப்படவும் வேண்டும்—இது லீபிஹ் வந்து சேர்ந்த முடிவுக்கு நேர் எதிரானது.

(இ) நாம் அறிந்தவற்றிலேயே மிகவும் சமனநிலையற்ற கார்பன் கூட்டுப் பொருள் புரதப்பொருளேயாகும். அதற்கே அலாதியாக உள்ள செயற்பாடுகளை நிறைவேற்றும் திறனை, அதாவது உயிர் என்று நாம் கூறுவதை, இழந்தவுடன் அது சிதைந்துவிடுகிறது; இந்தத் திறனின்மை இப்போதோ பிறகோ தோன்றித்தான் ஆகவேண்டும் என்பது அதனுடைய இயல்பிலேயே உள்ளார்ந்து நிற்கிறது. அதனுடைய வெப்ப நிலையின் உயர்மட்ட எல்லை 100°C ஆக அவ்வளவு கீழ் நிலையில் இருக்கிறபொழுது, அண்டவெளியில் சீதோஷ்ணம், அழுத்தம், ஊட்டக்குறைவு, காற்று முதலானவைகளில் நிகழக் கூடிய சகல மாற்றங்களையும் அது சகித்து, சாகுவதமாக இருப்பதாக உத்தேசிக்கப்படுகிற கூட்டுப் பொருள் இதுவே! அறியப்பட்டுள்ள இதர எந்தக் கார்பன் கூட்டுப் பொருளுடையதையும் விடப் புரதப்பொருளின் நிலைநிற்புக்கு அவசியமான சூழ்நிலைகள் வரம்பற்ற சிக்கலானவையாகும்; ஏனெனில் பௌதிக, இரசாயனச் செயற்பாடுகள் மட்டுமின்றி அத்துடன் கூட ஊட்டம், சுவாசம் முதலான செயற்பாடுகளும் இங்கு நுழைகின்றன; அதற்கு, பௌதிக, இரசாயன ரீதியாக மிகக் குறுகி வரையறுக்கப்பட்ட ஓர் ஊடமைப்பு தேவையாகிறது—எல்லாச் சாத்தியமான மாறுதல்களிலும் சாகுவதமாகத் தன்னை ஸ்திரப்படுத்திக் கொண்டுள்ளது என ஒரு வன் ஊகிக்க வேண்டியது இந்த ஊடமைப்பா? “Ceteris paribus* இரண்டு அனுமானத் தத்துவங்களில் எளிதான

*மற்ற சூழ்நிலைகள் அதே மாதிரியாக இருந்தால்.— (ப-ர்.)

தையே தேர்ந்தெடுக்கிறார்” லீபிஹ்; ஆனால், ஒரு விஷயம் மிக எளிதாகவே தோற்றமளிக்கலாம், ஆயினும் அது மிகச் சிக்கலானதாகவும் இருக்கலாம்.

ஊழிகாலத்திலிருந்தும் அதனூடேயும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாகத் தங்களது பிறப்பைச் சுவடு கண்டு தொடருகிற, எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் எப்போதுமே தங்களது குடிமூலமரபு தெளிவாக ரகம் பிரிக்கப்பட்டு ஸ்திரப்படுகிற அளவுக்குப் போதுமானதை மிச்சம் விட்டுவைத்து வருகிற உயிர்ப்புள்ள புரதப் பொருள்களின் எண்ணற்ற தொடர்ந்த வரிசைகள் என்று அனுமானித்துக் கொள்வது மிகமிகச் சிக்கலானதோர் அனுமானமாகும்.

மேலும், வானக் கோள்களின் வளிமண்டலங்கள், விசேஷமாக ஒளிமுகில்களின் வளிமண்டலங்கள், தொடக்க காலத்தில் வெப்பத்துடன் சுடர் வீசிக்கொண்டிருந்தன; ஆதலால், அவை புரதப் பொருள்களுக்கு உகந்த இடமல்ல; எனவே, அண்டவெளியே, கடைசிபட்சமாக, பெரும் சேமிப்புக் களாகப் பணியாற்ற வேண்டும்—ஆனால் அது காற்றோ அல்லது ஊட்டமோ அற்றதொரு சேமிப்புக்களன், அதன் வெப்பநிலையோ எந்தப் புரதப் பொருளும் இயங்கவோ தன்னை ஸ்திரப்படுத்திக் கொள்ளவோ இயலாதது!

இரண்டாவது கூற்றைக் குறித்து. — இங்கு குறிப்பிடப் படுகிற விப்பிரியோக்களும் மைக்ரோகாக்கியும் ஏற்கனவே மிகவும் வகை வேறுபாடு பெற்ற உயிரிகளாகும்—தங்களது புறச் சவ்வைக் கழித்துவிட்ட ஆனால் உட்கருவற்ற புரதப் பொருள் கட்டிகளாகும். அப்படியிருப்பினும், வளரத்திறனுள்ள புரதப் பொருள்களின் வரிசைகள் முதன் முதலாக உட்கருவை உருவாக்கி ஒரு ஜீவ அணுவாகின்றன—ஜீவ அணுவின் புறச்சவ்வு என்பது அப்பொழுது கூடுதலான ஒரு வளர்ச்சியாகிறது (Amoeba Sphaerococcus). இதிலிருந்து இங்கு விசாரணையிலுள்ள அங்கஜீவிகள், இதற்கு முந்திய எல்லா ஒப்புமைகளையும் கொண்டு பார்க்கும்போது, ஒரு முட்டுச் சந்திற்குள் வறட்டுத்தனமாகச் செல்லும் ஒரு தொடர் வரிசையைச் சேர்ந்தவையாகவே உள்ளன; உயர் மட்ட அங்க

ஜீவிகளின் மூதாதையர்களிடையே இவற்றைச் சேர்த்து எண்ணிக்கையிட இயலாது.

உயிரைச் செயற்கையாக உற்பத்தி செய்ய முயற்சிப்பதின் மலட்டுத்தனத்தைப்பற்றி ஹெல்மோல்ட்டுஸ் கூறுவது சுத்தக் குழந்தைத்தனமானது. புரதப் பொருள்களுடைய இருத்தலின் பாங்கே உயிர்; அதன் சாராம்சமான ஆக்கக்கூறின் உள்ளடக்கம் அவைகளின் புறத்தே உள்ள இயற்கைச் சூழலுடன் தொடர்ந்தாற்போன்ற வளர்சிதைமாற்ற ரீதியான பரிமாற்றம் கொள்வதேயாம்; இந்த வளர்சிதை மாற்றம் நிற்கும்போது* அதுவும் நின்றுவிடுகிறது; புரதப்பொருளும் சிதைந்து போகிறது. இரசாயன ரீதியாகப் புரதப் பொருள்களைத் தயாரிப்பது என்பது எப்போதாவது வெற்றி பெறுமெனில் அப்போது அவை உயிரின் இயல்நிகழ்ச்சியை நிச்சயமாகவே வெளிப்படுத்தும்; வளர்சிதை மாற்றத்தை, அது எவ்வளவுதான் பலவீனமாகவும் குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமேயானாலும், நிறைவேற்றியே தீரும். ஆனால் அப்படிப்பட்ட பொருள்கள் அதிகப்பட்சம் மிகமிகத் திருத்தமற்ற மொனேராவின், ஒருவேளை அதைவிடக் கீழ்நிலையான உயிரிகளின் வடிவத்தைப் பெற்றிருக்கலாம் என்பது நிச்சயம்; பல்லாயிரம் ஆண்டுகள் நீடித்த பரிணாமத்தின் மூலம் வகை வேறுபாடு செய்யப்பட்டுப்போன, உள்ளடக்கத்திலிருந்து ஜீவ அணுவின் புறச்சவ்வு வேறுபட்டுப்போய் மரபு வழியாக வேறொரு திட்டமான வடிவம் பெற்றுவிட்ட அங்கஜீவிகளின் வடிவத்தை எவ்விதத்திலும் அவை பெற்றிருக்க இயலாது. அப்படியாயினும், புரதப்பொருளின் இரசாயன ஆக்கத்தைப்

*இப்படிப்பட்ட வளர்சிதை மாற்றம் உயிர்ப்பற்ற பொருள்களிலும் கூட நிகழ்முடியும்; நாளடைவில் அது எங்கும் நிகழ்கிறது; ஏனெனில், மிக மந்த நிலையிலாயினும் இரசாயன எதிர்ச்செயல்கள் எங்கும் நிகழ்கின்றன. ஆயினும் வேறுபாடு எங்கு தோன்றுகிறது எனில் வளர்சிதை மாற்றத்தால் உயிர்ப்பற்ற பொருள்கள் அழிக்கப்படுகின்றன; ஆனால், அதே பொழுதில், உயிர்ப்புள்ள பொருள்களில் அதுவே அவற்றின் நிலைநிற்புக்கு அவசியமான நிபந்தனையாகிறது. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

பற்றி நாம் இன்று அறிந்திருப்பதற்கு மேல் தெரியாமலிருக்கும்போது, ஆதலால் இன்னும் நூறாண்டுகளுக்குச் செயற்கையாக அதைத் தயாரிப்பது என்பதை நினைக்கவும் முடியாதவரை, நமது முயற்சிகள் முதலானவை முற்றும் தோற்றுவிட்டன எனப் புகார் கூறுவது கேலிக்கூத்தாகும்!

புரதப் பொருள்களின் குணம்சமான செயற்பாடு வளர்சிதை மாற்றமே என்று மேலே கூறப்பட்ட உறுதியுரைக்கு எதிராக டிராவுபேயின் “செயற்கை ஜீவ அணுக்களின்”²⁵² வளர்ச்சி என்பது ஆட்சேபமாக வைக்கப்படலாம். ஆனால் இங்கு என்டாஸ்டோமோலிஸ் மூலமாக கேவலம் ஒரு திரவம் மாறுதலின்றிக் கிரகிக்கப்படுவது மட்டுமே உள்ளது; ஆனால் அதே பொழுதில் வளர்சிதை மாற்றம் என்பதில் பொருட்சத்துகளைக் கிரகிப்பது உள்ளது; இதில் அவைகளின் இரசாயன ஆக்கம் மாறுதலடைகிறது; அவை அங்கஜீவியால் செரிமானம் செய்யப்படுகின்றன; அவற்றின் மிச்சசொச்சம் அந்த அங்கஜீவியின் வாழ்வினுடைய மாற்றப்போக்கால் அதனுடைய இரசாயனச் சிதைவுப் பொருள்களுடன் சேர்த்துக் கழிவு செய்யப்படுகிறது.* டிராவுபேயின் “ஜீவ அணுக்களுடைய” முக்கியத்துவம் என்னவெனில் என்டாஸ்டோமோலிஸ் என்பதையும் வளர்ச்சி என்பதையும் இரண்டுபட்ட விஷயங்களாக அவை காட்டுகின்றன; உயிர்ப்பற்ற இயற்கையிலும் கூட கார்பன் இல்லாமலும் அவற்றை உண்டாக்க முடியும் என்பதேயாம்.

*குறிப்பிடத்தக்கது — முதுகெலும்பற்ற முதுகெலும்பி களைப்பற்றி நாம் எப்படிப் பேச வேண்டியுள்ளதோ அதை முற்றும் ஒத்த முறையில் உறுப்பமைதியற்ற, வடிவமற்ற, வகை செய்யப்படாத புரதப் பொருள் கட்டியை ஓர் அங்கஜீவியாகச் சொல்லைச் சூட்டி அழைக்க வேண்டியுள்ளது— இயக்க இயல்ரீதியாக இது அனுமதிக்கத்தக்கதே; ஏனெனில், நோடோகார்ட் என்ற குருத்தெலும்புத் தண்டு என்பதில் முதுகெலும்புத் தண்டு என்பது உள்ளார்ந்திருப்பதுபோல முதலில் தோன்றிய புரதப் பொருள் கட்டியில் “அதனுள்ளேயே” கரு உருவில் உயர்மட்ட அங்க ஜீவிகளின் வரம்பற்ற முழுத் தொடர்வரிசைகளும் உள்ளடங்கி நிற்கின்றன. [எங்கெல்ஸ் குறிப்பு.]

சுற்றிலும் உள்ள நீரில் கரைந்து கிடக்கிற ஆக்ஸிஜன், கார்பன் டையாக்சைடு, அம்மோனியா, இன்னும் சில உப்புக்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து தனக்கு ஊட்டம் தேடிக்கொள்ளும் திறனை, புதிதாக எழுந்த இந்தப் புரதப் பொருள் கட்டி பெற்றிருக்க வேண்டும். உயிர்ப்புள்ள ஊட்டச் சத்துகள் தயார்நிலையில் இருக்கவில்லை; ஏனெனில், இந்தக் கட்டிகள் ஒன்றையொன்று நிச்சயமாகவே விழுங்க முடியாது. உட்கரு கூட இல்லாமல் இரண்டு நீரக அணுக்களை உடைய நுண்பாசி வகை முதலானவற்றை உட்கொண்டு இருக்கிற இன்றைய மொனேரா அவற்றைவிட எவ்வளவோ உயர்மட்டத்தில் இருக்கிறதையும், வகைவேறுபாடு செய்யப்பட்ட அங்க ஜீவிகளின் முழுத் தொடர்வரிசைகளையும் அது முன்னறிவிக்கிறதையும் அது மெய்ப்பிக்கிறது.

* * *

இயற்கையின் இயக்க இயல்—குறிப்பீடுகள்.

“இயற்கை”, எண் 294, பின்வருவன. இன்புசோரியாக்களைப் பற்றி ஆல்மான்²⁵³. ஓரணுத்தன்மை, முக்கியம்.

பனிக்கட்டிக் காலக்கூறுகள், பூகர்ப்ப காலம்²⁵⁴ பற்றி குரோல்.

“இயற்கை”, எண் 326. Generatio²⁵⁵ பற்றி டிண்டல். குறிப்பான அமுகலும் நொதித்தலும் பற்றிய பரிசோதனைகள்.

* * *

புரோடிஸ்டா. 1. ஜீவ அணு அமைப்பற்றது, புரதப் பொருளின் ஒரு சாமானிய கட்டியாகத் தொடங்கி ஏதோ ஓர் உருவத்தில் போலிக்கால்களை நீட்டவும் சுருக்கவும் செய்கிறது; மொனேராவும் இதில் அடங்குகின்றன. இன்றைய மொனேரா அவற்றின் துவக்க கால வடிவங்களிலிருந்தும் நிச்சயமாகவே மிக வேறுபட்டுள்ளன; ஏனெனில், பெரும்பாலும் அவை உயிர்ப்புள்ள பொருளை, நுண்பாசியையும், இன்புசோரியாக்களையும் (அதாவது, தங்களைவிட உயர்

மட்டத்திலுள்ள, தங்களுக்குப் பிறகு தோன்றியவற்றை) உட்கொண்டு வாழ்கின்றன; ஹெக்கலின் படம் I²⁵⁶ காட்டுவது போல அவற்றுக்கு வளர்ச்சி வரலாறு உண்டு, அவை ஜீவ அணு அமைப்பற்ற ciliate swarm-spores என்ற வடிவத்தின் ஊடே செல்கின்றன.

வடிவத்தை நோக்கியே எல்லாப் புரதப் பொருட்களின் குணம்சமான போக்கியல்பும் உள்ளது என்பது இங்கு முன் கூட்டியே தெளிவுபடுகிறது. இந்தப் போக்கியல்பு ஜீவ அணு அமைப்பற்ற Foraminiferaவில் இன்னும் பிரசித்தமாகத் தெரிகிறது; மிகக் கலைநுணுக்கம் வாய்ந்த மேலோடுகளை (காலனிகள், பவழங்கள் முதலியவை இதில் தொக்கியுள்ளன) அவை கழிவுப் பொருள்களாக வெளித்தள்ளுகின்றன; குழாய்போன்ற Algae (Siphonae) களிலும்—இவை வெறும் உருவமைதியற்ற புரதப் பொருள்களாக இருந்தாலும் கூட—உயர்மட்டத் தாவரங்களின் அடிமரம், செடித்தண்டு, வேர், இலை இவற்றின் வடிவம் தொக்கி நிற்பதுபோல Foraminiferaவிலும் உயர்மட்டச் சிப்பி இனவகைகளின் வடிவம் தொக்கி நிற்கிறது. எனவே, Amoebaவினிருந்து Protamoebaவை வேறுபடுத்த வேண்டும்.*

2. ஒருபுறத்தில் Actinophrys sol (நிக்கல்ஸன்²⁵⁷, 49ம் பக்கம்) என்ற சூரியச் சிற்றுயிரில் (Sun animalcule) தோல் (ectosarc), முகுளம் அடுக்குகளிடையே (endosarc) வேறுபாடு எழுகிறது. தோல் போலிக்கால்களை வெளித்தோற்றுவிக்கிறது (Protomyxa aurantiacaவில் இது முன்னதாகவே இடைநிலை ரீதியான தொன்றுகிவிடுகிறது—ஹெக்கல், படம் I பார்க்க). பரிணமத்தின் இந்தச் செல்வழியில் புரதப் பொருள் வெகுதூரம் சென்றுவிடவில்லை எனத் தோன்றுகிறது.

3. மறுபுறத்தில், புரதப்பொருளில் உட்கருவும் (Nucleus) உட்கருவின் உட்கருவும் (Nucleolus) பகுப்படைந்து—சுத்தமான Amoebae—ஆகிறது. இதிலிருந்து மேற்கொண்டு வடிவத்தின் வளர்ச்சி அடி எடுத்து வைத்துச் செல்கிறது. இதை

*இந்தப் பாராவின் அருகே கைப்பிரதியின் ஓரத்தில் குறிப்பு: “தனித்துவமடைவது சிறிதளவே; அவை பிரியவும் ஐக்கியப்படவும் செய்கின்றன”.—(ப-ர்.)

யொத்தவாறே அங்கஜீவியில் உள்ள இளஞ்சீவ அணுவின் வளர்ச்சியும், வுண்ட்²⁵⁸ இதைப்பற்றி எழுதியதை ஒத்துப்பார்க்க (ஆரம்பம்). *Protomyxa*வில் உள்ளதைப்போலவே *Amoeba Sphaerococcus* இலும் ஜீவ அணுவின் சவ்வு உருவாவது ஓர் இடை நிலைக் கட்டமாகவே உள்ளது; ஆனால் இங்கும் கூடச் சுருங்கும் ஆற்றலுள்ள குமிழியில் சுற்றேட்டத்தின் ஆரம்பம் முன்னதாகவே உள்ளது (ஹெக்கல், 380ம் பக்கம்). சில சமயங்களில் நாம் புழுக்களிலும் பூச்சிகளிலும் முட்டைப் புழுக்களிலும் காண்கிறதைப் போன்ற ஒட்டிநிற்கிற மணல் துகள்களின் மேலோட்டையும் (*Diffugia*, நிக்கல்ஸன், 47ம் பக்கம்), சில சமயங்களில் நிஜமாகவே கழிவு செய்யப் பட்டதொரு மேலோட்டையும் காண்கிறோம். இறுதியாக,

4. சாக்ஸ்தமாக ஜீவ அணுச் சவ்வு உள்ளதொரு ஜீவ அணு. ஹெக்கலின் கருத்துப்படி (382ம் பக்கம்) இதிலிருந்து, ஜீவ அணுச்சவ்வின் கடினத்தைப் பொறுத்து ஒன்று செடியோ அல்லது மிருதுவான சவ்வைப் பொறுத்து ஒரு விலங்கோ உண்டாகிறது (? இவ்வளவு பொதுப்படையாக இதை நிச்சயமாகவே கருத இயலாது). ஜீவ அணுச் சவ்வுடன் கூடத் திட்டமான, ஆனால் அதே சமயத்தில் எளிதில் உருமாறுந் தன்மை வாய்ந்த வடிவம் வெளிப்படுகிறது. இங்கு மறுபடியும் சாமானியமான ஜீவ அணுச்சவ்வுக்கும் கழிவு செய்யப் பட்ட மேலோட்டுக்கும் இடையே ஒரு வேறுபாடு. ஆனால் (எண். 3க்கு எதிர்மாறான வகையில்) இந்த ஜீவ அணுச்சவ்வும் இந்த மேலோடும் தோன்றியவுடன் போலிக்கால்களை வெளியிடுவது நின்றுவிடுகிறது. ஆரம்பகால வடிவங்கள் (*ciliate swarm-spores*) திரும்ப நிகழ்வதும் வடிவங்களில் பல்வேறு வகைத்தன்மையும். *Labyrinthuleae* (ஹெக்கல், 385ம் பக்கம்) இடைநிலையாக அமைகின்றன; அவை தங்களுடைய போலிக்கால்களை வெளியில் கிடத்திவிட்டு இயல்பான கதிர்க்கோல் வடிவத்தைத் திட்டமான வரையறைக்குட்படுத்தி நிலைமாறச் செய்வதின் மூலம் இந்த வலைப்பின்னலுக்குள் ஊர்ந்து செல்கின்றன.

உயர்மட்ட ஒட்டுண்ணிகளின் வாழ்க்கைப்பாங்கு *Gregarinae*களில் தொக்கி நிற்கிறது—சில ஏற்கனவே ஒற்றை ஜீவ

அணுக்களாக இல்லை; ஆனால் உயிர் அணுக்களின் சங்கிலிக் கோவையாக (ஹெக்கல், 451ம் பக்கம்) உள்ளன; எனினும் அவை 2-3 உயிர் அணுக்களை மட்டும் கொண்டவையாகத் தான் உள்ளன—பலஹீனமான ஆரம்பமே. ஒற்றை ஜீவ அணு அங்கஜீவிகளின் உச்சபட்ச வளர்ச்சி இன்புசோரியாக் களில்—அவை உண்மையாகவே ஒற்றை ஜீவ அணுக்களைக் கொண்டவையாக இருக்கிற அளவுக்கு—உள்ளது. இங்கு கணிசமான அளவுக்கு வகைவேறுபாடு உண்டு (நிக்கல்ஸன் பார்க்க). திரும்பவும் காலனிகளும் ஜூபிட்டுகளும்²⁵⁹ (*Epistylis*). ஒற்றை அணுத் தாவரங்களிடையேயும் அதைப் போலவே வடிவம் உயர்ந்த அளவுக்கு வளர்ந்துள்ளது (*Desmidiaceae*, ஹெக்கல், 410ம் பக்கம்).*

5. பல ஜீவ அணுக்கள் ஓர் உடலாக—ஒரு காலனியாக மேற்கொண்டு அல்ல—இணைந்ததே அடுத்த முன்னேற்றமாகும். முதலாவதாக, ஹெக்கலின் *Katallaktae*, *Magosphaera Planula* (ஹெக்கல், 384ம் பக்கம்); இதில் ஜீவ அணுக்களின் ஐக்கியம் என்பது வளர்ச்சியில் ஒரு படியாக மட்டுமே இருக்கிறது. ஆனால் இங்கும் கூட முன்னமேயே போலிக்காலிகள் என்பன இல்லை (ஓர் இடைநிலைக் கட்டமாக ஏதாவது உள்ளனவா என்று ஹெக்கல் கரூராகச் சொல்லுவதில்லை). மறுபுறத்தில், ஜீவ அணுக்களின் வகை வேறுபாடற்ற ராசிகளாகக்கூட உள்ள *Radiolaria* தங்களுடைய போலிக்கால்களை வசங்கொண்டிருப்பதுடன், உண்மையிலேயே ஜீவ அணு உருவமைதியற்ற *Rhizopods* இடையேயும் கூட ஒரு பாத்திரத்தை வகிக்கிற மேலோட்டின் ஜியோமிதி ரீதியான உருவொழுங்கை மிக உயர்ந்த அளவுக்கு வளர்த்தன. சொல்லப் போனால், புரதப் பொருள் தனது படிவ வடிவத்தைக் கொண்டு தன்னைச் சூழச் செய்துகொள்கிறது.

6. உண்மையான *Planula*, *Gastrula* முதலானவைகளுக்கு மாறுவதின் இடைநிலையாக *Magosphaera Planula* அமைந்

*கையெழுத்துப் பிரதியில் இந்தப் பகுதியின் அருகே ஒரு குறிப்பு: “உயர்ரக வகை வேறுபாட்டின் மூலப்படிக்கூறு”.—(ப-ர்.)

கிற தாவர, விலங்குகளின் மிதமிஞ்சிய இன எண்ணிக்கைப் பெருக்கத்தின் விளைவாக நடக்கிற போராட்டங்களின் அளவுக்கே இதை எல்லாவற்றிற்கும் மேலாகக் கண்டிப்பாக வரையறை செய்யவேண்டும். ஆனால் இந்த மிதமிஞ்சிய இன எண்ணிக்கைப் பெருக்கம் இல்லாமலேயே இன வகைகள் நிலைமாறுகிற, பழையன இறந்துபட்டும் புதியன பரிணமித்து அவ்விடத்திற்கு வருவதுமாக இருப்பதின் சூழ்நிலைகளை அதிலிருந்து கூர்மையாகவே வேறுபடுத்தி வைக்க வேண்டும்: உதாரணமாக, விலங்குகளும் தாவரங்களும் புதிய பிரதேசங்களுக்கு இடம் பெயருவதும், அங்கு சீதோஷணம் மண்முதலியவற்றின் புதிய நிலைமைகள் காரணமாக நிலைமாறுதல் நிகழ்வதும். அங்கே தகவமைந்து போகிற தனிப்பட்டவைகள் பிழைத்து, தொடர்ந்தாற்போல மேலும் மேலும் தங்களைத் தகவமைத்துக்கொள்வதினால் ஒரு புதிய இனவகையாக வளர்ந்துவிடுகின்றன எனில், அதே பொழுதில் இதர ஸ்திரமான தனிப்பட்டவைகள் இறந்துபோய் இறுதியாக மறைந்து விடுகின்றன என்றால் அவைகளுடன் தேர்ச்சியுறாத இடைத்தட்டுக் கட்டங்களும் மறைந்துவிடுகின்றன என்றால் அப்பொழுது, எந்த வித மால்தூசியன் வாதமும் (Malthusianism) இல்லாமலேயே இது நடக்க முடியும், நடந்தேறவும் செய்கிறது; பின்சொன்னது இங்கு நடக்க வேண்டுமென்றாலும் அது மாற்றப்போக்கை எந்த விதத்திலும் மாற்றுவதில்லை, வேண்டுமானால் அதைத் துரிதப்படுத்த முடியும்.

இதையொத்தவாறு ஒரு குறிப்பிட்ட பிரதேசத்தில் பூகோள ரீதியான, சீதோஷண ரீதியான முதலான நிலைமைகள் படிப்படியாக மாறுவது (உதாரணமாக, மத்திய ஆசியா வறண்டு போனது). அங்கு தாவர, விலங்கு எண்ணிக்கைத் தொகையில் உள்ள தனிப்பட்டவைகள் ஒன்று மற்றொன்றின் மீது நிர்ப்பந்தத்தை உண்டாக்குகிறதா என்பது அக்கறையுள்ள விஷயமல்ல; இந்த மாறுபாட்டினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிற அங்கஜீவிகளின் பரிணாம வளர்ச்சிப்போக்கு எப்படியிருப்பினும் நடந்தேறுகிறது.—பால் தேர்வுக்கும் இதுவே பொருந்தும்; இந்த வழக்கிலும்கூட மால்தூசியன் வாதம் அக்கறையற்றிருக்கிறது.

இதிலிருந்து, தேர்வும் மால்தூசியன் வாதமும் இல்லாமலேயே ஹெக்கலின் “அனுசரண இயல்பும் மரபுவழி இயல்பும்” பரிணாமப் போக்கு முழுவதையும் கூட நிகழ்த்த முடியும்.

“இயற்கைத் தேர்வு” அல்லது “பிழைக்கத் தகுதியுடையன பிழைக்கும்”²⁶³ என்பதில் பூரணமாகவே வேறுபட்டு நிற்கிற இரண்டு விஷயங்களை ஒன்றாக்கி வைத்ததிலேயே டார்வினுடைய தவறு அடங்கியுள்ளது:

1. மிதமிஞ்சிய எண்ணிக்கைப் பெருக்கத்தின் நிர்பந்தத்தால் தேர்வு; முதன்மையாக, இதில் ஒரு வேளை மிக வலுவுள்ளது மட்டுமே பிழைக்கலாம்; ஆனால் சில அம்சங்களில் அவை மிகப் பலஹீனமாக இருக்கலாம்.

2. நிலைமாற்றமடைந்த சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பத் தகவமைத்துக்கொள்வதில் கூடுதலான திறன் பெற்றிருப்பதினால் தேர்வு; இதில் பிழைப்பவைகள் இந்தச் சூழ்நிலைகளுக்குக் கூடுதலான பொருத்தம் பெற்றவைகள்; ஆனால் இந்த அனுசரண இயல்பு ஒட்டுமொத்தத்தில் முன்னேற்றம் என்பதைப் போலவே பின்னடைவு ஆகவும் பொருள்படும் (உதாரணமாக, ஒட்டுண்ணி வாழ்வுக்குத் தகவமைப்பு செய்து கொள்வது எப்போதும் பின்னடைவேயாகும்).

பிரதான விஷயம்: அங்ககப் பரிணாமத்தில் ஒவ்வொரு முன்னேற்றமும் அதே பொழுதில் ஒரு பின்னடைவாகவும் உள்ளது; இது பரிணாமத்தின் ஒரு பக்கத்தை மட்டும் நிலை நாட்டி, இன்னும் பல திசைகளில் பரிணாமத்திற்கான சாத்தியக்கூறை விலக்கிவைக்கிறது.

ஆயினும் கூட, இது ஓர் அடிப்படை விதியே.

* * *

வாழ்க்கைப் போராட்டம்.²⁶⁴ டார்வின் தோன்றும்வரை அருடைய இன்றைய ஆதரவாளர்கள், உயிர்ப்புள்ள இயற்கை சவுஜன்யமாக ஒத்துழைத்து வேலை செய்கிறது என்பதையும், தாவர இனம் ஆக்ஸிஜனையும் ஊட்டத்தையும் விலங்குகளுக்கு அளிக்கிறது, விலங்குகள் தாவரங்களுக்கு உரம், அம்மோனியா, கார்பானிக் அமிலம் இவற்றை அளிக்கின்றன

என்பதையும் வலியுறுத்தி வந்தனர். டார்வின் கோட்பாடு அங்கீகரிக்கப்பட்டதோ இல்லையோ இவர்கள் எங்கு நோக்கினும் போராட்டத்தையே கண்டார்கள். குறுகிய வரையறைகளுக்குள் இரண்டு கண்ணோட்டங்களுக்கும் நியாயம் உண்டு; ஆனால் இரண்டும் சரிநிகராகவே ஒரு தலைப்பட்ட சமானவை, முன்கூட்டியே தப்பாக அனுமானித்துக் கொள்பவை. உயிர்ப்பற்ற இயற்கையில் பண்டங்களின் பரஸ்பரச் செயற்பாட்டில் சவுஜன்யம், மோதல் இரண்டுமே அடங்கியுள்ளன; உயிர்ப்புள்ளவைகளின் விஷயத்தில் உணர்வு பூர்வமானதும் அல்லாததுமான ஒத்துழைப்பும், உணர்வு பூர்வமானதும் அல்லாததுமான போராட்டமும் உண்டு. எனவே இயற்கையைப்பற்றிய விஷயத்திலும்கூட ஒருவன் தனது கொடியில் “போராட்டம்” என்றுமட்டும் ஒருதலைப்பட்டசமாகப் பொறித்துக்கொள்வது அனுமதிக்க முடியாததாகும். பற்றாததும் ஒருதலைப்பட்டசமானதுமான “பிழைப்புப் போராட்டம்” எனும் சொற்றொடருக்குள் சரித்திர ரீதியான பரிணாமம், அதன் பல்கூட்டுத்தன்மை இவற்றின் பல்வகையான செழுமையைச் சுருக்கப்படுத்த விரும்புவது முழுமையாகவே குழந்தைத்தனமாகும். அது எதையும் சொல்வதாயில்லை.

ஹாப்ஸ் தத்துவமான “bellum omnium contra omnes”²⁶⁵ என்பதையும், பூர்ஷ்வா பொருளாதாரத் தத்துவமான வியாபாரப் போட்டியையும், மால்தூசின் ஜனத் தொகைத் தத்துவத்தையும் சமுதாயத்திலிருந்து உயிர்ப்புள்ள இயற்கைக்குச் சும்மா மாற்றியிருப்பதே பிழைப்புப் போராட்டம் என்ற டார்வின் தத்துவம் முழுவதும் ஆகிறது. ஒரு தடவை இந்த அரிய வேலையைச் செய்து முடித்துவிட்டால் (இவற்றை, விசேஷமாக மால்தூசின் தத்துவத்தை, நிபந்தனையற்று நியாயப்படுத்துவது என்பது இன்னும் கேள்விக்கு இடமளிப்பதாகவே உள்ளது), பிறகு இந்தத் தத்துவங்களை இயற்கை வரலாற்றிலிருந்து சமுதாய வரலாற்றுக்குத் திரும்பவும் மாற்றிவிடுவது மிக எளிதாக இருக்கிறது; பின்னர், இதன் மூலம் இந்த உறுதியுரைகள் எல்லாம் சமுதாயத்தின் சாசுவதமான இயல்பான விதிகள் என நிரூபிக்கப்பட்டுப்

போனவையாக ஸ்திரப்படுத்தி வாதிப்பது மிக வெகுளித்தனமாகவும் உள்ளது.

வாதத்திற்காகப் “பிழைப்புப் போராட்டம்” என்ற சொற்றொடரை ஒரு வினாடி நேரம் ஒப்புக் கொண்டு பார்ப்போம். மிக அதிகப்பட்டசம் ஒரு விலங்கு சாதிக்கக்கூடியது சேகரித்தல் என்பதே; மனிதன் உற்பத்தி செய்கிறான், அவன் வாழ்வுக்கான சாதனங்களை (அச்சொற்களின் மிக விரிந்த அர்த்தத்தில்) தயாரிக்கிறான்; அவனின்றி இயற்கை அவற்றை உண்டாக்கவே செய்யாது. விலங்கு சமூகங்களின் வாழ்வு விதிகளை மனித சமுதாயத்திற்கு நிபந்தனையின்றி மாற்றுவதை இது எல்லாவிதத்திலும் அசாத்தியமாக்குகிறது. பிழைப்புப் போராட்டம் எனக் கூறப்படுவது இனிமேற் கொண்டு சுத்தமான வாழ்க்கைச் சாதனங்கள் மீதன்றி நுகர்ச்சிக்கும் வளர்ச்சிக்குமான சாதனங்கள் மீதே சுழலுவதான நிலைமையை உற்பத்தி துரிதமாக உண்டாக்குகிறது. இங்கு—வளர்ச்சிக்கான சாதனங்கள் சமூக ரீதியாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிற, இங்கு—விலங்கு உலகிலிருந்து எடுக்கப்படுகிற வகைப்பிரிவுகள் முற்றாகக் கையாளத் தக்கவையல்ல. இறுதியாக, முதலாளித்துவ உற்பத்திப் பாணியின்கீழ் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட வாழ்க்கை, நுகர்ச்சி, வளர்ச்சி இவற்றிற்கான சாதனங்களைச் சமூகம் மேற்கொண்டு பயன்படுத்த முடியாத அளவுக்கு உற்பத்தி அவ்வளவு உயர்ந்த மட்டத்தை அடைகிறது; ஏனெனில், உற்பத்தியாளர்களில் மிகப் பெரும் பாலோருக்கு இந்தச் சாதனங்களைப்பெறுவதற்கான வழிசெயற்கையாகவும் பலாத்காரமாகவும் அடைக்கப்பட்டுள்ளது; எனவே பத்தாண்டிற்கு ஒரு தடவை ஒரு நெருக்கடி தோன்றி உற்பத்தி செய்யப்பட்ட வாழ்க்கை, நுகர்ச்சி, வளர்ச்சி இவற்றிற்கான சாதனங்களை மட்டுமின்றி உற்பத்திச் சக்திகளில் மிகப் பெரும் பகுதியையே அழித்துச் சமன நிலையைத் திரும்பவும் நிலை நாட்டுகிறது. எனவே, பிழைப்புப் போராட்டம் எனச் சொல்லப்படுவது இந்த வடிவத்தைத் தாங்குகிறது: சமூக உற்பத்தியையும் விநியோகத்தையும் இவற்றைச் செய்யத் திறனிழந்து போன ஆளும் முதலாளி வர்க்கத்தின் கைகளிலிருந்து பிடுங்கிக் கட்டுப்படுத்துவதின் மூலம் உற்

பத்தி செய்யும் மக்களின் கைகளுக்கு அதை மாற்றுவதின் மூலம் பூர்ஷ்வா முதலாளித்துவ சமுதாயம் உற்பத்தி செய்த பொருள்களையும் உற்பத்திச் சக்திகளையும் இந்த முதலாளித் துவச் சமூக அமைப்பின் நாசகரமான, சூறையாடி அழிப் பதான விளைவுகளினின்றும் பாதுகாப்பது—இதுவே சோஷலிஸப் புரட்சியாகும்.

வரலாற்றைப் பற்றிய கருத்தோட்டத்தைப் பிழைப்புப் போராட்டத்தின் வலுவற்று வேறுபடுத்தப்பட்ட கட்டங்களாகக் கேவலம் குறைப்பதைவிட அதை ஒரு தொடர்வரிசையான வர்க்கப் போராட்டங்களாகக் கருதுவதினால் அதன் உள்ளடக்கம் ஏற்கனவே கூடுதலான செழுமையையும் ஆழத்தையும் பெற்றுள்ளது.

* * *

முதுகெலும்பிகள். அவைகளின் சாராம்சமான குண இயல்பு: நரம்பு மண்டலத்தை ஒட்டி உடல் முழுவதும் திரண்டு அமைந்திருப்பது. இதன் மூலமாக சுய உணர்வு முதலியன வளர்வது சாத்தியமாகிறது. இதர எல்லா விலங்குகளிலும் நரம்பு மண்டலம் என்பது இரண்டாந்தரமான விஷயமே; இங்கு உடலமைப்பு முழுவதின் அடிப்படையே அது; நரம்பு மண்டலம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வளர்ந்தவுடன்—புழுக்களின் தலையில் உள்ள நரம்பு முடிச்சு பின்பக்கத்தில் நீண்டு வளர்ந்தவுடன்—உடல் முழுவதையும் தன் ஆளுகைக்குட்படுத்தித் தனது தேவைகளுக்கேற்ப அதை அமைத்துக் கொள்கிறது.

* * *

உயிரிலிருந்து புலனறி நிலைக்கு ஹெகல் வியாபனத்தின் (இனப் பெருக்கம்)²⁸⁶ மூலம் மாறிவரும் பொழுது இதில் பரிணாமத் தத்துவத்தின் கருமூலத்தைக் காணலாம்; அதாவது, அங்கக உயிர் ஒரு தடவை தோன்றிய பிறகு தலைமுறைகள் ரீதியான வளர்ச்சியின் வாயிலாகச் சிந்திக்கும் ஜீவன்களின் ஓர் இனத் தொகுதிக்கு வந்து சேர வேண்டும் என்பதே.

* * *

அங்ககப் பொருளையே ஹெகல் சம எதிரீட்டுச் செயல் என அழைக்கிறார்; ஆகையால் அது உணர்வுக்கான, அதாவது அவசியத்திலிருந்து சுதந்திர நிலைக்கான, கருத்துக்கான இடைநிலையாக அமைகிறது. “தர்க்கவியல்”, II, முடிவு²⁸⁷ பார்க்க.

* * *

இயற்கையில் மூலப்படிக்கூறுகள். பூச்சி அரசுகள் (சாதாரணமானவை சுத்தமான இயற்கை சூழ்நிலைகளைத் தாண்டிச் செல்வதில்லை); இங்கு ஒரு சமூகரீதியான மூலப்படிக்கூறும் உண்டு. மேற்கூறியவாறே கருவிகளை உடைய உற்பத்தித் திறனுள்ள விலங்குகள் (தேனீக்கள் முதலியன, பீவர்கள்), ஆனால் அவை துணைநிலையில்தான் உள்ளன, முழுப் பலனும் அளிக்க இயலாத நிலையில்தான்.—இதற்கும் முந்தியன: பவழங்கள், ஹைட்ரோசோவா (Hydrozoa) இவற்றின் காலனிகள்; இதில் தனிப்பட்டது அதிகமாகப் போனால் ஓர் இடை நிலையாகவும், சதைப் பற்றுள்ள சமூகம் முழுவளர்ச்சியடைந்த ஒரு கட்டத்திலும் உள்ளன. நிக்கல்ஸன்²⁸⁸ பார்க்க.—இதைப்போலவே, இன்புசோரியாக்கள். ஒரே ஒரு ஜீவ அணு அடையக் கூடிய உயர்மட்ட வடிவம் இது; ஓரளவுக்கு இது மிகவும் வகைவேறுபாடு செய்யப்பட்டதாகும்.

* * *

வேலை.—வெப்பத்தைப் பற்றிய யாந்திரீகத் தத்துவம் இந்த வகைப்பிரிவைப் பொருளாதாரத்திலிருந்து பெளதிக வியலுக்கு மாற்றியுள்ளது (ஏனெனில், உடலியல் துறையில் இதை விஞ்ஞான ரீதியாக நிர்ணயிப்பதிலிருந்து இன்னும் வெகு தூரத்தில் இருக்கிறோம்); இப்படிச் செய்ததினால் அது முற்றிலும் மாறுபட்ட விழியிலே விவரணம் செய்யப்பட்டதாகிறது; இதை, பொருளாதார ரீதியான வேலையின் (பாரம் தூக்குவது முதலியன) மிகச் சிறிய, பிரதானமற்ற பகுதியையே கிலோகிராம்-மீட்டர்களில் வெளியிட முடியும்

என்கிற யதார்த்தத்திலிருந்து காணலாம். ஆயினும் கூட, எந்த விஞ்ஞானங்களிலிருந்து வேலையின் வெப்ப விசையியல் பற்றிய வரையறை எனும் வகைப்பிரிவு பெறப்பட்டதோ அந்த விஞ்ஞானங்களுக்கே அதை ஒரு மாறுபட்ட நீர்ணயத்துடன் திரும்பவும் மாற்றிவிடும் விருப்பம் இருந்துவருகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, வெறும் ஆரவாரத்தை விட்டு விட்டு, பிக், விஸ்லிஸெனஸ் ஆகியோரின் பால்ஹார்டன் பரிசோதனையில்²⁶⁹ இருப்பதைப் போல, அதை உடலியல் ரீதியான வேலையுடன் கொச்சையாக ஒப்பிட்டு நோக்கினால், சுமார் 60 கிலோகிராம் எடையுள்ள ஒரு மனித உடலை 2 ஆயிரம் மீட்டர்கள் உயரத்திற்கு, அதாவது 1 லட்சத்து 20 ஆயிரம் கிலோகிராம்-மீட்டர்கள் அளவுக்குத் தூக்கினால் அது உடலியல் ரீதியான வேலையை வெளிப்படுத்துகிறதாக ஊகிக்கப்படுகிறது. ஆயினும், செய்து முடிக்கப்பட்ட உடலியல் ரீதியான வேலையில் இது எவ்வாறு தூக்கப்பட்டது என்பது செங்குத்தான ஏணிகள் மீது ஏறுவதின் மூலமாகப் பாரத்தை நேராகத் தூக்குவதின் மூலமாகவா, அல்லது 45° சாய்வுள்ள சாலை அல்லது படிக்கட்டு வரிசை வழியே (இது இராணுவ ரீதியிலே நடைமுறைச் சாத்தியமற்ற நிலப்புறமாகும்) தூக்கிச் செல்வதின் மூலமாகவா, அல்லது 1/18 சாய்வுள்ள ஒரு சாலை வழியே—எனவே சுமார் 36 கிலோமீட்டர் தூரத்துக்கு—தூக்கிச் செல்வதின் மூலமாகவா (ஆனால் எல்லா வழக்குகளிலும் இதே கால அளவை அனுமதிக்கிறதானால் இதுவும் கேள்விக்குள்ளாகிறது) என்பது—மிகப் பெரிய வித்தியாசத்தை உண்டாக்குகிறது. எப்படியிருப்பினும், எல்லா நடைமுறையான வழக்குகளிலும் பாரம் தூக்குவது என்பதுடன் முன்னோக்கிச் செல்கிற தோர் இயக்கமும் இணைகிறது; உண்மையில், சாலை எந்த இடத்தில் சமமட்டமாக இருக்கிறதோ அங்கு அது கணிசமாகவே அதிகரிக்கிறது, உடலியல் ரீதியான வேலை என்கிற அர்த்தத்தில் அதைப் பூச்சியத்திற்குச் சமமாக வைக்கவும் முடியாது. இன்னும் சில இடங்களில் வேலையைப் பற்றிய வெப்ப விசையியல் வகைப்பிரிவைப் பொருளாதாரத்துக்குள் திரும்பவும் இறக்குமதி செய்வதில் கூட (டார்வினியவாதிகளும், பிழைப்புப் போராட்டமும் விஷயத்தில் போல) மிக்க விருப்பம் காட்டப்படுவதாகத் தோன்றுகிறது; இதன் விளைவு

முட்டாள்தனம் தவிர வேறு ஒன்றும் இருக்க முடியாது. யாராவது ஒருவன் திறமையான உழைப்பு எதையாவது கிலோகிராம்-மீட்டர்களாக மாற்றி அதனடிப்படையில் கூலியை நிர்ணயித்துப் பார்க்கட்டுமே! உடலியல் ரீதியாக ஆலோசித்தால், வெப்பம் அளிக்கப்பட்டு அது இயக்கமாக மாற்றப்படுகிற ஒரு வெப்ப விசையியல் இயந்திரமாக ஓர் அம்சத்தில், ஒட்டு மொத்தத்தில் கருதப்படக் கூடிய அப்படிப்பட்ட உறுப்புகளை மனித உடல் கொண்டிருக்கிறது. உடலின் இதர உறுப்புகளின் சூழ்நிலைகளை ஒரே நிலையானவையாக வைத்துக்கொண்டாலும் செய்யப்பட்ட உடலியல் ரீதியான வேலையை, பாரம் தூக்குவதையே எடுத்துக்கொண்டால்கூட, கிலோகிராம்-மீட்டர்களாக அதை உடனே வெளிப்படுத்த முடியுமா என்பது கேள்விக்குரியதே; ஏனெனில், விளைவில் இணையாத உட்புற வேலை உடலுக்குள் அதே காலத்தில் நடைபெறுகிறது. ஏனெனில், உடல் என்பது உராய்வும், தேய்மானமும் மட்டுமே நிகழ்கிற ஒரு நீராவி எஞ்சின் அல்ல. உடலுக்குள் தொடர்ந்து இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழ்வதைக் கொண்டும், சுவாசப் போக்கையும் இதயத்தின் வேலையையும் சார்ந்தும் இதனால் மட்டுமே உடலியல் ரீதியான வேலைக்குச் சாத்திய மேற்படுகிறது. தசைகளின் ஒவ்வொரு இறுக்கம் அல்லது தளர்வுடன் கூடவே நரம்புகளிலும் தசைகளிலும் இரசாயன மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன; இவற்றை ஒரு நீராவி எஞ்சினில் நிலக்கரிக்கு நிகழ்க்கூடிய மாற்றங்களுக்குச் சமதையானவையாகக் கொள்ள முடியாது. வேறு விதத்தில் முற்றொருமை உள்ள சூழ்நிலைகளின்கீழ் நடந்தேறிய உடலியல் ரீதியான வேலையின் இரண்டு உதாரணங்களை, இயல்பாகவே, ஒருவன் ஒப்பிடலாம்; ஆனால் நீராவி எஞ்சின் முதலியனவற்றின் வேலையை வைத்து ஒரு மனிதனின் பெளதிக வேலையை அளவீடு செய்ய இயலாது; அவற்றின் புறநிலை விளைவுகளை, ஆம், அளவீடு செய்யலாம்; ஆனால், கணிசமான விதிவிலக்குகள் அளிக்காமல் அந்த மாற்றப்போக்குகளான அவற்றையே அளவீடு செய்ய முடியாது.

(இவற்றை எல்லாம் முழுமையாகவே திருத்தம் செய்ய வேண்டும்)

[தாஸ்கட்டுகளின் உள்ளடக்கத்திற்குரிய தலைப்புகளும் பட்டியல்களும்]²⁷⁰

[முதலாவது தாஸ்கட்டு]
இயக்க இயலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும்

[இரண்டாவது தாஸ்கட்டு]

இயற்கையைப்பற்றிய விசாரணையும்
இயக்க இயலும்

- 1) குறிப்புகள்: (a) யதார்த்த உலகில் கணிதவியல்ரீதியான வரம்பிலியின் மூல முன்மாதிரிகளைப்பற்றி
(b) இயற்கையைப்பற்றி "யந்திர முறையிலான" கருத்தோட்டத்தைக் குறித்து
(c) வரம்பிலியை அறிவதில் நகேலியின் திறனின்மையைக் குறித்து.
- 2) "ஓரிங்குக்கு [மறுப்பு]க்கு" எழுதிய பழைய முகவுரை.
இயக்க இயலைக் குறித்து.
<3) இயற்கை விஞ்ஞானமும் ஆவி உலகமும்.>*
- 4) மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதகை மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்.
- <5) இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்.>*
- 6) "பாயர்பாக்" கிலிருந்து விடுபட்டுப்போனது.

*கையெழுத்துப் பிரதியில் இந்தத் தலைப்பு அடிக்கப் பட்டுள்ளது; ஏனெனில் எங்கெல்ஸ் அதை மூன்றாவது தாஸ்கட்டுக்கு மாற்றிவிடத் தீர்மானித்தார்.—(ப-ர்.)

தாஸ்கட்டுகளின் உள்ளடக்கத்திற்குரிய தலைப்புகளும்... 507

[மூன்றாவது தாஸ்கட்டு]
இயற்கையின் இயக்க இயல்

- 1) இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்.
- 2) இயக்கத்தின் இரண்டு அளவைகள்.
- 3) மின்னியக்கமும், காந்தவியலும்.
- 4) இயற்கை விஞ்ஞானமும் ஆவி உலகமும்.
- 5) பழைய முன்னுரை.
- 6) ஏற்றவற்ற உராய்வு.

[நான்காவது தாஸ்கட்டு]

கணிதவியலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும்.
கதம்பம்

குறிப்புகள்

[திட்டத்தின் உருவரைகள்]

- ¹ 1878 ஜூன் மாதத்திற்குப் பிறகே இந்தத் திட்டம் தொகுக்கப்பட்டது—ஏனெனில் அது 1878 மே-ஜூன் மாதங்களில் எழுதப்பட்ட “ஓரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் பழைய முகவுரையையும், 1878 ஜூனில் ஹெக்கலின் *Freie Wissenschaft und freie Lehre* (“சுதந்திரமான விஞ்ஞானமும், சுதந்திரமான போதனையும்”) என்ற தலைப்பில் வெளியான ஒரு பிரசுரத்தையும் குறிப்பிடுகிறது. தவிர இந்தத் திட்டம் 1880க்கு முன்னரும் தொகுக்கப்பட்டதாகும்; ஏனெனில், 1880-82ல் எழுதப்பட்ட “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்”, “வெப்பம்”, “மின்விசை” போன்ற “இயற்கையின் இயக்க இயல்” நூலின் அத்தியாயங்களைப்பற்றி இதில் குறிப்பிடப்படவே இல்லை. இந்தத் திட்டத்தின் 11வது அம்சத்தில் ஜெர்மானிய பூர்ஷ்வா டார்வினியவாதிகளான ஹெக்கல், ஷ்மிட் இவர்களைப் பற்றிய குறிப்புடன் 1878 ஆகஸ்டு 10 தேதியிட்டு எங்கெல்ஸ் லாவ்ரோவ் என்பவருக்கு எழுதிய கடிதத்தை ஒப்புநோக்கும்பொழுது தற்போதைய இந்தத் திட்டம் 1878 ஆகஸ்டில் எழுதப்பட்டது என ஊகிக்க இடமுண்டாகிறது. பக்கம் 35
- ² “ஓரிங்குக்கு [மறுப்பு]க்கு எழுதிய பழைய முகவுரை. இயக்க இயலைப் பற்றி” என்பதையே இது குறிக்கிறது (இந்தப் பதிப்பின் பக்கங்கள் 71-86ஐப் பார்க்க). அதே பக்கம்
- ³ இது பின்வருவனவற்றைக் குறிக்கிறது: (1) 1872 ஆகஸ்டு 14ல் லைப்கிள்கில் நடைபெற்ற ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்கள் இவர்களின் 45வது காங்கிரஸில் எ. தூ-புவா ரேய்மோன் “*Über die Grenzen des Naturerkennens*” (“இயற்கையைப் பற்றிய அறிவின்

வரம்புகள்”) என்ற தலைப்பின் கீழ் சமர்ப்பித்த ஆய்வுரை (1872ல் லைப்கிள்கில் முதன்முதலாக இது பிரசுரிக்கப்பட்டது). (2) “*Die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkenntnis*” (“இயற்கை விஞ்ஞானரீதியான அறிவின் வரையறைகள்”) என்ற தலைப்பின் கீழ் 1877 செப்டம்பர் 20ல் ம்யூனிக்ளில் நடைபெற்ற ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்கள் ஆகியோரின் 50வது காங்கிரஸில் கா. நகேலி சமர்ப்பித்த ஆய்வுரை. (மேற்படி காங்கிரஸ் அறிக்கையின் அனுபந்தமாக வெளியிடப்பட்டது). பக்கம் 36

- ⁴ இயற்கை விஞ்ஞானப் பொருள்முதல்வாத ஆதரவாளர்களின் யாந்திரீகக் கண்ணோட்டங்களை இது குறிக்கிறது. அதனுடைய முன்மாதிரியான விரிவுறையாளராக இருந்தவர் ஏர்னஸ்ட் ஹெக்கல், “இயற்கையைக் குறித்த ‘யாந்திரீக’க் கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி” என்ற குறிப்பைக் காண்க (இந்தப் பதிப்பின் 409-419ம் பக்கங்களைப் பார்க்க). அதே பக்கம்
- ⁵ உயிர்ப்புள்ள புரோடோபிளாஸத்தின் மிகச் சிறிய துகள் களுக்கு ஹெக்கல் வைத்த பெயர் “பிளாஸ்டியூல்” கள். அவருடைய தத்துவப்படி, அதில் ஒவ்வொன்றும் மிக உயர்மட்ட, பல கூட்டுத்தன்மை வாய்ந்த அமைப்பைக் கொண்டுள்ள, ஆரம்ப நிலையான ஒரு ரக “ஆத்மா” வைப் பெற்றுள்ள ஒரு புரதக் கூட்டணுவாகும். “பிளாஸ்டியூலின் ஆத்மா”, ஆரம்ப நிலையான உயிர்ப்புள்ள அங்கஜீவிகளில் கருநிலையான உணர்வு இருத்தல், உணர்வுக்கும் அதன் வஸ்துரீதியான அடிப்படிவத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தம் ஆகிய பிரச்சினையைக் குறித்து 1877 செப்டம்பரில் ம்யூனிக் நகரில் நடைபெற்ற ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 50வது காங்கிரஸில் விவாதிக்கப்பட்டது. மேற்படி காங்கிரஸின் முழுக் கூட்டங்களில் செப்டம்பர் 18, 20, 22 தேதிகளில் பேசிய ஹெக்கல், நகேலி, விர்ஹோவ் ஆகியோர் விரிவாகவே இப்பிரச்சினையை ஆராய்ந்தனர். இவ்விஷயத்தைக் குறித்த தமது கண்ணோட்டங்களை விர்ஹோவின் தாக்குதல்களிலிருந்து பாதுகாக்க ஹெக்கல் தமது பிரசுரமான “சுதந்திரமான விஞ்ஞானமும், சுதந்திரமான போதனையும்” என்ற கட்டுரையில் ஒரு அத்தியாயத்தையே ஒதுக்கினார். அதே பக்கம்

⁶ விர்ஹோவின் ஆய்வுத்தாள் “Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat” (“நவீன அரசில் விஞ்ஞான சுதந்திரம்”) என்பதையே எங்கெல்ஸ் தமது கருத்தில் கொண்டிருந்தார்; அந்தக் கட்டுரை விஞ்ஞான போதனையைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டுமென்ப பிரேரேபித்தது. “சுதந்திரமான விஞ்ஞானமும், சுதந்திரமான போதனையும்” என்ற பிரசுரத்தை வெளியிட்ட ஹெக்கல், விர்ஹோவை எதிர்த்தார். அதே பக்கம்

⁷ 1878 ஜூலை-ஆகஸ்டில் எங்கெல்ஸ், பூர்ஷ்வா டார்வினிய வாதிட சோஷலிஸத்தைத் தாக்குவதை விமர்சிக்கக் கருதினார். 1878 செப்டம்பரில் காஸல் நகரத்தில் நடைபெற்ற ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 51 வது காங்கிரஸில் ஆஸ்கார் ஷ்மிட் என்பவர் “Darwinismus und Sozialdemocratie” (“டார்வினியமும், சோஷல் - டெமாக்கிரஸியும்”) என்ற ஆய்வுத்தானை வாசிக்கப் போகிறார் என்ற செய்தியே எங்கெல்ஸிற்கு அக்கருத்தைத் தூண்டியது. 1878 ஜூலை 18ம் தேதிய Nature (“இயற்கை”) என்ற சஞ்சிகையில் (பாகம் XVIII, இதழ் 445, பக்கம் 316) எங்கெல்ஸ் இந்தச் செய்தியைப் படித்தார். காங்கிரஸ் முடிந்தபிறகு ஷ்மிட்டின் ஆய்வுத்தாள் பிரசுரமாக வெளியிடப்பட்டது (Oskar Schmidt, *Darwinismus und Sozialdemocratie*, Bonn, 1878). ஆகஸ்டு 10ம் தேதி வாக்கில் எங்கெல்ஸ், ஹெக்கலின் பிரசுரமான “சுதந்திரமான விஞ்ஞானமும், சுதந்திரமான போதனையும்” (ஷ்டுட்கார்ட், 1878) என்பதைக் கைவரப் பெற்றார்; அது, சோஷலிஸ்டு இயக்கத்துடன் டார்வினியம் இணைப்பு கொண்டுள்ளது என்று சாட்டப்பட்ட குற்றச் சாட்டிலிருந்து டார்வினியத்தை விடுவிக்க முயன்றது, ஷ்மிட்டின் அறிக்கைகளும் மேற்கோள் காட்டப்பட்டிருந்தன. ஜூலை 19ல் ஷ்மிட்டிற்கும், ஆகஸ்டு, 10ல் லாவ்ரோவிற்கும் அவர் கடிதங்கள் எழுதினார்; அவற்றில்தான் அந்த அறிக்கைகளுக்குப் பதில் அளிக்கக் கருத்து கொண்டுள்ளதாக அவர்களுக்குத் தெரிவித்தார். அதே பக்கம்

⁸ Helmholtz, *Populäre wissenschaftliche Vorträge*, Zweites Heft, Braunschweig, 1871 (ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், “எளிதில் விளங்கும் விஞ்ஞானச் சொற்பொழிவுகள்”, இரண்டாவது நோட்டபுத்தகம், பிரன்ஸ்விக், 1871). ஹெல்ம்

ஹோல்ட்ஸ் “வேலை” என்பதைப்பற்றிய உடலியல் கருத்தைப் பற்றிப் பக்கங்கள் 137-79ல் பிரதானமாகப் பேசுகிறார். எங்கெல்ஸ் தமது “இயக்கத்தின் அளவை. — வேலை” என்ற கட்டுரையில் “வேலை” என்கிற வகைப் பிரிவைப் பரிசீலிக்கிறார். (இந்தப் பதிப்பின் 161-169ம் பக்கங்களைப் பார்க்க).

அதே பக்கம்

⁹ “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்” என்ற அத்தியாயத்திற்கான ஓர் அடிப்படைத் திட்டமே இந்த உருவரை. மறுபுறத்தில், விஷயத்தையும் காலத்தையும் பொறுத்து பரஸ்பர சம்பந்தம் உடைய, அதற்கு ஒத்திசைவுள்ள அத்தியாயங்களின் ஒரு முழுத்திரளே இருக்கிறது; அதாவது “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்”, “இயக்கத்தின் அளவை. — வேலை”, “ஏற்றவற்ற உராய்வு”, “வெப்பம்”, “மின்விசை”. இந்த அத்தியாயங்கள் எல்லாம் 1880க்கும் 1882க்கும் இடையே எழுதப்பட்டவை. இதற்கு முன்னமேயே மேற்படி உருவரை எழுதப்பட்டது—1880 ஆக இருக்கலாம்.

பக்கம் 37

[கட்டுரைகளும் அத்தியாயங்களும்]

முன்னுரை

¹⁰ “இயற்கையின் இயக்க இயலுக்” காகத் திரட்டப்பட்ட விஷயாதாரங்களின் மூன்றாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கத்தைப் பற்றிய எங்கெல்ஸின் பட்டியலில் இந்த “முன்னுரை” “பழைய முன்னுரை” என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த “முன்னுரை”யின் உரைமூலத்தில் உள்ள இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டு அது எந்தத் தேதியில் எழுதப்பட்டது என்பதை நிர்ணயிப்பது சாத்தியமாகிறது. 56வது பக்கத்தில் எங்கெல்ஸ் உயிரணு “கண்டுபிடிக்கப் பட்டு நூற்பது ஆண்டுகள் கூட முடியவில்லை” என்று கூறுகிறார். 1858 ஜூலை 14 தேதியிட்டு மார்க்ஸுக்கு எழுதிய கடிதத்தில் உயிரணு கண்டுபிடிக்கப்பட்டதின் தோராயமான தேதி 1836 எனக் குறிப்பிடுவதை மனதிற்கொண்டு பார்த்தால் “முன்னுரை” 1876ம் ஆண்டுக்கு முன்னர் எழுதப்பட்டது என்ற முடிவுக்கு வரலாம். மறுபுறத்தில், பக்கம் 58ல் எங்கெல்ஸ் “முழுமையாகவே

ஓர் அமைப்பில்லாத புரதப் பொருள் உயிரின் எல்லா அத்தியாவசிய கிரியைகளையும்.... விளைப்படுத்துகிறது என்பது அறியப்பட்டுப் பத்தாண்டுகள் தானே ஆகின்றன” என்று எழுதுகிறார்; 1866ல் வெளியிடப்பட்ட *Generelle Morphologie der Organismen* (“அங்கஜீவிகளின் பொது உடலமைப்பியல்”) என்ற நூலில் ஏர்னஸ்ட் ஹெக்கல் முதன் முதலில் விவரித்த மொனேராவை எங்கெல்ஸ் ஒருவேளை மனதிற்கொண்டிருத்தல் கூடும். ஆகவே, இந்த “முன்னுரை” தோராயமாக 1876ல் எழுதப்பட்டிருக்கலாம். இந்த “முன்னுரை”யின் அசல் உருவரையை 1874 முடிவில் எங்கெல்ஸ் எழுதுகிறார் (இந்தப் பதிப்பின் 315-320ம் பக்கங்களைப் பார்க்க). இவ்வாறாக, 1875 அல்லது 1876ல் “முன்னுரை” எழுதப்பட்டது என்ற முடிவுக்கு முகாந்திரங்கள் உள்ளன. “முன்னுரை”யின் முதல் பகுதி 1875லும், இரண்டாவது பகுதி 1876ன் முதல் பாதியிலும் எழுதப்பட்டிருக்கலாம்.

பக்கம் 38

11 எங்கெல்ஸ் லூதரின் “Ein feste Burg ist unser Gott” (“கடவுள் நமது உறுதியான கோட்டை”) என்ற வழிபாட்டுப் பாட்டைக் குறிப்பிடுகிறார். *Zur Geschichte der Religion und Philosophie in Deutschland* (“ஜெர்மனியில் மதம், தத்துவவியல் இவற்றின் வரலாறுபற்றி”) என்னும் தமது நூலின் இரண்டாவது பாகத்தில் ஹைனே இந்தப் பாட்டை “Marseillaise of Reformation” (“மகாசீர்திருத்த காலத்தின் மார்செயேஸ்”) என்று அழைக்கிறார்.

பக்கம் 41

12 கோப்பேர்னிகஸ் மரணமடைந்த நாளான 1543ம் ஆண்டு, மே 24ம் (பழைய முறை) தேதியன்று அவரது நூலான *De revolutionibus orbium coelestium* (“வானக்கோள்களின் சுற்றுக்கள்”) என்பதின் பிரதி அவருக்கு அனுப்பப்பட்டது. அதில் அவர் உலகத்தின் சூரியமைய அமைப்பை விவரித்திருந்தார்; அது அப்போதுதான் அச்சிலிருந்து வெளிவந்தது.

பக்கம் 42

13 எரியும் பொருட்கள் புளோஜிஸ்டன் என்ற பொருளைத் தங்களுக்குள் பெற்றிருப்பதாகவும், பொருள்கள் எரியும் போது அதை வெளியிடுவதாகவும் 18வது நூற்றாண்டு இரசாயனவாதிகள் எரிதலுக்குக் காரணம் கற்பித்தனர்.

அப்படியிருப்பினும், காற்றில் சூடேற்றப்படுகிற உலோகங்களின் எடை அதிகமாவதாக அறியப்பட்டிருந்ததால் இந்த புளோஜிஸ்டன் தத்துவத்தின் ஆதரவாளர்கள் பௌதிகவியல் துறையில் ஒரு வெற்றுவரையான எதிர்நிலை எடையை புளோஜிஸ்டனுக்குச் சூட்டினர். பிரெஞ்சு இரசாயனவாதியான லூவாஸ்யே இந்தத் தத்துவம் நிலைகொள்ள இயலாதது என்பதை மெய்ப்பித்தார்; அவர், ஓர் எரியும் பொருள் ஆக்ஸிஜனுடன் இணைவதால் நிகழும் எதிர்ச்செயலே எரிதல் என்கிற செயல்முறை என மிகச் சரியாக விளக்கினார். புளோஜிஸ்டன் தத்துவம் தனது நாளில் என்ன பயனுள்ள பாத்திரத்தை வகித்தது என்பதை எங்கெல்ஸ் “நீரிங்குக்கு [மறுப்பு]” என்ற தமது நூலின் பழைய “முன்னுரை”யில் கடைசியில் குறிப்பிடுகிறார் (இந்தப் பதிப்பு, பக்கங்கள் 85-86ஐப் பார்க்க). “மூலதனத்”தின் இரண்டாவது பாகத்தின் தமது முன்னுரையில் அவர் இந்தத் தத்துவத்தைப்பற்றி நுணுகி விவரிக்கிறார்.

பக்கம் 44

14 கான்ட்டின் ஒளிமுகில் கற்பிதக் கொள்கை ஒரு ஒளிமுகிலிலிருந்தே சூரிய மண்டலம் உருப்பெற்றது எனக் கருதுகிறது; இது I. Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch, von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt*, Königsberg und Leipzig, 1755 (இ. கான்ட், “பிரபஞ்ச ரீதியான இயற்கை வரலாறும், வானங்களைப் பற்றிய தத்துவமும் அல்லது நியூட்டனின் கோட்பாடுகளுக்கு இணங்கப் பிரபஞ்சத்தின் கட்டமைப்பு, யாந்திரீகரீதியான பிறப்பு இவற்றின் தேர்வு முறையான வர்ணனை”, கோனிக்ஸ்பர்க், லைப்ஸிக், 1755) என்ற நூலில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. பெயரில்லாமல் இந்த நூல் வெளியிடப்பட்டது.

லாப்ளாஸ் முன் நிறுத்திய சூரிய மண்டலம் உருப்பெற்றதைப் பற்றிய கற்பிதக் கொள்கை அவருடைய நூலான *Exposition du système du monde T.I-II, Paris, l'an IV de la République Française* [1796] (“உலகின் அமைப்பைக் குறித்த விளக்கவுரை” பாகங்கள் I-II, பாரிஸ், பிரெஞ்சுக் குடியரசின் நான்காவது ஆண்டு [1796]) கடைசி அத்தியாயத்தில் முதன் முதலாகக் கூறப்பட்டது. லாப்ளாஸ் ஆயுட்காலத்திலேயே கடைசியாக அச்சுக்குத் தயாரிக்கப்

பட்ட, ஆனால் அவர் மரணத்திற்குப் பின்னர் வெளிவந்த அவரது நூலின் 6வது பதிப்பில் (1835) அந்த நூலின் கடைசி, ஏழாவது குறிப்பாக அந்தக் கற்பிதக் கொள்கை வெளியிடப்பட்டது.

1864ல் ஆங்கில வானவியலாளரான வில்லியம் ஹக்கின்ஸ், காண்ட், லாப்ளாஸ் இவர்களின் ஒளிமுகில் கற்பிதக் கொள்கையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அசல் ஒளிமுகிலை ஒத்த வெப்பமேறிய வாயுசூழமான வஸ்து அண்டவெளியில் இருப்பதாக நிறமாலைகாட்டி ரீதியாக நிரூபித்தார். 1859ல் கிர்ஹோவ், புன்ஸன் இவர்கள் வளர்த்த முறையான நிறமாலைப் பகுப்பாய்வை மிக விரிவாக ஹக்கின்ஸ் பயன்படுத்தினார்.

பக்கம் 47

- 15 நியூட்டன் தமது அடிப்படைப் படைப்பான *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Vol. II, Book III, "General Scholium" ("இயற்கைத் தத்துவ வியலின் கணிதவியல் கோட்பாடுகள்", பாகம் II, புத்தகம் III, "பொது போதனை") என்ற நூலின் இரண்டாவது பதிப்பின் முடிவு என்பதில் வெளியிட்ட கருத்தை எங்கெல்ஸ் தமது மனதில் கொண்டிருந்தார். நியூட்டன் எழுதியதாவது: "இதுவரைக்கும் வான நிகழ்ச்சிகளையும் கடலின் ஏற்றவற்றங்களையும் புவிமைய ஈர்ப்புச் சக்தியைக் கொண்டு விளக்கினோம்; ஆனால் இந்தச் சக்தியின் காரணத்தைக் குறிப்பிடு செய்யவில்லை". புவிமைய ஈர்ப்பின் சில பண்புகளைப் பட்டியல் படுத்திவிட்டு நியூட்டன் தொடருகிறார்: "ஆனால் இதுவரைக்கும் புவிமைய ஈர்ப்பின் பண்புகளுடைய காரணத்தை இயல் நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து என்னால் கண்டுபிடிக்கக் கூடவில்லை; மேலும் நான் எவ்விதக் கற்பிதக் கொள்கையையும் உருவாக்கவும் இல்லை; ஏனெனில், இயல் நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து பெறப்படாததெல்லாம் கற்பிதக் கொள்கையே; கற்பிதக் கொள்கைகள் இயக்கமறுப்பியலைச் சேர்ந்தனவாயினும் அல்லது பௌதிகவியலைச் சேர்ந்தவையாயினும், தெய்வீகப் பண்புகளைப் பற்றியவையாயினும் அல்லது யாந்திரீகப் பண்புகளைப் பற்றியவையாயினும், பரிசோதனைகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட தத்துவவியலில் இடம் பெறா. இந்தத் தத்துவவியலில் இயல் நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து பிரத்தியேகமான உத்தேசவுரைகள் உய்த்துப் பெறப்பட்டுப் பின்னால் தொகுப்பாய்வால் பொதுமையாக்கப்படுகின்றன".

நியூட்டனின் இந்த வாசகத்தைப்பற்றி ஹெகல் தமது *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, Heidelberg, 1817 ("தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்", ஹைடல்பர்க், 1817), §98, பின் இணைப்பு 1ல் கூறுகிறார்: "இயக்க மறுப்பியலைப் பற்றிப் பௌதிகவியல் உஷாராக இருக்க வேண்டும் என்று நியூட்டன் ஒரு பகிரங்க எச்சரிக்கை விடுத்தார்...."

பக்கம் 49

- 16 குரோவின் நூல் *The Correlation of Physical Forces* ("பௌதிக சக்திகளின் எதிர்ணையான தொடர்பு") 1846ல் முதன் முதலாக வெளிவந்தது. 1842 ஜனவரியில் லண்டன் இன்ஸ்டிடியூட்டில் குரோவ் அளித்த விரிவுரையை, பின்னர் பிரசுரமாக வெளிவந்த அதை, அடிப்படையாகக் கொண்டது அந்த நூல். 1855ல் லண்டனில் வெளிவந்த அதனுடைய 3வது பதிப்பை எங்கெல்ஸ் உபயோகித்தார். பக்கம் 52
- 17 *Amphioxus* (இருமுனை மீன்)—சுமார் 5 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு சிறிய மீனைப்போன்ற விலங்கு; இது பல கடல்களிலும் மாகடல்களிலும் (இந்திய, பசிபிக் மாகடல்களில்; மலேயா தீபகற்ப, ஜப்பானியக் கரைகளிலிருந்து தொலைவில்; மத்தியதரைக் கடல், கருங்கடல் முதலியனவற்றில்) உள்ளது; இது முதுகெலும்பு அற்றவைகளுக்கும், முதுகெலும்பு உள்ளவைகளுக்கும் இடையே உள்ள ஓர் இடைநிலை வடிவமாகும்.
- Lepidosiren* (ஓர் அமேஜான் சேற்று மீன்)—நுரையீரலையும், செவுள்களையும் பெற்றுள்ள டிப்ளாய் என்ற மீன்வகையைச் சேர்ந்தது இது; தென் அமெரிக்காவில் இவை உள்ளன. பக்கம் 54
- 18 *Ceratodus* (பரமுண்டா)—நுரையீரலையும், செவுள்களையும் பெற்றுள்ள இந்த மீன் ஆஸ்ட்ரேலியாவில் உள்ளது. *Archaeopteryx*—மறைந்துபோன விலங்கு; பறவைகளின் மிகப் பண்டைய பிரதிநிதியான இது அதே சமயத்தில் ஊர்வனவற்றின் சில சிறப்புக்கூறுகளையும் பெற்றுள்ளது. இங்கு எங்கெல்ஸ், 1870ல் வெளிவந்த ஹெ.அ. நிக்கல்ஸனின் *A Manual of Zoology* ("விலங்கியலின் ஒரு

கையேடு') என்ற நூலைப் பயன்படுத்துகிறார். "இயற்கையின் இயக்க இயலை" பற்றிய பணிகளில் ஈடுபட்டிருந்த பொழுது எங்கெல்ல 1874க்குப் பின்னால் அல்லாமல் வெளிவந்த அந்த நூலின் ஆரம்ப காலப் பதிப்பு ஒன்றையே உபயோகித்தார். அதே பக்கம்

- 19 க. பி. வோல்ப் 1759ல் தமது ஆய்வுரையான *Theoria generationis* ("ஜனனத்தைப் பற்றிய தத்துவம்") என்பதைப் பிரசுரித்தார்; அதில் அவர் முந்திய உருவாக்கம் பற்றிய சித்தாந்தத்தை மறுதலித்தார்; கிரம உருவாக்கம் பற்றிய தத்துவத்திற்கு ஆதரவாக விஞ்ஞான ரீதியான ஆதாரங்களைக் கொடுத்தார்.

முந்திய உருவாக்கம் என்றால் வயதுவந்த அங்கஜீவி அதன் கருமூல அணுவில் முன்னதாகவே உருவாக்கம் பெற்றுள்ளது என்பதாகும். 17வது, 18வது நூற்றாண்டுகளில் உயிரியல்வாதிகளிடையே மேலோங்கியிருந்த முந்திய உருவாக்கவாதத்தின் இயக்க மறுப்பியல் ரீதியான கண்ணோட்டத்தின்படி, வயது வந்த அங்கஜீவியின் ஒவ்வொரு பகுதியும் கருமூல அணுவில் ஏற்கனவே சிறிதான வடிவில் உள்ளது; இதனால் வளர்ச்சி என்பது ஏற்கனவே உள்ள உறுப்புகளின் அளவுநிலை ரீதியான அபிவிருத்தியேயாம்; ஆனால் வளர்ச்சி என்பதின் பொருத்தமான அர்த்தத்தில், அதாவது, கிரம உருவாக்கம் என்ற அர்த்தத்தில் நடைபெறுவதில்லை. வோல்ப் முதல் டார்வின் வரை பல பிரபல உயிரியல்வாதிகள் கிரம உருவாக்கத் தத்துவத்தை முன்னுக்குக் கொண்டுவந்து அதை நுணுக்கப்படுத்தினர். அதே பக்கம்

- 20 *On the Origin of Species* ("இனவகைகளின் தோற்றத்தைப் பற்றி")—1859 நவம்பர் 24ம் தேதி வெளிவந்தது. பக்கம் 55

- 21 E. Haeckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen*, 4 Aufl., Berlin, 1873 (ஏ. ஹெக்கல், "படைப்பின் இயற்கை வரலாறு. பரிணாமத் தத்துவத்தைப் பற்றிப் பொதுவாகவும், டார்வின், கேதே, லாமார்க் இவர்களுடைய பரிணாமத் தத்துவத்தைப் பற்றிக் குறிப்பாகவும் எளிதில் விளங்கும் விஞ்ஞானச்

சொற்பொழிவுகள்", நான்காவது பதிப்பு, பெர்லின், 1873). பெர்லினில் 1868ல் முதன்முதலாக இந்த நூல் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

புரோடிஸ்டா (கிரேக்க மொழியில் *Protistos*—முதல்) —ஹெக்கலின் வகையீட்டின்படி, ஓரணு அமைப்புள்ளவையும், அணு அமைப்பற்றவைபுமான எளிய அங்கஜீவிகளின் ஒரு பெரும் திரள்; பல்லுயிரணுக்கள் கொண்ட மரவடை, மாவடையுடன் இவை அங்கக வாழ்வின் மூன்றாவதொரு கிளையாக அமைகின்றன.

மோனெரா—(கிரேக்க மொழியில் *moneres*—ஏகம்) ஹெக்கலின் கருத்துப்படி, புரதப் பொருளின் அணு அமைப்பற்ற, கட்டமைப்பற்ற துளிகள்; உணவு நாட்டம், அசை வோட்டம், தூண்டுகைகளுக்குத் துலங்கல், இனப் பெருக்கம் ஆகிய ஜீவாம்சமான எல்லாக் கிரியைகளையும் அவை புரிகின்றன. தன்னியக்க ரீதியான பிறப்பினால் தோன்றிய, இப்போது மறைந்துவிட்ட தொடக்க கால மோனெரா என்றும் இன்னும் உயிர் வாழ்கிற நவீனகால மோனெரா என்றும் ஹெக்கல் வேறுபடுத்துகிறார். அங்கக இயற்கையின் மூன்று கிளைகளுக்கும் முன் சொன்னது துவக்க நிலையாக இருந்தது. வரலாற்று ரீதியாகத் தன்னியக்கமாகப் பிறந்த மோனெராவினிலிருந்தே உயிரணு தோன்றி வளர்ந்தது. இந்த மோனெரா, புரோடிஸ்டா கிளையைச் சேர்ந்தது; புரோடிஸ்டாவின் மிக எளியதும், முதன்மையானதுமான வகுப்பைச் சேர்ந்தது அது. ஹெக்கலின் கருத்துப்படி, *Protamoeba primitiva* (புரோடமீபா பிரிமிடிவா), *Protomyxa aurantiaca* (புரோடோமிக்ஸா அவுரன்டியாகா), *Bathybius Haeckelii* (பேதிபியஸ் ஹெக்கலி) ஆகியன நவீனகால மோனெரா வின் பிரதிநிதிகளாகும்.

புரோடிஸ்டா, மோனெரா என்ற சொற்களை ஹெக்கல் 1866ல் தமது நூல் "அங்கஜீவிகளின் பொது உடலமைப்பியல்" என்பதில் படைத்தார்; ஆனால் அவை விஞ்ஞானத்தில் வேரூன்றவில்லை. அன்று ஹெக்கல் புரோடிஸ்டா என்று கருதியவை இன்று செடிகளாக அல்லது விலங்குகளாக வகையீடு செய்யப்பட்டுள்ளன. மோனெரா இருப்பதாக ஊர்ஜிதம் செய்யப்படவில்லை. அப்படியிருப்பினும், உயிரணு அமைப்புக்கு முற்பட்ட வடிவங்களிலிருந்து உயிரணு அமைப்புள்ள அங்கஜீவிகள் தோன்றி வளர்ந்தன என்ற பொதுவான கருத்தும், தொடக்கக் கால அங்கஜீவிகள் செடிகளாகவும், விலங்குகளாகவும்

வகைவேறுபாடு பெற்றன என்ற கருத்தும் விஞ்ஞானத்தில் சகலராலும் ஏற்கப்பட்டுள்ளன. அதே பக்கம்

- 22 இங்கும், இதற்குக் கீழேயும் எங்கெல்ஸ் கீழ்கண்ட நூல்களிலிருந்து மேற்கோள்கள் எடுத்தாங்கினார்: J. H. Mädler, *Der Wunderbau des Weltalls, oder populäre Astronomie*, 5. Aufl., Berlin, 1861 (யோ. ஹெ. மேட்லரின் “பிரபஞ்சத்தின் அற்புதக் கட்டமைப்பு அல்லது எளிதில் விளங்கும் வானவியல்”, 5வது பதிப்பு, பெர்லின், 1861); A. Secchi, *Die Sonne*, Braunschweig, 1872 (அ. செக்கியின் “சூரியன்”, பிரன்ஸ்விக், 1872). “முன்னுரை”யின் இரண்டாவது பகுதியில் மேற்கண்ட இரு நூல்களிலிருந்து எடுத்த பகுதிகளை எங்கெல்ஸ் பயன்படுத்துகிறார்; அவை 1876 ஜனவரி, பிப்ரவரியில் எடுக்கப்பட்டிருக்கலாம் (இந்தப் பதிப்பு 448-453ம் பக்கங்களைப் பார்க்க). பக்கம் 57

- 23 Eozoon canadense—(யோஜூன் கனடென்ஸ்)—கனடாவில் கண்டெடுக்கப்பட்ட புதைபடிவம்; இது பண்டைய காலத்தொடக்கநிலை அங்கஜீவிகளின் மிச்ச சொச்சங்களாகக் கருதப்படுகிறது. 1878ல் மோபியஸ் இந்தப் புதைபடிவத்தின் அங்ககரிதியான பிறப்பு என்ற கருத்தை நிராகரித்தார். பக்கம் 59

- 24 கேதேயின் *Faust* (“பாவுஸ்ட்”) நூலில் மெபிஸ்டாபீல் கூறும் சொற்கள் (பகுதி 1, காட்சி 3). பக்கம் 63

“ஓ ரி ங் கு க் கு [ம று ப் பு]” க் கு எ ஞு தி ய
ப லை ய மு க ளு ரை.

இ ய க் க இ ய லை ப் ப ற் றி

- 25 இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தக் கட்டுரை இந்தத் தலைப்பைத் தாங்குகிறது; “இயற்கையின் இயக்க இய”லுக்கான விஷயாதாரங்களைத் தொகுக்கும்போது எங்கெல்ஸ் இதை அதில் வைத்தார். இந்தக் கட்டுரையின் உண்மையான கைப்பிரதியில் “முகவுரை” என்ற ஒரு சொல் தலைப்பு மட்டுமே இருக்கிறது; ஆனால், முதல் பக்கத்தின் மேல் மூலையில் அடைப்புக்களுக்குள் ஒரு குறிப்பு “ஓரிங், விஞ்ஞானத்

தில் புரட்சி” என்பதும் கூட இருக்கிறது. “ஓரிங்குக்கு [மறுப்பு]க்கு” முதல் பதிப்பிற்கு முகவுரையாக 1878 மே மாதத்தில் அல்லது ஜூன் மாத ஆரம்பத்தில் இந்தக் கட்டுரையை அவர் எழுதினார். ஆயினும், இந்த நீண்ட முன்னுரையை எடுத்துவிட்டு இதைவிடச் சருங்கியதொன்றைப் புகுத்த எங்கெல்ஸ் தீர்மானித்தார்.

புதிய முகவுரை 1878 ஜூன் 11 எனத் தேதியிடப்பட்டுள்ளது. புதியதில் உபயோகிக்கப்பட்ட “பழைய முகவுரை”யில் அடிக்கப்பட்ட பக்கங்களுடன் அதன் உள்ளடக்கம் ஏறக்குறையப் பிரதானமாக முற்றொருமை கொண்டதாக உள்ளது. பக்கம் 71

- 26 பிலடெல்பியாவில் 1876 மே 10ம் தேதி துவக்கப்பட்ட 6வது உலகத் தொழில் பொருட்காட்சி அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் நூறாவது ஆண்டு (1776, ஜூலை 4) விழாவுக்கு அர்ப்பணிக்கப்பட்டது. அந்தக் கண்காட்சியில் பங்கு கொண்ட நாற்பது நாடுகளில் ஜெர்மனியும் ஒன்று. பெர்லின் தொழில் அகாதமியின் இயக்குநரான பேராசிரியர் ருலோ நீதிபதிகளின் ஜெர்மன் கமிட்டிக்குத் தலைவராக ஜெர்மன் சர்க்காரால் நியமிக்கப்பட்டிருந்தார். ஜெர்மானியத் தொழில் இதர நாடுகளுக்கு மிக பிற்பட்டிருக்கிறதென்றும் அதனுடைய கோஷம் “மனிவாக ஆனால் அழகலாக” என்பதாகவே உள்ளதென்றும் அவர் கூறினார். இவருடைய இந்த அறிக்கை பல பத்திரிகைக் கருத்துரைகளுக்கு இடமளித்தது. குறிப்பாக *Der Volksstaat* (“மக்களின் அரசு”) என்ற பத்திரிகையில் இந்த ஊழலான விஷயத்தைக் குறித்து ஜூலை-செப்டம்பர் மாதங்களில் தொடர்ச்சியாகப் பல கட்டுரைகள் வெளிவந்தன. பக்கம் 73

- 27 *Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München*, 1877, Beilage, S. 18 (மயூனிக்கில் நடந்த ஜெர்மன் இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 50வது காங்கிரஸின் ரிப்போர்ட், 1877, பின் இணைப்பு, பக்கம் 18). அதே பக்கம்

- 28 1877, செப்டம்பர் 22ம் தேதி, ஜெர்மன் இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 50வது காங்கிரஸில் விர்ஹோவ் வைத்த அறிக்கையையே இங்கு எங்கெல்ஸ் மனதிற் கொண்டுள்ளார். பார்க்க R. Virchow, *Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat*, Berlin, 1877, S. 13

- (ரு. விர்ஹோவ், “நவீன அரசில் விஞ்ஞான சுதந்திரம்”, பெர்லின், 1877, பக்கம் 13). பக்கம் 74
- ²⁹ A. Kekulé, *Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie*, Bonn, 1878, S.13-15 (“இரசாயனத்தின் விஞ்ஞானக் குறிக்கோள்களும் சாதனைகளும்”, பான், 1877, பக்கங்கள் 13-15). பக்கம் 77
- ³⁰ *Holde Hindernisse* (கவரும்இடர்கள்)—ஹைனேயின் *Neuer Frühling* (“புதிய இளவேனிற்காலம்”) என்னும் தொகுப்பின் “முன்முகத்” தில் உள்ள ஒரு சொற்றொடர். பக்கம் 80
- ³¹ கார்ல் மார்க்ஸ், “மூலதனம்”, பாகம் I, மாஸ்கோ, 1959, பக்கம் 19. பக்கம் 84
- ³² கார்ல் மார்க்ஸ், “மூலதனம்”, பாகம் I, மாஸ்கோ, 1959, பக்கம் 20. அதே பக்கம்
- ³³ கணிதவியல்வாதி ஜான் பாதிஸ்ட் ஜோசப் பூரியேயின் *Théorie analytique de la chaleur*, Paris, 1822 (“வெப்பத்தைப் பற்றிய பகுப்பாய்வுத் தத்துவம்”, பாரிஸ், 1822) ஆய்வு நூலையும், சா. கார்னோ எழுதிய *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, Paris, 1824 (“நெருப்பின் உந்தும் சக்தியைப் பற்றியும் இந்தச் சக்தியைத் தோற்றுவிக்கும் திறனுடைய இயந்திரங்களைப்பற்றியும் சிந்தனைகள்”, பாரிஸ், 1824) நூலையும் இங்கு எங்கெல்ஸ் தமது மனதிற் கொண்டுள்ளார். கீழே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிற C சார்புப்பரிமாணம் சா. கார்னோவின் நூலில் பக்கங்கள் 73-79ல் உள்ள ஒரு குறிப்பில் காணப்படுகிறது. பக்கம் 85

ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம்

- ³⁴ கைப்பிரதியின் முதல் பக்கத்தில் இருந்த கட்டுரைக்கு இந்தத் தலைப்பு கொடுக்கப்பட்டது. எங்கெல்ஸ் இதை வைத்திருந்த மூன்றாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் “இயற்கை விஞ்ஞானமும், ஆவி உலகமும்” என்று உள்ளது. 1878 முதல் பாதியில் இந்தக் கட்டுரை எழுதப்பட்டிருக்கலாம். மேஜையுடன் இரு முனைகளும்

- சீல் செய்யப்பட்டுள்ள ஒரு கயிற்றில் முடிச்சுகள் போடுவது என்ற ஜோல்னரின் “பரிசோதனைகளைப்” பற்றிய தகவல்களைக் “கடைசியாகக் கிடைத்த தகவல்கள்” என எங்கெல்ஸ் அந்தக் கட்டுரையில் (இந்தப் பதிப்பு, 99-101ம் பக்கங்கள் காண்க) சொல்லுவதிலிருந்து மேற்கூறிய முடிவுக்கு வரலாம். 1877 டிஸம்பர் 17ல் லைப்ஸிக் நகரில் ஜோல்னர் இந்தப் “பரிசோதனைகளை” நடத்தினார். எங்கெல்ஸின் கட்டுரை அவருடைய ஆயுட் காலம் முழுவதிலும் பிரசுரிக்கப்படவே இல்லை. 1898ல் சோஷல்-டெமாக்கிரடிக் ஆண்டு வெளியீட்டு நூலான *Illustrierter Neue Welt-Kalender für das Jahr 1898* (புதிய படங்களைக் கொண்ட பஞ்சாங்கம் 1898 ஆண்டுக்காக, ஹாம்பர்க் 1898, பக்கங்கள் 56-59ல்) அது வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 87
- ³⁵ பிரான்ஸிஸ் பேகன் வெளியிடத் திட்டமிட்ட கலைக்களஞ்சிய நூலான *Instauratio magna* (“மகத்தான விஞ்ஞானச் சீரமைப்பு”) என்பதை, பிரத்தியேகமாக அதன் மூன்றாவது பாகமான *Phaenomena universi, sive Historia naturalis et experimentalis ad condendam philosophiam* (“இயற்கையின் இயல் நிகழ்ச்சிகள் அல்லது இயற்கையானதும் பரிசோதனை ரீதியானதுமான வரலாறு, தத்துவவியலின் சாத்தியமாகிற அடிப்படை”) என்பதையே இது குறிக்கிறது. தமது திட்டத்தின் ஒரு பகுதியை மட்டுமே பேகன் நிறைவேற்றினார். மூன்றாவது பாகத்தில் சேரவேண்டிய விஷயாதாரங்கள் 1622-23ல் *Historia naturalis et experimentalis* (“இயற்கையானதும் பரிசோதனை ரீதியானதுமான வரலாறு”) என்ற பொதுவான தலைப்பின்கீழ் லண்டனில் வெளியிடப்பட்டன. பக்கம் 88
- ³⁶ *Observations on the Prophecies of Daniel and Apocalypse of St. John* (“ஸெயின்ட் ஜானின் அருள் வெளிப்பாட்டையும், டேனியலின் வருங்காலவுரைகளையும் பற்றிய நுண்ணோக்கு உரை”) என்பதே நியூட்டனின் மிகப் பிரசித்தி வாய்ந்த சமயவாத நூலாகும். இது 1733ல் அவருடைய மரணத்திற்குப்பின் பிரசுரிக்கப்பட்டது. ஸெயின்ட் ஜானின் அருள் வெளிப்பாடு விவிலிய நூலின் ஒரு பகுதியாகும். அதே பக்கம்
- ³⁷ A. R. Wallace, *On Miracles and Modern Spiritualism*, London, Burns, 1875 (ஆ. ர. வாலஸ் “அற்புதங்கள்,

நவீன ஆவியுலகவாதம் பற்றி” என்ற நூல், லண்டன், பர்ன்ஸ், 1875). இந்த நூலிலிருந்து எங்கெல்ஸ் காட்டியுள்ள மேற்கோள்கள் இந்தக் கட்டுரையில் சதுர அடைப்புகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அதே பக்கம்

38 மெஸ்மெரிஸம் — ஓர் ஆஸ்திரிய வைத்தியரான பி. அ.மெஸ்மர் (1734-1815) என்பவரின் பெயரால் அழைக்கப்படுகிற விஞ்ஞானமற்ற தத்துவமான “விலங்குக் காந்தவியல்” என்பதே. 18வது நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் இது மிகவும் பரவி, ஆவியுலகவாதத்தின் முன்னோடிகளில் ஒன்றாகியது. அதே பக்கம்

39 மண்டையோட்டு அமைப்பியல் (Phrenology)—ஓர் ஆஸ்திரிய வைத்தியனான ப்ரான்ஸ் கால் 19வது நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் முன்வைத்த இழிநிலைப்பொருள்முதல்வாதத் தத்துவம்; மனிதனின் ஒவ்வொரு உளவினைத் திறமும் தனக்கென ஓர் உறுப்பைப் பெற்றுள்ளது, அது பெரு மூளையின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் இடம் பெற்றுள்ளது, ஒரு குறிப்பிட்ட உளவினைத் திறமும் அது சம்பந்தப்பட்ட உறுப்பின் வளர்ச்சிக்கு அடிகோலுகிறது, இதனால் அதற்கு ஒத்திசைவாக உள்ள மண்டையோட்டுப் பகுதியில் ஒரு குவிமுனைப்பு உருவாகிறது, மண்டையோட்டின் இடையோட்டிய உருவாக்கம், சம்பந்தப்பட்ட மனிதனின் உள இயல்புகளைச் சுட்டிக்காட்டுகிறது என்று மேற்படித் தத்துவம் கூறுகிறது. பிரெஸலனியின் இந்தப் போலி விஞ்ஞானக் கருத்துக்களை ஆவியுலகவாதிகள் உட்படப் பல்வேறு பகடிகளும் பரவலாக உபயோகித்தனர். அதே பக்கம்

40 பரடாரியா (ஸ்பானிய மொழியில் ‘பரடோ’ என்றால் ‘மலிவு’ என்பது பொருள்)—இல்லாத ஒரு தீவின் பெயர் அது; “டான் குவிக்ஸோட்” நாவலில் அது ஒரு நகரத்தின் பெயரைக் குறிக்கிறது; அந்த நகரத்தின் கற்பனை கவர்னராக ஸான்சோ பான்ஸா நியமிக்கப்படுகிறான்.

பக்கம் 89

41 J. N. Maskelyne, *Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress with some exposures of so-called spirit media*, London, 1876 (ஜே. நெ. மாஸ்கலைன் எழுதிய “நவீன ஆவியுலகவாதம். ஆவி ஊடகங்

கள் எனக் கூறப்படுவது சில அம்பலப்படுத்தல்களுடன் சேர்ந்து அது எவ்வாறு எழுந்தது, வளர்ந்தது என்பதின் சுருக்க வரலாறு”, லண்டன், 1876). எங்கெல்ஸ் இங்கு இந்த நூலை உபயோகப்படுத்தினார். பக்கம் 94

42 *The Echo* (“எதிரொலி”)—ஒரு பூர்ஷ்வா-மிதவாதப் பத்திரிகை. லண்டனில் 1868 முதல் 1907 வரை வெளி வந்தது. பக்கம் 96

43 ஜே. நெ. மாஸ்கலைன், மேற்கூறிய நூல், பக்கங்கள் 99-101 அதே பக்கம்

44 1874ல் குருக்ஸ் ரேடியோமீட்டரைக் கண்டுபிடித்தார். *Lichtmühle* என்ற ஜெர்மன் சொல் “ஒளி மில்” என்ற மொழிபெயர்ப்பைப் பெறுகிறது; ஒளி அல்லது வெப்பக் கதிர்களால் இயங்குகிற ஒரு சுழலும் உபகரணம் அது. 1861ல் குருக்ஸ் தல்லியத்தைக் கண்டுபிடித்தார். அதே பக்கம்

45 ஜே. நெ. மாஸ்கலைன், மேற்கூறிய நூல், பக்கங்கள் 141-142. பக்கம் 97

46 இதுவும், இதற்குப் பின்னர் வருகிற இரண்டு மேற்கோள்களும் வில்லியம் குருக்ஸின் “The Last of ‘Katie King’” (“கேட்டி கிங்கின் கடைசித் தோற்றம்”) கட்டுரையிலிருந்து எடுத்தாளப்பட்டன.

The Spiritualist (“ஆவியுலகவாதி”)—1869 முதல் 1882 வரை லண்டனிலிருந்து ஆங்கில ஆவியுலகவாதிகள் வெளியிட்ட வாரப் பத்திரிகை. 1874ல் அது தனது தலைப்பை *The Spiritualist Newspaper* (“ஆவியுலகவாதியின் செய்தித்தாள்”) என மாற்றிக் கொண்டது. பக்கம் 98

47 ஜே. நெ. மாஸ்கலைன், மேற்கூறிய நூல், பக்கங்கள் 144-145. அதே பக்கம்

48 Ch. M. Davies, *Mystic London*, London, Tinsley Brothers, 1875, p. 319 (சா. மொ. டேவிஸ், “இறைஞானவாத லண்டன்”, லண்டன், டின்ஸ்லி பிரதர்ஸ், 1875, பக்கம் 319). பக்கம் 99

- 49 ஜே. நெ. மாஸ்கலைன், மேற்கூறிய நூல், பக்கங்கள் 118-19, 142-44, 146-53. அதே பக்கம்
- 50 1875, மே 6ம் தேதி ஸெயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க் சர்வகலாசாலையின் பௌதிகவியற் கழகம் தோற்றுவித்த, ஆவியுலக இயல் நிகழ்ச்சிகளை விசாரிப்பதற்கான கமிஷனையே இது குறிக்கிறது; 1876, மார்ச் 21ம் தேதி அந்தக் கமிஷன் தனது வேலையை முடித்தது. அந்த கமிஷனில் தி. இ. மெந்தெலேயெவும் இதர பிரபல விஞ்ஞானிகளும் இருந்தனர். ருஷ்யாவில் ஆவியுலகவாதத்தைப் பரப்பிக் கொண்டிருந்த அ. நி. அக்ஸ்கோவ், அ. மி. பூட்லரோவ், நி. பெ. வாக்கனர் ஆகியோரைச் “சுத்தமான” ஆவியுலக இயல் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய தகவல்களை அளிக்கும்படி அக்கமிஷன் கோரியது. “தன்னுணர்வற்ற அசைவுகளிலிருந்து அல்லது வேண்டுமென்றே ஏமாற்றுவதிலிருந்தே ஆவியுலக இயல்நிகழ்ச்சிகள் எழுகின்றன” என்றும், “ஆவியுலக சித்தாந்தம் மூடநம்பிக்கை” என்றும் அது ஒரு முடிவுக்கு வந்தது; பிறகு அந்தக் கமிஷன் தனது முடிவுகளை 1876, மார்ச் 25 Golos (“குரல்”) என்ற பத்திரிகையில் வெளியிட்டது. கமிஷனுக்குக் கிடைத்த விஷயாதாரங்களை மெந்தெலேயெவ் “ஆவியுலகவாதத்தைப்பற்றித் தீர்ப்புக் கூறுவதற்கான விஷயாதாரங்கள்” என்ற தலைப்பில் பிரசுரித்தார். (ஸெயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க், 1876). தமது நூலின் இந்த இடத்தில் எங்கெல்ஸ் மாஸ்கலைனின் புத்தகத்தைப் பயன்படுத்தினார். பக்கம் 100
- 51 மொத்ஸார்ட்டின் *The Magic Flute* (“மந்திரவேய்ங் குழல்”), என்ற இசைநாடகத்தில் (அங்கம் I, காட்சி 18) பாமினா, பபாஜேனோ இவர்கள் பாடுகிற இருவர் பாட்டின் துவக்கம் இது. இந்த உணர்ச்சிப் பாட்டு அடுத்த வாக்கியத்தில் சிலேடையாக ஏற்றிச் சொல்லப்பட்டுள்ளது. பக்கம் 102
- 52 1871ம் ஆண்டு பாரிஸ் கம்யூன் புரட்சிக்குப் பிறகு ஜெர்மனியில் டார்வினியத்திற்கு எதிராகப் பிரத்தியேகமாகப் பரவியிருந்த பிற்போக்கான தாக்குதல்களையே எங்கெல்ஸ் இங்கு சூசகமாகக் குறிப்பிடுகிறார். டார்வினியத்தை முதலில் ஆதரித்த விர்ஹோவைப்போன்ற முக்கியமான விஞ்ஞானியும் கூட 1877ல் ம்யூனிக் நகரில் நடைபெற்ற இயற்கை விஞ்ஞானிகள் கூட்டத்தில், டார்வினியம்

- சோஷலிஸ இயக்கத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது எனவும், தற்போதைய சமூக அமைப்பிற்கு அதனால் அது அபாயம் விளைப்பது என்றும் கூறி, எனவே அதற்கு தடைவிதிக்க வேண்டும் எனப் பிரேரேபித்தார். (ரு. விர்ஹோவ், “நவீன அரசில் விஞ்ஞான சுதந்திரம்”, பெர்லின், 1877, பக்கம் 12). பக்கம் 102
- 53 1870ல் ரோமாபுரியில் போப்பாண்டவர் தவறிழைக்க முடியாதவர் என்ற கோட்பாடு பிரகடனம் செய்யப்பட்டது. ஜெர்மன் கத்தோலிக்க சமயவாதியான டாலிஞ்ஜேர் இதை ஏற்றுக்கொள்ள மறுத்தார். மெய்ன்ஸ் நகரத்து பிஷப் பாதுரியான கெட்டலரும் கூட ஆரம்பத்தில் இந்தக் கோட்பாடு பிரகடனம் செய்யப்படுவதை எதிர்த்தார்; ஆனால் வெகு விரைவாகவே அத்துடன் சமாதானம் செய்து கொண்டு அவர் அந்தக் கோட்பாட்டின் உணர்வுள்ள பாதுகாப்பாளராக மாறினார். பக்கம் 104
- 54 ஆவியுலக இயல் நிகழ்ச்சிகளைப் பரிசீலிக்க அமைக்கப்பட்ட கமிட்டியின் வேலைகளில் பங்கு கொள்ளும்படி லண்டன் டையலெக்ஸிகல் சொஸைடி அழைப்பு விடுத்ததற்குத் தாமஸ் ஹக்ஸ்லி என்ற உயிரியல்வாதி அந்த சொஸைட்டிக்கு எழுதிய கடிதத்திலிருந்து இந்தச் சொற்கள் எடுத்தாளப்பட்டுள்ளன. ஆவியுலகவாதத்தைப் பற்றி அனேக குத்தலான குறிப்புகளுடன் அந்த அழைப்பை ஹக்ஸ்லி நிராகரித்தார். மேலே குறிப்பிட்ட டேவிஸ்புத்தகம் “மாயவாத லண்டன்” (1875) என்ற நூலின் பக்கம் 389ல், 1869, ஜனவரி 29 தேதியிட்ட ஹக்ஸ்லியின் கடிதம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பக்கம் 105

இயக்க இயல்

- 55 கைப்பிரதியின் முதல் பக்கத்தில் அந்தக் கட்டுரைக்கு அளிக்கப்பட்ட தலைப்பு இதுவே. கைப்பிரதியின் 5வது, 9வது பக்கங்களின் மேல் மார்ஜின்களில் “இயக்க இயல் விதிகள்” என்ற சொற்கள் எழுதப்பட்டுள்ளன. இந்தக் கட்டுரை முற்றுப் பெறாமலே நின்றவிட்டது. அது 1879ல் எழுதப்பட்டது, ஆனால் அவ்வாண்டு செப்டம்பர் மாதத்திற்கு முன்னால் அல்ல. H. E. Roscoe und C. Schorlemmer, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie* (ரோஸ்கோ

வும் ஷோர்லெமரும், “விரிவான இரசாயனப் பாடப் புத்தகம்”) என்னும் நூலின் இரண்டாவது பாகத்தின் முடிவை அவர் மேற்கோள் காட்டுகிறார். இந்த நூலின் இரண்டாவது பகுதி 1879ல் செப்டம்பர் மாதத் தொடக்கத்தில் வெளியிடப்பட்டது; ஆனால் ஸ்கான்டியம் (scandium) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதைக் குறித்து எங்கெல்லின் எவ்விதக் குறிப்பும் இல்லை; ஸ்கான்டியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆண்டான 1879க்குப் பிறகு அந்தக் கட்டுரையை அவர் எழுதியிருந்தாரெனில் காலியம் (gallium) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதுடன் சம்பந்தப்படுத்தி அதைக் குறிப்பிட அவர் தவறியிருக்கமாட்டார்.

பக்கம் 106

56 H. Heine, “Über den Denunzianten. Eine Vorrede zum dritten Theile des Salons”, Hamburg, 1837, S. 15 (ஹெ. ஹைனே, “கோட்சொல்லியைப் பற்றி. ‘ஸாலானின்’ மூன்றாவது பகுதிக்கு முன்னுரை”, ஹம்பர்க், 1837, பக்கம் 15).

பக்கம் 108

57 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, 108ம் பாரா, பின் இணைப்பு. “இயற்கையின் இயக்க இயலை” எழுத எங்கெல்ஸ், G.W.F. Hegel, Werke, Bd. VI, 2. Aufl., Berlin 1843, S. 217 (கி. வி. பி. ஹெகல், “நூல்கள்”, VI ம், பாகம் 2வது பதிப்பு, பெர்லின், 1843, பக்கம் 217) என்ற பதிப்பை உபயோகித்தார். பக்கம் 111

58 Hegel, Wissenschaft der Logik (ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”), புத்தகம் I, பகுதி III, அத்தியாயம் II, “அளவீடு சம்பந்தங்களின் கணுநிலைகளைப் பற்றிய உதாரணங்கள்; natura non facit saltum” (இயற்கையில் பாய்ச்சல்கள் இல்லை) என்பதைப் பற்றிய குறிப்புகள். “இயற்கையின் இயக்க இயலை” தயாரிக்கும் பொழுது எங்கெல்ஸ் G. W. F. Hegel, Werke, Bd. III, 2 Aufl., Berlin, 1841, S. 433 என்ற பதிப்பை உபயோகித்தார்.

பக்கம் 112

59 H. E. Roscoe und C. Schorlemmer. Ausführliches Lehrbuch der Chemie, Bd. II, Braunschweig 1879, S. 823.

பக்கம் 114

60 1869ல் தி. இ. மெந்தெலேயெய் மூலகங்களின் ஆவர்த்த விதியைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த ஆவர்த்த அமைப்பில் இல்லாத பல எண்களைப்பற்றி விபரமான வர்ணனையை மெந்தெலேயெய் அளித்திருந்தார். இந்த மூலகங்களைக் குறிக்க சம்ஸ்கிருத எண்களை (அதாவது “ஏகம்” — “ஓன்று” என்பதுபோல) முந்தி அறியப்பட்ட மூலகத்தின் பெயருக்கு முன்னால் சேர்க்கலாம் என்றும், அதைத் தொடர்ந்து அதே குழுவைச் சேர்ந்த பொருத்தமான இல்லாத எண்ணை எழுதலாம் எனவும் அவர் யோசனை கூறினார். மெந்தெலேயெய் முன்கூட்டியே சொன்ன முதல் மூலகம் காலியம் 1875ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

பக்கம் 115

61 *Le Bourgeois Gentilhomme* (“புதுப் பணக்காரன் பரம்பரை பிரபுவாக”) என்ற இன்பியல் நூலில்.

பக்கம் 116

இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்

62 “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் மூன்றாவது தாள் கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தத் தலைப்பு காணப்படுகிறது.

பக்கம் 117

63 காலக்கிரமப்படி ஹார்டென்ஷ்டைன் பதிப்பித்த இ. கான்ட்டின் “முழு நூல்திரட்டு”, பாகம் I ஐ (I. Kant, *Sämtliche Werke*, in chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein, Band I, Leipzig, 1867) எங்கெல்ஸ் மனதிற்கொண்டுள்ளார். கான்ட்டினுடைய *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte* (“உயிருள்ள சக்திகளின் சரியான மதிப்பீட்டைப் பற்றிய சிந்தனைகள்”) என்ற நூலின் 10ம் பாரா, இந்தப் பதிப்பின் 22ம் பக்கத்தில் உள்ளது. இந்த பாராவின் அடிப்படைக் கருத்துரை கூறுவதாவது: “செயலின் பலம் தூரத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தலைகீழ் தகவுப் பொருத்தம் உள்ளவாறு அம்முறையில் தற்போதைய உலகிலுள்ள பொருட்கள் ஒன்றின்பால் ஒன்று செயல்புரிகின்றன என்பதையே மேலீடான அடிப்படையாகக் கொண்டு இந்த மும்மடியான அளவீடு உள்ளது.” பக்கம் 120

⁶⁴ இயக்கத்தின் பொதுவான தொகை, இயக்கத்தின் பொதுவான அளவுநிலை ரீதியான நிர்ணயம்—இதையே குறிக்கிறது. *m*-ன் விசேஷ அர்த்தத்தில் உள்ள “இயக்கத்தின் அளவு” என்பது ஜெர்மன் மொழியில் *Bewegungsgrösse* என்ற சொல்லால் சுட்டப்படுகிறது. ஆயினும், இங்கும் இதைத் தொடர்ந்து வருகிற உரைமூலத்திலும் எங்கெல்லும் *Bewegungsmenge* என்ற சொல்லை உபயோகிக்கிறார். *m* என்ற அளவுடன் இதை குழப்பிக் கொள்ளாமல் இருக்கும் பொருட்டு அதைப் பிறை அடைப்புக்குறிகளுக்குள் கொடுத்திருக்கிறோம். “*Bewegungsmenge*” என்ற சொல்லுக்குப் பதிலாகச் சில சமயங்களில் எங்கெல்லும் “*die Masse der Bewegung*” என்ற சொற்றொடரைக்கூட எல்லா வகை இயக்கத்தின் பொதுவான தொகையைக் குறிக்கும் அர்த்தத்தில் உபயோகிக்கிறார். பக்கம் 121

⁶⁵ H. Helmholtz, *Über die Erhaltung der Kraft*, Berlin, 1847, Abschn. I u. II (ஹெ. ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ், “ஆற்றலின் அழியாமையைப் பற்றி”, பெர்லின், 1847, பகுதி I, II). அதே பக்கம்

⁶⁶ எங்கெல்லும் கோடிட்டது. பக்கம் 132

⁶⁷ யூ. ரா. மாயரின் நூல்களான “அனங்கக இயற்கையின் சக்திகளைப்பற்றிய குறிப்புகள்” (1842ல் வெளியிடப்பட்டது), “வளர்சிதை மாற்றத்துடன் அதற்குள்ள தொடர்பில் அங்கக இயக்கம்” (1845ல் வெளியிடப்பட்டது) எங்கெல்லும் இங்கு தமது மனதில் கொண்டுள்ளார். இந்த இரண்டு நூல்களும் J. R. Mayer, *Die Mechanik der Wärme in Gesammelten Schriften*, 2. Aufl., Stuttgart, 1874 (யூ. ரா. மாயரின் “வெப்ப இயந்திரவியல். தொகுப்பு நூல்கள்”, 2வது பதிப்பு, ஷ்டூட்ட்கார்ட், 1874) என்ற புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பட்டு உள்ளன. எங்கெல்லும் “இயற்கையின் இயக்க இயலை”த் தயாரிக்கும்போது இந்தப் பதிப்பையே உபயோகித்தார். பக்கம் 133

⁶⁸ “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்” பாகம் IIல் “மேலீடான முகாந்திரம்” என்பதைப் பற்றிய பாராவைக் குறித்து ஹெகல் கூறியதையே எங்கெல்லும் அனேகமாக இங்கு மனதில் கொண்டிருக்கலாம். ஹெகல் அதில் “சொல்

லடுக்கு ரீதியான முகாந்திரங்களிலிருந்து விளக்கும் மேலீடான முறை”யை ஏளனம் செய்கிறார். ஹெகல் எழுதுகிறார்: “இம்மாதிரியாக விளக்குவது ஆதரிக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் அதைக் காண்பதும் புரிவதும் இலகுவாக உள்ளது; உதாரணமாகச் செடித்தன்மையான சக்தியில்—அதாவது செடி உற்பத்திச் சக்தியில்—ஒரு செடி தனது முகாந்திரத்தைப் பெற்றுள்ளது என்பதைக் காண்பதும் புரிவதும் போல இலகுவானது வேறென்றுமில்லை”. “ஒருவன் ஏன் நகரத்திற்குப் போகிறான் என்ற கேள்விக்குப் பதிலாக அவனை நகரத்திற்கு ஈர்க்கிற ஒரு கவர்ச்சிச் சக்தி அங்கு உள்ளது என்ற முகாந்திரமே” என்ற இம்மாதிரியான பதில் “செடித்தன்மையான சக்தி” என்பதின் மூலம் கொடுக்கப்படும் விளக்கத்தைப் போலவே அர்த்தமற்றதாகும். மேலும் ஹெகல் குறிப்பிடுகிறார், “ஒவ்வொரு விஞ்ஞானத்திலும், விசேஷமாகப் பெளதிக விஞ்ஞானத்தில் இம்மாதிரியான சொல்லடுக்குகள் நிறைந்துள்ளன; ஒருவகையில் இது விஞ்ஞானத்தின் சிறப்பு உரிமையாக அமைந்துள்ளது”. பக்கம் 136

⁶⁹ ஹெகல், “தத்துவவியல் வரலாற்றைப் பற்றிய சொற்பொழிவுகள்”, பாகம் I, பகுதி I, அத்தியாயம் I, “தேலீஸ்” என்னும் பாரா. “இயற்கையின் இயக்க இயலை”த் தயாரிக்கும்போது எங்கெல்லும், G. W. F. Hegel, *Werke*, Bd. XIII, Berlin, 1833, S. 208 (ஹெகல், “நூல்கள்”, XIIIம் பாகம், பெர்லின், 1833, பக்கம் 208) என்ற பதிப்பை உபயோகித்தார். அதே பக்கம்

இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை

⁷⁰ இந்தக் கட்டுரையின் கைப்பிரதியினுடைய தலைப்பு பக்கத்திலும், முதல் பக்கத்திலும் எங்கெல்லும் இந்தத் தலைப்பை கொடுத்துள்ளார். எங்கெல்லும் மூன்றாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தக் கட்டுரை “இயக்கத்தின் இரண்டு அளவைகள்” என்று தலைப்பிடப்பட்டுள்ளது. 1880 அல்லது 1881ல் இது எழுதப்பட்டது என்பதாகத் தோன்றுகிறது. பக்கம் 145

⁷¹ H. Suter, *Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, Th. II, Zürich, 1875, S. 367 (ஹெ. சூடெர், “கணிதவியல் விஞ்ஞானத்தின் வரலாறு”, ஜூரிச், 1875, IIம் பகுதி, பக்கம் 367.) பக்கம் 147

- 72 காண்ட்டின் “உயிருள்ள சக்திகளின் சரியான மதிப்பீட்டைப் பற்றிய சிந்தனைகள்”, 92 பாராவைக் காண்க. (I. Kant, *Sämmtliche Werke*, Bd. I, Leipzig, 1867, S. 98-99).
Acta Eruditorum (“விஞ்ஞானக் குறிப்புகள்”)—பேராசிரியர் மென்கே ஸ்தாபித்த முதல் ஜெர்மன் விஞ்ஞான சஞ்சிகை. 1682 முதல் 1782 வரை லைப்ஸிக்கிலிருந்து லத்தீன் மொழியில் வெளியிடப்பட்டது. 1732ல் அதனுடைய தலைப்பு *Nova Acta Eruditorum* (“புதிய விஞ்ஞானக் குறிப்புகள்”) என மாற்றப்பட்டது. லைப்ஸிட்ஸ் அதற்கு முனைப்பாக விஷயதானம் செய்துவந்தார்.
 பக்கம் 148
- 73 காண்ட்டின் இந்த நூலினுடைய முதல் பதிப்பின் தலைப்புப் பக்கத்தில் 1746ம் ஆண்டே அது வெளிவந்த வருடமாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது; கோனிக்ஸ்பர்க்கில் அது வெளியிடப்பட்டது. ஆயினும், அதனுடைய அர்ப்பணம் 1747, ஏப்ரல் 22 என இருப்பதிலிருந்து பிரத்தியேகமாக அந்த நூல் முடிக்கப்பட்டு வெளியிடப்பட்டது 1747 என்பது தெளிவுபடுகிறது. அதே பக்கம்
- 74 D’Alembert, *Traité de dynamique*, Paris, 1743 (டலம் பேர், “விசையியலைப் பற்றிய ஆய்வுநூல்”, பாரிஸ், 1743).
 பக்கம் 149
- 75 1686 செப்டம்பர், 1687 ஜூன் மாதங்களில் பிரெஞ்சு பாதிரி கடலான் *Nouvelles de la République des Letters* என்ற சஞ்சிகையில் இரண்டு கட்டுரைகளை வெளியிட்டார்; அதில் லைப்ஸிட்ஸுக்கு எதிராக டேக்கார்ட்டின் இயக்க அளவீடு III என்பதை ஆதரித்து நின்றார். இதற்குப் பதிலளிக்கும் முறையில் லைப்ஸிட்ஸின் கட்டுரைகள் அதே சஞ்சிகையில் 1687 பிப்ரவரி, செப்டம்பர் மாதங்களில் முறையே வெளிவந்தன.
Nouvelles de la République des Letters (“இலக்கியக் குடியரசின் புதுமைகள்”) என்ற விஞ்ஞானச் சஞ்சிகை பியேர் பேய்லே என்பவரால் ராட்டர்டாமிலிருந்து 1684 முதல் 1687 வரை வெளியிடப்பட்டது. அதை *Histoire des ouvrages des Savants* (“விஞ்ஞானிகளின் நூல்களின் வரலாறு”) என்ற தலைப்பின் கீழ் 1709 வரை அ. பாஸ்னாஜ் டி போவால் என்பவர் தொடர்ந்து வெளியிட்டார். பக்கம் 152
- 76 நான்காம் வேற்றுமைக்குரிய “mir” என்பதை எப்போது உபயோகிப்பது, இரண்டாம் வேற்றுமைக்குரிய “mich”

என்பதை எப்போது உபயோகிப்பது என்பதை அறியாத ஒரு கல்வியறிவில்லாத, கீழ்நிலைப் பிரஷ்ய ராணுவ சிப்பந்தியைப் பற்றிய ஒரு நொடிக்கதையை இது குறிக்கிறது. (பெர்லின்வாசிகள் அடிக்கடி இவை இரண்டையும் குழப்பிக்கொள்வார்கள்). இதைப்பற்றிக் கவலை கொள்ளாமல் இருக்க அவன் ஒரு தீர்மானத்திற்கு வந்தான். கடமையில் இருக்கும் போதெல்லாம் நான்காம் வேற்றுமை உருபையும் “mir” கடமையில் இல்லாத போது இரண்டாவது வேற்றுமை உருபையும் “mich” உபயோகிப்பது என்பதே.
 பக்கம் 153

- 77 W. Thomson and P. G. Tait, *Treatise on Natural Philosophy*, Vol I, Oxford, 1867. (வி. தாம்ஸன், பீ. கு. டெய்ட், “இயற்கை தத்துவவியலைப் பற்றிய ஆய்வுக் கட்டுரை”, பாகம் I, ஆக்ஸ்போர்டு, 1867). “இயற்கைத் தத்துவவியல்” என்று இங்கே குறிப்பிடுவது தத்துவார்த்தப் பௌதிகவியலையே. அதே பக்கம்
- 78 G. Kirchhoff, *Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik*, 2 Aufl., Leipzig, 1877 (கு. கிர்ஹோவ், “கணிதவியல்பீதியான பௌதிகவியல்பற்றிய சொற் பொழிவுகள். இயந்திரவியல்”, 2வது பதிப்பு, லைப்ஸிக் 1877).
 பக்கம் 154
- 79 H. Helmholtz. *Über die Erhaltung der Kraft*, Berlin, 1847, S. 9. (ஹெ. ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், “ஆற்றலின் அழியாமையைப் பற்றி”, பெர்லின், 1847, பக்கம் 9).
 அதே பக்கம்
- 80 $v = \sqrt{2gh}$ என்ற சூத்திரத்தின் பிரகாரம் எங்கெல்ஸ் கீழே விழுகிற ஒரு பண்டத்தின் நேர்வேகத்தைக் கணக்கிடுகிறார். இதில் v —நேர் வேகம், g —ஈர்ப்பு வளர்வேகம் (acceleration), h —எந்த உயரத்திலிருந்து பண்டம் விழுகிறதோ அந்த உயரம்.
 பக்கம் 157
- 81 “ரால்ப் கிரேக்”—டென்மார்க் யுத்தக் கப்பலின் பெயர். அது 1864ம் ஆண்டு 28-29 தேதி இரவில் ஆல்சன் தீவின் கரைக்கு அப்பால் கடலில் இருந்தது; அதற்கு இடப்பட்ட கட்டளை, கடலைக் கடந்து வரும் பிரஷ்யத் துருப்புகளைத் தீவுக்குள் இறங்காமல் தடுப்பதே. டென்மார்க் நாட்டிற்கு எதிராக பிரஷ்யாவும் ஆஸ்திரியா

- வும் தொடுத்த 1864 டேனிஷ் யுத்தத்தில் நடைபெற்ற ஒரு சண்டையை இது குறிக்கிறது. பக்கம் 160
- 82 மிகச் சரியான அளவீடுகளின்படி வெப்பத்தின் யாந்திரீகச் சம எடை என்பது 426. 9 கிலோகிராம்-மீட்டர் களுக்குச் சமம் எனத் தற்போது கொள்ளப்பட்டுள்ளது. பக்கம் 161
- 83 1876 செப்டம்பர் 8ல் கிளாஸ்கோவில் நடைபெற்ற விஞ்ஞான முன்னேற்றத்திற்கான பிரிட்டிஷ் கழகத்தின் 46வது காங்கிரஸில் பீ. கு. டெய்ட் “சக்தி” என்பதைப்பற்றி நிகழ்த்திய விரிவுரையையே இங்கு எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். “இயற்கை”, இதழ் 360, 1876 செப்டம்பர் 21 தேதி இதழில் இந்த விரிவுரை வெளிவந்தது. *Nature. A Weekly Illustrated Journal of Science* (“இயற்கை. விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய வாராந்திர சித்திரச் சஞ்சிகை”)—1869 முதல் லண்டனிலிருந்து வெளியிடப்படுகிறது. பக்கம் 164
- 84 A. Naumann, *Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie*, Heidelberg, 1877, S. 7 (அ. நௌமான், “பொதுவான பௌதிகவியல் இரசாயனத்தின் கையேடு” ஹைடல்பர்க், 1877, பக்கம் 7). பக்கம் 167
- 85 R. Clausius, *Die mechanische Wärmetheorie*, 2. Aufl., Bd. I, Braunschweig, 1876, S. 18 (ரு. கிளாவுஸியஸ், “வெப்பத்தின் இயந்திரவியல் சித்தாந்தம்”, இரண்டாம் பதிப்பு, பாகம் I, பிரன்ஸ்விக், 1876, பக்கம் 18). அதே பக்கம்
- ஏற்றவற்ற உராய்வு**
- 86 இந்தக் கட்டுரைக்கு முந்திய தலைப்பின் முதல் வரி எங்கெல்ஸின் தலைப்பு பக்கத்தில் தென்படுகிறது. இரண்டாவது வரி கட்டுரையின் முதல் பக்கத்திலேயே உள்ளது. “இயற்கையின் இயக்க இய”வின் மூன்றாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் “ஏற்றவற்ற உராய்வு” என்ற தலைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 1880 அல்லது

- 1881ல் இந்தக் கட்டுரை எழுதப்பட்டதாக மேலீடாகத் தெரிகிறது. பக்கம் 170
- 87 இதற்கு முன்பு தாம்ஸனும், டெய்ட்டும் பண்டங்களின் இயக்கத்திற்கு நேரடியான தடைகள் என்பதாகப் பேசிக் கொண்டிருந்தார்கள். பறக்கும் துப்பாக்கிக் குண்டுக்குக் காற்று அளிக்கும் தடையைப்போல. அதே பக்கம்
- 88 “தனது அச்சைச்சுற்றி பூமி சுழலுவதினால் தனது தோற்றத்தின் முதல் காலகட்டத்திலிருந்து ஏதாவது மாற்றம் பெற்றுள்ளதா, இரவும் பகலும் என மாறுதலை உண்டாக்குகிற சுழற்சி, இதை எவ்வாறு உறுதியுரைப்படுத்துவது” என்ற கான்ட்டின் நூலை எங்கெல்ஸ் இங்கு மேற்கோள் காட்டுகிறார் (I. Kant, *Sämtliche Werke*, Bb. I, Leipzig, 1867, S. 185). பக்கம் 174
- 89 மேலே கூறியது, பக்கங்கள் 182-183. அதே பக்கம்
- வெப்பம்**
- 90 இந்த அத்தியாயம் முற்றுப்பெறாமல் உள்ளது. 1881 ஏப்ரல் முடிவுக்கு முன்னால் அல்லாமலும், 1882 நவம்பர் நடுவுக்குப் பின்னால் அல்லாமலும் இது எழுதப்பட்டது. 1881 ஏப்ரலில், பெர்லினில் ஆ. கெர்லாந்து வெளியிட்ட “லைப்டிட்ஸ், ஹூயிகென்ஸ் ஆகியோர் பாபேனுடன் நடத்திய கடிதப்போக்குவர்”விலிருந்து எங்கெல்ஸ் இந்த அத்தியாயத்தின் இரண்டாம் பகுதியில் காட்டுகிற மேற்கோளிலிருந்து முதலில் சொன்ன தேதி தெரிகிறது. இந்த அத்தியாயத்தின் முதல் பகுதியின் முடிவை, 1882 நவம்பர் 23 தேதியிட்டு எங்கெல்ஸ் மார்க்ஸுக்கு எழுதிய கடிதத்தை ஒப்பிட்டு நோக்கினால் இரண்டாவது தேதி தெரிகிறது. இந்த ஒப்பு நோக்கிலிருந்து மேற்படி கடிதத்திற்கு முன்னர் இந்த அத்தியாயம் எழுதப்பட்டது என்பது தெரிகிறது. (குறிப்பு 91ஐக் காண்க). பக்கம் 179
- 91 1882 நவம்பர் 23 தேதியிட்டு மார்க்ஸுக்கு எங்கெல்ஸ் எழுதிய கடிதத்தில் மின்சாரம் போன்றதோர் இயக்க

வடிவத்தை அளவீடு செய்வது என்கிற பிரச்சினையில் ஒரு முக்கியமான திருத்தத்தைப் புகுத்தினார். “இயக்க அளவை.—வேலை” என்ற அத்தியாயத்தில் யாந்திரீக இயக்கத்தின் இரட்டை அளவீடு என்ற பிரச்சினைக்கு அவர் அளித்த தீர்விலிருந்தும், 1882 ஆகஸ்டு 24 தேதியிட்ட “இயற்கை” இதழ் 669ல் வெளிவந்த வில்ஹெல்ம் சிம்மென்ஸ் சொற்பொழிவிலிருந்தும் அந்தத் திருத்தத்தைச் செய்ய எங்கெல்ஸ் முனைந்தார். சௌதாம்டன் நகரத்தில் நடை பெற்ற விஞ்ஞான முன்னேற்றத்திற்கான பிரிட்டிஷ் கழகத்தின் 52 வது காங்கிரஸில் ஆகஸ்டு 24ல் நிகழ்த்தப்பட்ட சொற்பொழிவு அது. மின்னோட்டத்தின் தீவிர சக்தியை வெளிப்படுத்துகிற, மின்னியக்கத்தின் ஒரு புதிய அலகாக, வாட்டைப் புகுத்துவது என சிம்மென்ஸ் பிரேரேபித்தார். அதனால்தான் எங்கெல்ஸ் மேற்கூறிய கடிதத்தில் மின்சாரத்தின் இரண்டு அலகுகளான வேல்ட்டுக்கும், வாட்டுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டை, இதர இயக்க வடிவங்களாக அது மாறாமல் இருக்கிற வழக்குகளில் மின்னியக்கத்தின் அளவை என்றும், மாறுகிற வழக்குகளில் அதே அளவை என்றும் விரித்துரைத்தார். பக்கம் 181

⁹² விவிலிய நூல், ஜோஷுவா, 5.

பக்கம் 182

⁹³ *Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin*, Herausgegeben von E. Gerland, Berlin 1881, (“ஐப்னிட்ஸ், ஹூயிகென்ஸ் ஆகியோர் பாபேனுடன் நடத்திய கடிதப் போக்குவரவு”, ஆ. கெர்லாந்தினால் வெளியிடப்பட்டது, பெர்லின், 1881).

பக்கம் 183

⁹⁴ Th. Thomson, *An Outline of the Science of Heat and Electricity*, 2nd ed., London, 1840, p. 281 (தா. தாம்ஸன், “வெப்பம் மின்சாரம் ஆகிய விஞ்ஞானங்களின் ஓர் உருவரை”, 2வது பதிப்பு, லண்டன், 1840, பக்கம் 281). 1830ல் முதல் பதிப்பு லண்டனில் வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 185

மின்விசை

⁹⁵ G. Wiedemann, “*Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*”, 2, Aufl., Braunschweig, 1872-74

(கு. வீடெமான், “கால்வானிஸம், மின்காந்தவியல், இவற்றின் தத்துவம்”, 2வது பதிப்பு, பிரன்ஸ்விக், 1872-74). இது மூன்று பாகங்களைக் கொண்டது: 1) பாகம் I—“கால்வானிஸத் தத்துவம்”; 2) பாகம் II, பகுதி 1—“மின்விசையியல், மின்காந்தவியல், எதிர்க்காந்தவியல்”; 3) பாகம் II, பகுதி 2—“தொகுப்பாய்வு”, முடிவான அத்தியாயம். 1861-63ல் முதலில் அது பிரன்ஸ்விக் நகரத்தில் 2 பாகங்களாகப் பிரசுரிக்கப்பட்டது. ஒரு மூன்றாவது பதிப்பு, “மின்சாரத்தின் தத்துவம்” என்ற தலைப்பில் அதே நகரத்தில் 1882-85ல் நான்கு பாகங்களாக வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 186

⁹⁶ மாஸ்காரும் ஜுபேரும் எழுதிய *Electricity and Magnetism* (“மின்சாரமும் காந்தவியலும்”) என்னும் நூலைப் பற்றிய விமரிசனத்தை எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார். இந்த விமரிசனம் 1882 ஜூன் 15 தேதியிட்ட “இயற்கை” இதழ் 659ல் வெளிவந்தது. 1882ல் இந்தக் கட்டுரை எங்கெல்ஸால் எழுதப்பட்டது என்பதை இந்த இதழைக் குறிப்பிடு செய்வதிலிருந்து தெரிகிறது. “இயற்கையின் இயக்க இயலின்” மூன்றாவது தான் கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் எங்கெல்ஸின் பட்டியலில் இந்தக் கட்டுரைக்கு “மின்சாரமும் காந்தவியலும்” என்ற தலைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அதே பக்கம்

⁹⁷ தமது நூலின் இரண்டாவது பதிப்பின் 400வது பக்கத்தில் பாரடேயிலிருந்து எடுத்த மேற்கோளைத் தாம்ஸன் காட்டுகிறார். பாரடேயின் நூலான *Experimental Researches in Electricity*, 12th Series (“மின்சாரத்தில் பரிசோதனை ரீதியான ஆராய்ச்சிகள்”, 12வது தொடர்) இது விருந்தே அந்த மேற்கோள் எடுக்கப்பட்டது; பாரடேயின் இந்த நூல் ராயல் சொஸைடியின் சஞ்சிகையான *Philosophical Transactions* (“தத்துவவியல் ரீதியான பரிமாற்றங்கள்”) என்பதில் 1838 ஆண்டு, பக்கம் 105ல் வெளியிடப்பட்டது. தாம்ஸன் அந்தப் பகுதியை உள்ளது உள்ளவாறே மேற்கோள் செய்யவில்லை. சம்பந்தப்பட்ட பகுதி கீழ்க்கண்டவாறு: “மின் இறக்கம் ஆகிற துகளின் இடத்தில் ஓர் உலோகக் கம்பியை வைத்தால் எப்படியோ அப்படி.” பக்கம் 187

- 98 G.W.F. Hegel, *Werke*, Bd. VII, Abt. I, Berlin, 1842, S. 346, 348, 349. அதே பக்கம்
- 99 புதிய பரிசோதனைரீதியான ஆதாரக்கூறுகளை முதன்மையாக மைக்கல்ஸன் பரிசோதனையை (1881 ஆண்டு) பொதுமைப்படுத்தியதின் மூலம் ஒரு சூனியத்தில் வியாபனம் செய்யப்படுகிற ஒளியின் வேகம் (c) ஒரு பிரபஞ்சரீதியான பௌதிக நிலை எண் என்றும், அது வேகத்தின் எல்லையைக் குறிக்கிறது என்றும் ஈன்ஸ்டீன் சார்புநிலைத் தத்துவத்தில் 1905 ஆண்டு பின்னல் ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. மின்சாரத்தால் ஏற்றம் பெறுகிற துகளினுடைய வியாபனத்தின் வேகம் எப்போதும் c ஐவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். பக்கம் 195
- 100 வீடெமானின் நூலில் (பாகம் II, பகுதி 2, பக்கங்கள் 521-22) கண்டபடி பாவரின் பரிசோதனைகளை எங்கெல்ஸ் விவரிக்கிறார். பக்கம் 200
- 101 குறிப்பு 82 ஐக் காண்க. பக்கம் 201
- 102 அ. நௌமான் “பொதுவான பௌதிகவியல் இரசாயனத்தின் கையேடு”, ஹைடல்பர்க், 1877, பக்கங்கள் 639-646 விருந்து யூ. தாம்ஸென் நிகழ்த்திய வெப்ப இரசாயனவியல் ரீதியான அளவீடுகளின் பலன்களை எங்கெல்ஸ் இங்கும், இதற்குக் கீழேயும் மேற்கோள் காட்டுகிறார். பக்கம் 216
- 103 வீடெமான் பல இடங்களில் “ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமில அணுக்கள்” என்று சொல்லுகிறார்; அந்த அமிலத்தின் கூட்டணுக்களையே அவர் பொருள்படுத்துகிறார். பக்கம் 219
- 104 *Annalen de Physik und Chemie* (“பௌதிகவியல் இரசாயனவியல் சஞ்சிகை”), 1824 முதல் 1899 வரை லைப்ஸிக்கிலிருந்து வெளியிடப்பட்ட ஒரு ஜெர்மன் விஞ்ஞானப் பத்திரிகை; முதலில் (1877 வரை) யோ. கிரி. போகென்டோர்பை ஆசிரியராகக் கொண்டும், பிறகு (1877 விருந்து) கு. வீடெமானை ஆசிரியராகக் கொண்டும் நான்கு மாதங்களுக்கு ஒரு முறை அது வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 224

- 105 இது ஒரு நொடிக் கதையை குறிக்கிறது; ராணுவத்திலிருந்த ஒரு வயது முதிர்ந்த மேஜரிடம் “ஒரு வருடக்” கட்டாய ராணுவ சேவையில் வந்த ஒருவன் தான் தத்துவவியலில் டாக்டர் பட்டம் பெற்றவன் எனக் கூறினான்; அந்த மேஜர் தத்துவவியல் டாக்டருக்கும், மருத்துவ டாக்டருக்கும் வேறுபாடு அறிய விருப்பமற்றவனாய், “எனக்கு எல்லாம் ஒன்றுதான்; எலும்பு அறுப்பவன் எலும்பு அறுப்பவனே” என்றான். பக்கம் 238
- 106 இங்கு எங்கெல்ஸ் “Gewichtsteil” (எடையின் பகுதிக்குப் பகுதி) என்ற சொல்லைக் கையாளுகிறார்; ஆனால் முன்போல அவர் சம எடைகளையே குறிக்கிறார். பக்கம் 242
- 107 வீடெமானின் நூல், பாகம் 1, பக்கங்கள் 368-72 விருந்து போகென்டோர்ப் நடத்திய பரிசோதனைகளின் பலன்களை இங்கும், இதற்குக் கீழேயும் எங்கெல்ஸ் மேற்கோள்களாகக் காட்டுகிறார். பக்கம் 243
- 108 அ. நௌமான் நூல் “பொதுவான, பௌதிகவியல் இரசாயனத்தின் கையேடு”, ஹைடல்பர்க், 1877, பக்கம் 652 விருந்து பெர்த்லோவின் வெப்ப இரசாயனவியல் அளவீடுப் பலன்களை எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார். பக்கம் 249
- 109 குழலின் உள்விட்டத்திற்கும், எறிகுண்டின் விட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசத்தை இது குறிக்கிறது. பக்கம் 253
- 110 ராலுல், வீட்ஸ்டோன், பேட்ஸ், ஜூல் ஆகியோர் பரிசோதனைகள் வாயிஸாக மின் உந்துவிசை அளவீடுகளின் பலன்களை இந்தப் பாராவில் எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார்; அவை வீடெமானின் நூல், பாகம் I, பக்கங்கள் 390, 375, 385, 376 விருந்து எடுக்கப்பட்டவை. பக்கம் 259
- 111 “*Iterum Crispinus*” என்ற அடைப்புகளுக்குள் உள்ள சொற்கள் எங்கெல்ஸினுடையவை. அவை “மறுபடியும் கிரிஸ்பின்!” என்ற பொருள் கொடுப்பவை. ரோமாபுரி சக்கரவர்த்தி டாமிஷியன் சபைப் பிரபுக்களில் ஒருவனான

கிரிஸ்பின் என்பவனை ஜுவேனல் தமது 4வது நையாண்டி இலக்கியக் கதையில் (முதல் பகுதியில்) கிண்டல் செய்து வெருத்து வாங்குகிறார்; மேற்படிச் சொற்களில் அது ஆரம்பிக்கிறது. “மறுபடியும் அதே ஆளா!” “மறுபடியும் அதே ஆய்வுப் பொருள்!” என்று சிலேடையாக அது பொருள் கொடுக்கிறது.

அதே பக்கம்

- 112 *Experimentum crucis* என்பது நேர் மொழி பெயர்ப்பில் “சிலுவையின் பரிசோதனை” என்று ஆகிறது; பேகனின் *instantia crucis* என்பதிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது; ஒரு பிரத்தியேக இயல் நிகழ்ச்சியின் இதர எல்லா விளக்கங்களையும் விலக்கிவைத்து ஓர் உத்தேச விளக்கத்தை மட்டும் சரியெனத் திட்டமாக ஊர்ஜிதம் செய்கிற ஒரு நிர்ணயமான பரிசோதனை: Fr. Bacon, *Novum Organum*, Book II, Aphorism XXXVI (பிரான்சிஸ் பேகன், “புது ஓர்கானும்”, புத்தகம் II, சூத்திரம் 36.)

பக்கம் 260

- 113 “நேச உறவில் சேர்ந்த மூன்றாவது” என்ற சொற்கள் “Die Bürgschaft” (“உத்தரவாதம்”) என்ற ஷில்லரின் பாடலின் 20வது வரியிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. விசுவாசமான இரண்டு நண்பர்களின் கூட்டணியில் தன்னையும் சேர்த்துக் கொள்ளுமாறு கொடுங்கோலன் டியோனிஷியஸ் கேட்கிறான்.

பக்கம் 269

மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப் படியில்
உழைப்பின் பாத்திரம்

- 114 “இயற்கையின் இயக்க இயல்”வின் விஷயாதாரங்களின் இரண்டாவது தாள்கட்டில் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தக் கட்டுரைக்கு எங்கெல்ஸ் இந்தத் தலைப்பையே கொடுத்திருந்தார். *Die drei Grundformen der Knechtschaft* (“அடிமைத்தனத்தின் மூன்று அடிப்படை வடிவங்கள்”) என்று விரிவானதொரு நூல் எழுத எங்கெல்ஸ் கருதியிருந்தார்; அதன் முகவுரையாகத்தான் இந்தக் கட்டுரை ஆரம்பத்தில் எழுதப்பட்டது. இந்தத் தலைப்பை எங்கெல்ஸின் இடம் *Die Knechtung des Arbeiters. Einleitung* (“தொழிலாளியின் அடிமைநிலை. முகவுரை”) என்று

மாற்றினார். இது முற்றுப் பெறாமற் போனதால் எங்கெல்ஸ் அதனுடைய முகவுரையாக இருந்த பகுதிக்கு “மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்” என்ற தலைப்பை அளித்தார். இந்த நூலின் பெரும் பகுதி கைப்பிரதிக்கு இது ஒத்திசைவு உள்ளதாகவே இருக்கிறது. இந்தக் கட்டுரை 1876 ஜூனில் எழுதப்பட்டதாக மேலீடாகத் தெரிகிறது. வி. லீப்க்னெஹ்ட் எங்கெல்ஸுக்கு 1876 ஜூன் 10 தேதியிட்டு எழுதிய கடிதமே இதற்குச் சான்றாக உள்ளது. அதில் *Volksstaat* (“மக்களின் அரசு”) பத்திரிகைக்கு எங்கெல்ஸ் அனுப்புவதாக உறுதியளித்த “அடிமைத்தனத்தின்மூன்று அடிப்படை வடிவங்கள்” என்ற நூலைத் தாம் ஆவலுடன் எதிர்பார்ப்பதாக லீப்க்னெஹ்ட் எழுதியிருந்தார். 1896ல் தான் அந்தக் கட்டுரை *Die Neue Zeit* (“புதிய காலம்”) பத்திரிகையில் (Jahrgang XIV, Bd. 2, S. 545-54) வெளியிடப்பட்டது.

பக்கம் 278

- 115 Ch. Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, Vol. I, London, 1871 (“மனிதனின் தோற்றமும் பால்வகைப்பட்ட தெரிவும்”, பாகம் I, லண்டன் 1871) என்ற சார்ல்ஸ் டார்வின் நூலில், அத்தியாயம் VI, “மனிதனின் குடிவழியும், அவன் பாசங்களும்” என்பதைக் காண்க.

அதே பக்கம்

- 116 J. Grimm, *Deutsche Rechtsalterthümer*, Cöttingen, 1828, S. 488 (யா. கிரிம், “பண்டைய காலத்திலிருந்து ஜெர்மன் சட்டம்”, கோட்டின்சென், 1828, பக்கம் 488ல்) மேற்கோள் காட்டப்பட்ட ஜெர்மன் மடத்துப் பாதிரியான லபேயோ நோட்கரின் (சுமார் 952-1022) சாட்சியத்தை எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். அவரது முற்றுப்பெறாத நூலான “அயர்லாந்து வரலாறு” என்பதில் எங்கெல்ஸ் இதை மேற்கோள் காட்டுகிறார்.

பக்கம் 298

- 117 தாவர உலகின்மீதும், தட்பவெப்ப நிலையின் மீதும் மனிதச் செயற்பாடு என்ன விளைவை உண்டாக்குகிறது என்பதைப்பற்றி எங்கெல்ஸ் C. Fraas, *Klima und Pflanzenwelt in der Zeit*, Landshut, 1847 (க. பிராஸ், “காலத்தில் தட்பவெப்ப நிலையும் தாவரவாழ்க்கையும்”, லாண்ட்ஷூட், 1847) என்ற நூலை உபயோகிக்கிறார். 1868, மார்ச் 25

தேதியிட்ட கடிதத்தின் வாயிலாக மார்க்ஸ், இந்த நூலின் பால் எங்கெல்ஸின் கவனத்தை ஈர்த்தார். பக்கம் 295

- 118 1873 பொருளாதார நெருக்கடியையே இங்கு எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். ஜெர்மனியில் 1873 மே மாதத்தில் ஒரு “பயங்கர வீழ்ச்சியுடன்” இந்நெருக்கடி துவங்கியது. இது, 1870க்களின் கடைசிவரைக்குமே தொடர்ந்த நெருக்கடியின் முன்னோடியாக இருந்தது. பக்கம் 298

[குறிப்புகளும், துணுக்குகளும்]

[விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து]

- 119 G.W.F. Hegel, Werke, Bd. XIII, Berlin, 1833. பக்கம் 304
- 120 *De placitis philosophorum* (“தத்துவவாதிகளின் கருத்துக்களைப் பற்றி”) என்ற நூல் புளூடார்க் எழுதியது அல்ல என்றும், வேரோர் அறியப்படாத ஒருவரே அதன் ஆசிரியர் (“போலி புளூடார்க்” என்று சொல்லப்படுபவர்) என்றும் பின்னால் நிரூபிக்கப்பட்டது. நமது சகாப்தத்தின் 100வது ஆண்டில் வாழ்ந்த ஐடியஸ் என்பவரிடமிருந்து அது பெறப்பட்டது. பக்கம் 306
- 121 *Genesis* (“விவிலிய நூல்”, “ஜனனம்”, முதற்பகுதி), அத்தியாயம் 2, பாடல் 7. பக்கம் 308
- 122 இந்தக் குறிப்பு மார்க்ஸின் கையெழுத்தில் உள்ளது; அது அரிஸ்டாட்டிலின் “மெடபீஸிக்கா” நூலிலிருந்தும், டியோஜெனிஸ் லார்டியஸ் தொகுத்த “பிரபல தத்துவவாதிகளின் வாழ்க்கையும், கருத்துக்களும்” என்ற நூலிலிருந்தும் கிரேக்க மொழியில் (டாவுக்னிட்ஸ் பதிப்புகளின்படி) எடுக்கப்பட்ட மேற்கோள்களைக் கொண்டுள்ளது. 1878 ஜூன் மாதத்திற்கு முன்பே இந்தக் குறிப்பு துவங்குகிறது; ஏனெனில், “நீரிங்குக்கு [மறுப்பு]” க்கு (இந்தப் பதிப்பு பக்கம் 78 ஐக் காண்க) பழைய முகவுரையில் எங்கெல்ஸ் பயன்படுத்திய ஏபிக்ஸூரஸ் பற்றிய

மேற்கோள்கள் இதில் அடங்கியுள்ளன. மேற்கோள்களில் கோடிட்டது முழுவதும் மார்க்ஸ் ஆகும்.

பக்கம் 309

- 123 “மெடபீஸிக்கா”வின் மிகச் சமீபத்திய பதிப்புகளில் பாகம் IX என்பது பாகம் X என அழைக்கப்படுகிறது. பக்கம் 311
- 124 R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München, 1877 (ரு. வேலால், “வானியல் வரலாறு”, ம்யூனிக், 1877). மேட்லர் நூலுக்குக் குறிப்பு 22 ஐக் காண்க. அதே பக்கம்
- 125 இந்தத் துணுக்கு, முன்னுரையின் தொடக்க உருவரையாக அமைந்துள்ளது (இந்தப் பதிப்பின் 38-70ம் பக்கங்களைக் காண்க). பக்கம் 315
- 126 வட அமெரிக்காவின் 13 காலனிகளிலிருந்து வந்த பிரதிநிதிகளின் பிலடெல்பியா காங்கிரஸில் 1776 ஜூலை 4ல் சுதந்திரப் பிரகடனம் செய்யப்பட்டது; அந்தப் பிரகடனம், இங்கிலாந்தினிடமிருந்து இந்தக் காலனிகள் பிரிந்து போனதாகவும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள் என்ற பெயரில் ஒரு சுதந்திரக் குடியரசு ஸ்தாபிக்கப்பட்டதாகவும் அறிவித்தது. பக்கம் 317
- 127 “இயற்கையின் இயக்க இய”லுக்கான விஷயாதாரங்களின் இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தத் துணுக்கிற்கு இந்தத் தலைப்பே சூட்டப்பட்டது. “லுத்விக் பாயர்பாகும் சாஸ்திரிய ஜெர்மானிய தத்துவத்தின் முடிவும்” என்ற எங்கெல்ஸின் நூலினது அசல் கையெழுத்துப் பிரதியின் 16, 17, 18, 19 என்ற இலக்கமிட்ட நான்கு பக்கங்களைக் கொண்டது இந்தத் துணுக்கு. 16 வது பக்கத்தின் மேல் பகுதியில் எங்கெல்ஸின் கையெழுத்தில் “Aus ‘Ludwig Feuerbach’” (“லுத்விக் பாயர்பாகிலிருந்து”) என்று எழுதப்பட்டுள்ளது. “லு. பாயர்பாக்” நூலின் இரண்டாவது அத்தியாயத்தின் பகுதியாக இந்தத் துணுக்கு இருந்தது; 18வது நூற்றாண்டு பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதிகளின் மூன்று பிரதானக் “குறைபாடுகளை” விவரித்தவுடன் அதைத் தொடர்ந்துவர இந்தத் துணுக்கு கருதப்பட்டது. “லு.

பாயர்பாக்'' கைப்பிரதிகளை இறுதியாகத் திருத்தம் செய்தபோது எங்கெல்ஸ் இந்த நான்கு பக்கங்களை நீக்கி விட்டு வேறு உரை மூலத்தைச் செருகினார்; ஆனால், இரண்டாவது அத்தியாயத்திலிருந்து விடுபட்ட இந்தப் பக்கங்களின் உள்ளடக்கத்தை (19வது நூற்றாண்டில் இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் மூன்று மகத்தான கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றியது)சுருக்கப்படுத்தி''லு.பாயர்பாக்'' கின் நான்காவது அத்தியாயத்தில் கொடுத்தார். 1886 ஆண்டு, *Die Neue Zeit* பத்திரிகையின் ஏப்ரல், மே இதழ்களில் எங்கெல்ஸின் ''லு. பாயர்பாக்'' முதலில் அச்சிடப்பட்டதால், 1886ன் முதல் காலாண்டில் இந்தத் துணுக்கு பிறந்தது எனக் கொள்ளலாம். இந்தத் துணுக்கின் முதல் பக்கத்தில், ஒரு வாக்கியத்தின் நடுவிலிருந்து உரை மூலம் தொடங்குகிறது. *Die Neue Zeit* சஞ்சிகையில் வெளிவந்த ''லு. பாயர்பாக்'' உரைமூலத்தின்படி அந்த வாக்கியத்தின் ஆரம்பம் திரும்பவும் சேர்க்கப்பட்டு, பகர அடைப்புகளிடையே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பக்கம் 320

- 128 இந்த மேற்கோள் Starcke, *Ludwig Feuerbach*, Stuttgart, 1855, S. 154-155(ஷ்டார்சு, ''லுத்விக் பாயர்பாக்'' ஷ்டுட் கார்ட், 1885, பக்கங்கள் 154-155ல்) என்னும் நூலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது பாயர்பாகின் *Die Unsterblichkeitsfrage vom Standpunkt der Anthropologie* (''மானிட வியல் நோக்கிலிருந்து இறவா நிலை என்ற பிரச்சினை'') என்னும் நூலிலிருந்து எடுக்கப்பட்டதாகும்; இந்நூல் 1846ல் எழுதப்பட்டதாகும். L. Feuerbach, *Sämtliche Werke*, Bd. III, Leipzig, 1847, S. 331 (லுத்விக் பாயர்பாக், முழு நூல்திரட்டு, பாகம் III, லைப்ஸிக், 1847, பக்கம் 331).

பக்கம் 326

- 129 K. Grün, *Ludwig Feuerbach in seinem Briefwechsel und Nachlass sowie in seiner philosophischen Charakterentwicklung*, Bd. II, Leipzig und Heidelberg, S. 308 (க. குரூன், ''லுத்விக் பாயர்பாகும், அவருடைய கடிதப் போக்குவரவும் இலக்கிய மரபுச் செல்வமும், அவரது தத்துவவியல் வளர்ச்சியின் பகுப்பாய்வும்'', பாகம் II, லைப்ஸிக், ஹைடல்பர்க், 1874, பக்கம் 308) என்னும் நூலை எங்கெல்ஸ் மனதில் கொள்

கிரூர். பாயர்பாகின் முதுமொழிகள் மேற்படி நூலாக அவருடைய மரணத்திற்குப்பின் பிரசுரிக்கப்பட்டன. ஷ்டார்சு நூலின் பக்கம் 166ல் மேற்படி முதுமொழிகள் மேற்கோள்களாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒப்புநோக்கு: பி. எங்கெல்ஸ், ''லுத்விக் பாயர்பாகும், சாஸ்திரீய ஜெர்மானியத் தத்துவத்தின் முடிவும்'', அத்தியாயம் II. பக்கம் 327

- 130 "Sire, je n'avais pas besoin de cette hypothèse" (''அரசே, அந்தக் கற்பிதக் கொள்கைக்கான அவசியத்தை என்னால் காண இயலவில்லை'') வானுலக இயந்திர வியலைப்பற்றிய தமது நூலில் கடவுளைப்பற்றி ஏன் அவர் ஒன்றும் கூறவில்லை என நெப்போலியன் லாப்ளாஸைக் கேட்டபோது லாப்ளாஸ் கூறிய பதிலின் சொற்களே இவை. அதே பக்கம்
- 131 1874, ஆகஸ்டு 19ல் பெல்பாஸ்டு நகரத்தில் நடைபெற்ற விஞ்ஞான முன்னேற்றத்திற்கான பிரிட்டிஷ் கழகத்தின் 44வது கூட்டத்தில் டிண்டல் பேசிய துவக்க உரையையே இங்கு எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். (இவ்வுரை ''இயற்கை'' இதழ் 251, 1874, ஆகஸ்டு 20ல் பிரசுரிக்கப்பட்டது). 1874 செப்டம்பர் 21 தேதியிட்டு மார்க்ஸுக்கு எங்கெல்ஸ் எழுதிய கடிதத்தில் இவ்வுரையைப் பற்றிய இன்னும் விபரமான இயல்புச் சித்திரத்தை அளிக்கிறார். பக்கம் 329
- 132 எல்லா இயல் நிகழ்ச்சிகளின் காரணங்களுக்கும் காரணம் ''கடவுளின் சங்கற்பமே'' என்றும், தங்களுக்கு வேறு எவ்விதக் காரணமும் தெரியாது என்ற உறுதியுரையைத் தவிர வேறு எவ்வித வாதக் கூறும் தங்களிடம் இல்லை என்றும் கூறிய சமயவாத-காரணகாரியவாத இயற்கையைப் பற்றிய கண்ணோட்டத்தின் ஆதரவாளர்களை எதிர்க்கும்போது ஸ்பினோஸா தமது *Ethics* (''ஒழுக்கவியல்'', பகுதி I, பின் இணைப்பு) என்ற நூலில் ''அறியாமை என்பது வாதக்கூறு ஆகாது'' என்று குறிப்பிடுகிறார். அதே பக்கம்

[இயற்கையிலும், தத்துவவியலும்]

- 133 ''இயற்கையின் இயக்க இயல்''வின் இதர பகுதிகள் எழுதப்படுவதற்கு முன்னரே ''புஹ்னர்'' என்ற தலைப்பிடப்

பட்ட துணுக்கு எழுதப்பட்டது. கைப்பிரதியின் முதல் தாள்கட்டு திறக்கப்பட்டவுடன் தென்படுவது இந்தக் குறிப்பே. விஞ்ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதம், சமூக டார்வினியம் இவற்றின் பிரதிநிதியாக இருந்த புஹ்னரை எதிர்த்து எங்கெல்ஸ் எழுதக் கருதிய ஒரு நூலின் சுருக்கமே இந்தத் துணுக்கு எனத் தெரிகிறது. இந்தத் துணுக்கின் உள்ளடக்கத்தை வைத்தும், 1872ன் பிற்பகுதியில் இரண்டாம் பதிப்பாக வெளிவந்த புஹ்னரின் நூல் *Der Mensch und seine Stellung in der Natur* ("மனிதனும், இயற்கையில் அவனுடைய ஸ்தானமும்") என்பதின் தமது நகலின் பக்கங்களின் மார்ஜின்களில் எங்கெல்ஸ் எழுதி வைத்த குறிப்புகளைக் கொண்டும் பார்க்கும்போது எங்கெல்ஸ் புஹ்னரின் இந்த நூலை விமர்சிக்கவே முதன்மையாக உத்தேசித்திருந்தார் என்பது தெரிகிறது. வி. லீப்க்நெஹ்ட் எங்கெல்ஸுக்கு 1873, பிப்ரவரி 8 தேதியிட்டு எழுதிய கடிதத்தில் கன சுருக்கமாகச் சொன்ன "புஹ்னரைப் பொறுத்தவரை, மேலே செல்லவும்" என்ற கருத்து, தமது திட்டத்தை எங்கெல்ஸ் அப்போதுதான் லீப்க்நெஹ்டுக்குச் சொன்னதாகச் சூசகப்படுத்துகிறது. ஆகையால், 1873ன் ஆரம்பத்தில் இந்தத் துணுக்கு எழுதப்பட்டதாக அனுமானித்துக் கொள்வதே யுத்தமானது. பக்கம் 330

134 ஹெகலின் "தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்" என்ற நூலின் இரண்டாவது பதிப்பின் முன்னுரையிலிருந்து எங்கெல்ஸ் கீழ்க்கண்ட பகுதியை மேற்கோள் காட்டுகிறார்: "ஸ்பிளோஸாவைச் செய்த நாயாக மக்கள் நடத்துகின்றனர் என்று லெஸ்ஸிங் தமது காலத்தில் கூறினார்". 1780ஜூன் 7ல் லெஸ்ஸிங்குக்கும், யாகோபிக்கும் இடையே நடைபெற்றதொரு சம்பாஷணையையே ஹெகல் தமது கருத்தில் கொண்டிருந்தார். அந்த சம்பாஷணையின்போது லெஸ்ஸிங் கூறியதாவது: "ஏன், ஜனங்கள் இன்னும் கூட ஸ்பிளோஸாவைப் பற்றி, செய்த நாயைப் பற்றிப் பேசுவது போலவே பேசுகின்றனர்". F. H. Jacobi, *Werke*, Bd. IV. Abt. I, Leipzig, 1819, S. 68 (பி. ஹெ. யாகோபி, "நூல்கள்", பாகம் IV, பகுதி I, லைப்ஸிக், 1819, பக்கம் 68).

ஹெகல் தமது "தத்துவவியல் வரலாறு" என்ற நூலின் 3வது பாகத்தில் பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதிகளைப்பற்றி விபரமாக விவாதிக்கிறார். பக்கம் 331

135 லு. புஹ்னரின் *Der Mensch und seine Stellung in der Natur in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft*, 2. Aufl., Leipzig, 1872 ("மனிதனும், இயற்கையில் அவனுடைய சென்ற கால, நிகழ்கால, எதிர்கால ஸ்தானமும்", 2வது பதிப்பு, லைப்ஸிக், 1872) என்ற நூலையே இது குறிக்கிறது. இந்த நூலின் பக்கங்கள் 170-71ல், மனித இனம் படிப்படியாக வளர்ந்துவரும்பொழுது, மனிதனில் உள்ள இயற்கை தன்னைப்பற்றி தானே அறிகிற, இயற்கையின் குருட்டு நியதிகளுக்குப் பேசாமல் பணிந்து போவதை மனிதன் கைவிட்டு அதன் எஜமானனாகிற, ஹெகலின் சொற்றொடரை உபயோகிப்பதெனில், அளவு நிலை பண்புநிலையாக மாறுகிற ஒரு கட்டம் வரும் என்று புஹ்னர் கூறுகிறார். புஹ்னருடைய நூலின் தமது நகலில் இந்தப் பகுதியைப் பேனாவின் ஒரு கீற்றால் குறிப்பிட்டுவிட்டு, "Umschlag!" ("ஒரு பின்னடைவு!") என எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். அதே பக்கம்

136 தொகுப்பாய்வு முறையைப் பற்றிய ஒருதலைப்பட்சமான மிகைமதிப்பீடு, "Hypothesen non fingo" ("நான் கற்பிதக் கொள்கைகளை உண்டுபண்ணுவதில்லை") என்ற கருத்தின் மூலம் கற்பிதக் கொள்கைகளின்பால் கொண்டிருந்த எதிர்நிலைப்பாணி ஆகிய நியூட்டனுடைய தத்துவ வியல் கண்ணோட்டங்களின் அறுதிகளை எங்கெல்ஸ் தமது மனதில் கொண்டிருந்தார். குறிப்பு 15 ஐக் காண்க. பக்கம் 335

137 லைப்ஸிட்ஸுக்கு முன்பாகவும், சுயேச்சையாகவும் நியூட்டன் வகையீட்டு, தொகையீட்டு நுண்கணிதத்தைக் கண்டுபிடிப்பதை வந்து அடைந்தார் என்றும், இந்தக் கண்டுபிடிப்பைச் சுயேச்சையாகவேகூடச் செய்த லைப்ஸிட்ஸ், நியூட்டனை விட அதற்குக் கச்சிதமான வடிவத்தை அளித்தார் என்பதும் இக்காலத்தில் ஐயத்திற்கிடமின்றிக் கருதப்படுகிறது. இந்தத் துணுக்கை எழுதிய இரண்டு ஆண்டுகளுக்குள் எங்கெல்ஸ் இந்தப் பிரச்சினையைப்பற்றி இன்னும் கூடுதலான சரியான கண்ணோட்டத்தை வெளிப்படுத்தினார். (இந்தப் பதிப்பு பக்கம் 422ஐக் காண்க). அதே பக்கம்

138 ஹெகலின் "தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்" (§5, குறிப்பு) என்ற நூலின் கீழ்க்கண்ட பகுதியையே

எங்கெல்ல மனதிற்கொண்டுள்ளார். “வேறு எந்த விஞ்ஞானத்தை அறிவது என்றாலும் நீ அதை நன்கு பயின்றிருக்கவேண்டும், அந்த அறிவின் காரணத்தாலேயே நீ அதைப்பற்றிய ஒரு தீர்ப்பை வழங்கப் பாத்தியதை கொண்டாட முடியும் என்பது யாரும் ஒப்புக்கொள்ளக் கூடியதே. ஒரு செருப்பு செய்வதெனில் நீ செருப்பு செய்வது என்ற தொழிலைக் கற்று, செய்துவரவேண்டும் என்பதை எவரும் ஒப்புக் கொள்வர்.... ஆனால், தத்துவ வியலுக்கு மட்டும் அவ்விதமான பயிற்சி, அக்கறை, அனுஷ்டானம் ஆகியன எவ்விதத்திலும் அவசியமில்லை என்று கற்பித்துக் கொள்ளப்படுவதாகத் தெரிகிறது.”
அதே பக்கம்

139 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §6, குறிப்பு: “தனது கனவுத்தன்மைகொண்ட பொழிப்பாய்வுகளை மெய்யாகக் கருதி, அவற்றின் கட்டாயத்தன்மை குறித்துப் பெருமைகொள்கிற பகுத்தறிவு வேறு எவற்றையும்விட உவப்புடன் யதார்த்தத்தைக் கருத்திலிருந்து தனிப்பிரிக்கிறது; தான் எப்படி இருக்க வேண்டுமோ (ஆனால் உண்மையில் எப்படி நிலவவில்லையோ) என்பதைத் தெரிந்துகொள்வதற்காகப் பிரபஞ்சம் அதையே எதிர்பார்த்துக் காத்திருந்ததுபோல இத்தகைய பகுத்தறிவு இம்மாதிரிக் கட்டாயத்தன்மையை அரசியல் துறைக்கும் விசேஷ மகிழ்வுடன் விதிக்கிறது”.
அதே பக்கம்

140 மேற்கூறியது, §20க்குக் குறிப்பு.

அதே பக்கம்

141 மேற்கூறியது, §21க்குப் பின் இணைப்பு.

பக்கம் 336

142 சமுதாய வரலாறு, தனிநபரின் வளர்ச்சி இரண்டிலுமே வெகுளித்தனமான சகஜ நிலையிலிருந்து, சிந்திக்கும் நிலைக்கு மாறுகிற இடை நிலையைப் பற்றிய ஹெகலின் வாதக்கூறையே இது குறிப்பிடுகிறது: “...உணர்வு விழிப்பு மனித இயல்பையே காரணமாகக் கொண்டிருக்கிறது; இந்தச் செயல்முறை ஒவ்வொரு மனிதனிலும் திரும்ப நிகழ்கிறது” (“தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §24, பின் இணைப்பு 3).

அதே பக்கம்

143 பிரெஞ்சு கணிதவியல்வாதியான ஜான் பாதிஸ்ட் ஜோசப் பூரியேயின் நூலான *Theorie analytique de la chaleur*, Paris, 1822 (“வெப்பத்தின் பகுப்பாய்வுச் சித்தாந்தம்”, பாரிஸ், 1882) வி. தாம்ஸன் ஒரு “கணிதவியல் கவிதை” என்ற சொல்லால் குறிப்பிட்டார். தாம்ஸனும், டெய்ட்டும் “இயற்கை தத்துவவியலைப் பற்றிய ஆய்வுரை”, பாகம் I, ஆகஸ்போர்டு, 1867, பக்கம் 713 என்னும் நூலுக்கு அனுபந்தத்தைக் காண்க. எங்கெல்ல இந்த நூலைப் பற்றிய சுருக்கத்தில் இந்தப் பகுதியை நகல் செய்து, கோடிட்டுள்ளார். அதே பக்கம்

144 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §130, குறிப்பு; “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் II, பகுதி II, அத்தியாயம் I, “வஸ்துவின் புழைத்தன்மையைப் பற்றிய குறிப்பு.”
அதே பக்கம்

145 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §103, பின் இணைப்பு. “ஒரு பண்டத்தின் ஒப்படர்த்தி எண் மற்றொன்றினதைவிட இரண்டு மடங்கு என்றால், அது அதே இடப்பரப்பிற்குள் மற்றொன்றைவிட இரு மடங்கு அணுக்களைப் பெற்றிருக்கும்” என்பதின் மூலம் பண்டங்களின் ஒப்படர்த்தி என்களிடையே உள்ள வித்தியாசத்தை விளக்கிய பௌதிகவியல்வாதிகளுடன் ஹெகல் இங்கு வாதவுரை நிகழ்த்துகிறார்.
அதே பக்கம்

146 R. Owen. *On the Nature of Limbs*, London 1849, p. 86 (ரி. ஓவன் “உறுப்புகளின் இயல்பைப்பற்றி”, லண்டன், 1849, பக்கம் 86).
பக்கம் 337

147 ஏ. ஹெக்கல், “படைப்பின் இயற்கை வரலாறு” 4வது பதிப்பு, பெர்லின், 1873.
அதே பக்கம்

148 தமது நூலின் 26ம் பக்கத்தில் ஹாப்மன், ரோஸன் க்ரான்ட்ஸின் *System der Wissenschaft. Ein philosophisches Encheiridion*, Königsberg, 1850 (“விஞ்ஞானத் தொகுப்பு. தத்துவவியல் பாடப்புத்தகம்”, கோனிக்குஸ்பார்க், 1850) என்ற நூலின் கீழ்க்கண்ட

மேற்கோளைக் கொடுக்கிறார்: “தங்கத்திற்கு மட்டுமே உரிய உலோகத் தன்மையின் சிகரத்தை எட்டிப் பிடிப்பதற்கு வெள்ளியின் முரண்பாடுள்ள விருப்பமே பிளாட்டினம்” (§475, S. 301).

சர்க்கரை-வள்ளிக்கிழங்குத் தொழிலை அமைத்த பிரஷ்ய அரசன் மூன்றாவது பிரீட்ரிஹ்-வில்ஹெல்மின் “சேவைகளை” ப்பற்றி ஹாப்மான் தமது நூலின் பக்கம் 5-6ல் கூறுகிறார். பக்கம் 338

- 149 எங்கெல்னின் கைப்பிரதியில் காஸ்ஸினி என்ற குலப்பெயர் பன்மையில் (*die Cassinis*) என்று கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பிரெஞ்சு விஞ்ஞான வரலாற்றில் காஸ்ஸினி என்ற குலப்பெயர்கொண்ட நான்கு வானியல்வாதிகள் அறியப்பட்டுள்ளனர்: 1) ஜியோவானி டொமெனிக்கோ காஸ்ஸினி (1625-1712), இவர் இத்தாலியிலிருந்து குடிபெயர்ந்து வந்த பாரிஸ் வானிலை ஆய்வுக்கூடத்தின் முதல் டைரக்டர்; 2) அவருடைய மகன், ஜாக் காஸ்ஸினி (1677-1756); 3) கடைசியாகச் சொல்லப்பட்டவரின் மகன், சேசார் பிரான்ஸுவா காஸ்ஸினி (1714-1784); 4) அவருடைய மகன் ஜாக் டொமினிக் காஸ்ஸினி (1748-1845). பாரிஸ் வானிலை ஆய்வுக்கூடத்தின் டைரக்டர்களாக (1669யிலிருந்து 1793 வரை) ஒருவரைத் தொடர்ந்து மற்றொருவராக அவர்கள் பணியாற்றினர். பூமியின் உருவைப்பற்றி முதல் மூவரும் தவறான, நியூட்டனுக்கு எதிரான கருத்துப் பாங்குகளையே கொண்டிருந்தனர். கடைசியாகச் சொல்லப்பட்டவர், அதனுடைய பருமன், உருவு இவற்றைப்பற்றிய கூடுதலாகச் சரியான அளவீடுகளின் நிர்ப்பந்தத்தால், பூமி உருண்டை அதனுடைய சுழற்சி அச்சின் வழியே அழுத்தப்பட்டதாக நியூட்டன் உய்த்துணர்ந்தது சரியே என ஒப்புக்கொள்ள வேண்டிய வந்தது. அதே பக்கம்

- 150 தா. தாம்ஸன், “வெப்பம், மின்சாரம் ஆகிய விஞ்ஞானங்களின் ஓர் உருவரை”, 2ம் பதிப்பு, லண்டன், 1840. அதே பக்கம்

- 151 E. Haeckel, *Authropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Leipzig, 1874, S. 707-708 (ஏ. ஹெக்கல், “அந்த்ரோப்போகெனி அல்லது மனித வளர்ச்சி வரலாறு”, லைப்ஸிக், 1874, பக்கம் 707-708) பக்கம் 339

- 152 ஹெக்கல் (*Natürliche Schöpfungsgeschichte*, 4. Aufl. Berlin, 1873, S. 89-94) என்ற தமது நூலில், காண்ட்டினுடைய “கருத்தின் காரணகாரியவாதத் திறன் குறித்த விமர்சன உரை” (இரண்டாவது பகுதி) “விளக்கத்தின் யாந்திரீக முறைகளுக்கும்” காரண காரியவாதத்துக்கும் உள்ள முரண்பாட்டை வலியுறுத்துகிறார்; ஹெக்கல் பின் சொன்னதை காண்ட்டினுக்கு எதிராக வெளி நோக்கங்களின், வெளிப் பொருத்தத்தின் சித்தாந்தமாக விவரிக்கிறார். ஆயினும் ஹெக்கல் தமது “தத்துவவியல் வரலாறு”, பாகம் III, பிரிவு III, அத்தியாயம் 4, காண்ட்டைப்பற்றிய பாரா (*Werke*, Bd. XV, Berlin, 1836, S. 603) என்பதில் அதே “விமர்சன உரை”யைப் பரிசீலிக்கும் போது காண்ட்டினுடைய “உள்ளார்ந்த பொருத்தம்” என்ற கருத்தோட்டத்தை முன்நிறுத்துகிறார்; அதன்படி, உயிர்ப்புள்ள வஸ்துக்களில் “எல்லாம் செயல் நோக்கமாகவும் அதேசமயம் ஒன்றுக்கொன்று வழிவகையாகவும் இருக்கின்றன” (காண்ட்டினிருந்து ஹெக்கல் கொடுத்த மேற்கோள்). பக்கம் 340

- 153 ஹெக்கல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் III, பகுதி II, அத்தியாயம் 3. “இயற்கையின் இயக்க இயலை”த் தயாரிக்கும்போது எங்கெல்ஸ் G. W. F. Hegel, *Werke*, Bd. V, 2. Aufl., Berlin, 1841 என்ற பதிப்பையே உபயோகப்படுத்தினார். அதே பக்கம்

- 154 மேற்கூறியது, பகுதி III, அத்தியாயம் 1. பக்கம் 341

- 155 அதாவது, “இயக்கமறுப்பியல்” என்பதை அதனுடைய பழைய அர்த்தத்தில் அல்ல — நியூட்டன் எடுத்த அர்த்தத்தில் அல்ல; உதாரணமாக (குறிப்பு 16 ஐக் காண்க) அவர் பொதுவாகத் தத்துவவியல் ரீதியான சிந்தனை என்று அதைக் கருதினார்; ஆனால், இன்றைய நவீன கால அர்த்தத்தில், அதாவது, சிந்தனையினுடைய இயக்க மறுப்பியல் ரீதியான முறை என்பதாக. பக்கம் 343

[இயக்க இயல்]

[a]இயக்க இயலின் பொதுப் பிரச்சினைகள்.

இயக்க இயலின் அடிப்படை நியதிகள்

- 156 **Compsognathus**—ஊர்வனவற்றின் வகுப்பைச் சேர்ந்த டைனோசொர்களின் வரிசையில் இருந்து மறைந்து போனதொரு விலங்கு; ஆனால், இடுப்பு எலும்புக் கட்டு, பின் கால்கள் இவற்றின் கட்டமைப்புப் பிரகாரம் பார்க்கும்போது பறவைகளுடன் நெருங்கிய சம்பந்தம் பெறுகிறது. (ஹெ. அ. நிக்கல்ஸன், “விலங்கியலின் ஒரு கையேடு”, 5 வது பதிப்பு, எடின்பரோ, லண்டன், 1878, பக்கம் 545).

Archaeopteryx—குறிப்பு 18ஐக் காண்க.

பக்கம் 346

- 157 குழியுடலிகளிடையே குருத்து விடுவதின் மூலம் அல்லது பிளவுறுதல் மூலம் இனப்பெருக்கம் என்பதை எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். பக்கம் 347

- 158 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §135, பின் இணைப்பு: “உதாரணமாக, உயிர்ப்புள்ள ஓர் உடலின் அங்கங்களும், உறுப்புகளும் அதன் வெறும் பகுதிகள் மட்டுமல்ல; அவைகளின் ஐக்கிய இணைப்பாலேயே அவை அவையாக இருக்கின்றன. அவை தங்களது முறைக்கு அதைப் பாதிப்பதுபோல அந்த ஐக்கிய இணைப்பும் ஐயத்திற்கிடமின்றி அவற்றைப் பாதிக்கின்றது. உடலமைப்பியல்வாதியின் கையில் போகும் போதே இந்த அங்கங்களும், உறுப்புகளும் வெறும் உடற்பகுதிகள்; ஏனெனில், அவனுடைய தொழில் உயிருள்ள உடலைப்பற்றியது அல்ல, பிணத்தைப் பற்றியது.” பக்கம் 348

- 159 மேற்கூறியது, §126, பின் இணைப்பு. பக்கம் 349

- 160 மேற்கூறியது, §117, பின் இணைப்பு. பக்கம் 350

- 161 மேற்கூறியது, §115, குறிப்பு. அபிப்பிராயத்தின் வடிவமே எழுவாய்க்கும், பயனிலைக்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசத்தைப்பற்றிப் பேசுகிறது என ஹெகல் கூறுகிறார். அதே பக்கம்

- 162 Clausius, *Die mechanische Wärmetheorie*, 2-te umgearbeitete Auflage, I Band, Braunschweig, 1876 என்ற நூலையே இது எல்லாச் சாத்தியக்கூறுகளிலிருந்தும் பார்க்கும் போது குறிக்கிறது. இதன் பக்கங்கள் 87-88களில், “வெப்பத்தின் நேர்நிலை, எதிர்நிலை அளவுகள்” என்று கூறப்படுகிறது. பக்கம் 353

- 163 J. Grimm, *Geschichte der deutschen Sprache*, 4 Aufl., Leipzig, 1880 (யா. கிரிம், “ஜெர்மன் மொழியைப் பற்றிய ஒரு வரலாறு”, 4வது பதிப்பு, லைப்ஸிக், 1880) நூலையே எங்கெல்ஸ் இங்கு தமது மனதில் கொண்டுள்ளார்; அது லைப்ஸிக்கில் 1848ல் முதலில் பிரசுரிக்கப்பட்டது. 1881-82ல் “பிராங்க் பேச்சுவழக்கு மொழி” என்று எழுதப்பட்ட தமது நூலில் அவர் பிராங்க் பேச்சுவழக்குமொழியைப்பற்றி மிக விபரமாகச் சொல்லுகிறார். இந்தக் குறிப்பு 1881 ஆண்டுவாக்கில் எழுதப்பட்டிருக்க வேண்டும். பக்கம் 354

- 164 “கிஸ்மெத்” என்ற சொல் முஸ்லீம்களின், பிரதானமாக துருக்கியர்களின் உபயோகத்தில் இருப்பது. தலைவிதி என்ற பொருள் கொண்டது. பக்கம் 358

- 165 “இயற்கைத் தேர்வின் மூலம் இனவகைகளின் தோற்றம்” என்ற டார்வினுடைய நூலை இது குறிக்கிறது. பக்கம் 360

- 166 ஹெனேயின் நையாண்டிக் கவிதையான “வாக்குவாதம்” என்பதிலிருந்து இந்த மேற்கோள். அது ஒரு கத்தோலிக்க காபுசின் பாதிரிக்கும், ஒரு படித்த யூத மதகுருவுக்கும் மத்திய காலத்தில் நடந்ததாகக் கூறும் ஒரு தகராறை விவரிக்கிறது. யூத மதகுரு வாக்குவாதத்தினிடையே யூதமத நூலான *Tausves Jontof* ஐச் சான்று காட்டுகிறார். காபுசின் பாதிரி அதைப் பிசாசுக்கு அனுப்பி வைக்கும்படி மறுமொழி கூறுகிறார். இதனால் ஆவேச மடைந்த யூதகுரு வெறிபிடித்துப் போய் “Gilt nichts mehr der ‘Tausves Jontof’. Was soll gelten Zeter! Zeter!” (“*Tausves Jontof*” என்ற நூலுக்குச் சான்று வலிமை இல்லையெனில் பின் எதைத்தான் நம்புவது? உதவி! உதவி!) என்று கத்துகிறார். பக்கம் 361

167 G. W. F. Hegel, *Werke*, Bd. III, 2 Aufl., Berlin, 1841. இந்த மேற்கோளில் கோடிட்டிருப்பது எங்கெல்ஸ். பக்கம் 362

168 ஹைகலின் *Phänomenologie des Geistes* (“சித்தத்தின் இயல் நிகழ்ச்சியியல்”) என்னும் நூலின் முன்னுரையிலுள்ள கீழ்க்கண்ட பகுதியை இது குறிக்கிறது: “மலர் அவிழ்ந்த வுடன் மொக்கு மறைந்து விடுகிறது; பின் சொன்னதை முன் சொன்னது மறுதலிக்கிறது என்று நாம் கூறலாம்; அதே மாதிரியாக, கனி தோன்றியவுடன் செடியின் இருத்தலின் பொய்வடிவமாக மலரை விளக்க முடியும்; ஏனெனில், மலருக்குப் பதில் கனி செடியின் உண்மையான இயல்பாகத் தோன்றுகிறது.” G. W. F. Hegel, *Werke*, Bd. II, 2. Aufl., Berlin, 1841 நூலிலிருந்து எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார்.

அதே பக்கம்

[b]இயக்க இயல் தர்க்கவியலும், அறிவைப் பற்றிய தத்துவமும். “அறிவின் வரையறைகளைப்” பற்றி

169 டிடோ — எங்கெல்ஸின் நாயின் பெயர். 1865 ஏப்ரல் 16, 1866 ஆகஸ்டு 10 தேதிகளிட்டு மார்க்ஸுக்கு எழுதிய கடிதங்களில் எங்கெல்ஸ் இதைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிறார். பக்கம் 364

170 தர்க்கவியலை மூன்று பாகங்களாக (இருத்தல் கோட்பாடு, சாராம்சக் கோட்பாடு, கருத்துப்பாங்குக் கோட்பாடு) செய்யும் பிரிவினைக்கும், அபிப்பிராயங்களை நான்கு உறுப்பு வகைபாடுகளாகச் செய்வதற்கும் உள்ள ஒத்திசைவைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்குகிறார்: “தர்க்கவியல் கருத்தாகிய அதன் சர்வவியாபக வடிவங்களிலிருந்து தீர்ப்பின் பல்வேறு இனவகைகளும் தங்களது லட்சணங்களைப் பெறுகின்றன. இந்தத் தடயத்தை நாம் பின்பற்றினால், இருத்தல், சாராம்சம், கருத்துப் பாங்கு என்ற கட்டங்களுக்கு ஒரு போக்காக இருக்கிற அபிப்பிராயத்தின் மூன்று வகைகளை அது அளிக்கிறது. பிரதானமான இந்த வகைகளில் இரண்டாவது, வேறுபாட்டுக் கட்டமாக இருக்கிற சாராம்சத்தின் தன்மைக்கு ஏற்ப இரட்டிப் பாக்கப்பட வேண்டும்.” (ஹைகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §171, பின் இணைப்பு.) பக்கம் 365

171 இங்கு *singulär, partikulär, universell* என்பனவற்றின் விவரணங்கள் தனிப்பட்டது, பிரத்தியேகம், சர்வவியாபகம் என்பனவற்றிற்குச் சம்பிரதாயத் தர்க்கவியலில் என்ன பொருள் கொடுக்கப்படுகிறதோ அந்த அர்த்தத்தில் நிற்கின்றன; இவை இயக்க இயல் வகைப் பிரிவுகளான *Einzelnes, Besonderes, Allgemeines* (ஏகம், விசேஷம், பொது) என்பனவற்றிலிருந்து வித்தியாசப்பட்டுள்ளன.

அதே பக்கம்

172 ஹைகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, 3வது பாகத்தில் தீர்ப்பைப் பற்றிய அத்தியாயம் முழுவதின் பக்கங்களையும் எங்கெல்ஸ் கொடுக்கிறார். பக்கம் 366

173 அதாவது, ஹைகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்” என்ற நூலின் மூன்றாவது பாகம் முழுவதும்.

பக்கம் 369

174 கேதே எவ்வாறு மனிதனின் தாடை இடை எலும்பு இருத்தலைக் கண்டுபிடித்தார் என்பதை ஹைக்கல் தமது “படைப்பின் இயற்கை வரலாறு” (பெர்லின், 1873) நான்காவது பதிப்பு, பக்கங்கள் 75-77ல் விவரிக்கிறார். ஹைக்கலின் அபிப்பிராயத்தில், கேதே முதன்முதல் தொகுப்பாய்வுமுறை உத்தேசத்திற்கு வந்து சேர்ந்தார்: “எல்லாப் பாலூட்டிகளுக்கும் ஒரு தாடை இடை எலும்பு உண்டு”; இதிலிருந்து அவர் பகுப்பாய்வுமுறை ரீதியான முடிவுக்கு வந்தார்: “ஆதலால், மனிதனுக்குக் கூட அப்படிப்பட்டதோர் எலும்பு உண்டு”; இந்த முடிவு பரிசோதனை ரீதியான ஆதாரக்கூறுகளால் (மனிதக் கருவிலும் சில சமயங்களில் மூதாதையர் இயல்பு கொண்ட வழக்குகளில் வயதுவந்தவர்களிலும் தாடை இடை எலும்பு இருப்பதைப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பு) ஊர்ஜிதமாகியது. ஹைக்கல் கூறுகிற தொகுப்பாய்வு முறை என்பது சரியல்ல, ஏனெனில், சரியானது எனக் கருதப்பட்ட பாலூட்டி ‘மனிதனுக்கு’த் தாடை இடை எலும்பு இல்லை என்ற உத்தேச உரையால் அது முரண்படுத்தப்பட்டு நிற்கிறது என எங்கெல்ஸ் சொல்லுகிறார். பக்கம் 370

175 வீவெலின் இரண்டு பிரதான நூல்களையே எங்கெல்ஸ் இங்கு குறிப்பிடுகிறார் என்பது தெளிவு: *History of the*

Inductive Sciences (“தொகுப்பாய்வுமுறை விஞ்ஞானங்களின் வரலாறு”), மூன்று பாகங்கள், லண்டன், 1837, *Philosophy of the Inductive Sciences* (“தொகுப்பாய்வுமுறை விஞ்ஞானங்களின் தத்துவவியல்”), இரண்டு பாகங்கள், லண்டன், 1840.

கையெழுத்துப் பிரதியில் (“die bloss mathematisch (en) umfass (en)d என்றுள்ளது. “umfassend” என்ற சொல் இங்கு சுத்தமான கணிதவியல் விஞ்ஞானங்களை “உள்ளடக்கிய” தான அர்த்தத்திலேயே உபயோகிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பது தெளிவு; அவை வீவெல் சுருத்துப்படி, “எல்லாத் தத்துவத்தின் சூழ்நிலைகளை” யும் பரிசீலிக்கிற சுத்தமான பகுத்தறிவின் விஞ்ஞானங்கள்; இந்த அர்த்தத்தில் அவை “அறிவாற்றலுள்ளோர் உலகின் பூகோளத்தில்” மத்திய நிலையை வகித்தால் எப்படியோ அப்படி உள்ளன. “தொகுப்பாய்வுமுறை விஞ்ஞானங்களின் தத்துவவியல்” (பாகம் I, புத்தகம் II) நூலில் “சுத்தமான விஞ்ஞானங்களின் தத்துவவியலை” ப்பற்றிய சுருக்கமான தோர் உருவரையை அவர் அளிக்கிறார்; இதில் ஜியோமிதி, தத்துவார்த்த எண் கணிதம், அல்ஜீப்ரா ஆகியன அதன் பிரதான ஆக்கக்கூறுகளாக உள்ளன. “தொகுப்பாய்வு முறை விஞ்ஞானங்களின் வரலாறு” என்ற நூலில் வீவெல், “தொகுப்பாய்வுமுறை விஞ்ஞானங்களை” (இயந்திரவியல், வானியல், பௌதிகவியல், இரசாயனவியல், கனியவியல், தாவரவியல், விலங்கியல், உடலியல், பூகர்ப்பவியல் இவற்றை) “பகுப்பாய்வுமுறை விஞ்ஞானங்களுக்கு” (ஜியோமிதி, எண் கணிதம், அல்ஜீப்ரா இவைகளுக்கு) எதிர்த்துத்துகிறார்.

பக்கம் 371

178 “ச-த-பி” (U-I-P) என்ற சூத்திரத்தில் ச-சர்வவியாபகத்தையும் (Universal), த—தனிப்பட்டது (Individual) என்பதையும், பி—பிரத்தியேகம் (Particular) என்பதையும் குறிக்கின்றன. தொகுப்பாய்வுமுறை முடிவுகளின் தர்க்கவியல் ரீதியான சாராம்சத்தைப் பரிசீலிப்பதில் ஹெகல் இந்தச் சூத்திரத்தை உபயோகித்தார். ஹெகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் III, பகுதி I, அத்தியாயம் 3, பாரா “தொகுப்பாய்வுமுறையின் முக்கூற்று முடிவு” என்பதைக் காண்க. தொகுப்பாய்வு முறை ரீதியான முடிவு பலனில் பிரச்சினையானதே என்ற ஹெகலின் உத்தேச உரையும் அதே இடத்தில் எழுதப்

பட்டுள்ளது. இதைப்பற்றி எங்கெல்ஸ் இன்னும் கீழே கூறுகிறார். அதே பக்கம்

177 ஹெ. அ. நிக்கல்ஸன், “விலங்கியலின் ஒரு கையேடு”, 5ம் பதிப்பு, எடின்பரோ, லண்டன், 1878, பக்கங்கள் 283-85, 363-70, 481-84.

அதே பக்கம்

178 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §39: “மாற்றங்கள் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்று வருவதின் புலக்காட்சிகளை வெறும் அனுபவமே அளிக்கிறது..... ஆனால் அவசியமான தொடர்பை நம்முன் அது நிறுத்துவதில்லை.” பக்கம் 375

179 ஸ்பிளேஸா, “ஓழுக்கவியல்”, பாகம் 1, விவரணங்கள் 1ம், 3ம், தேற்றம் 6ம்.

பக்கம் 378

180 குறிப்பு 16 ஐக் காண்க.

பக்கம் 379

181 “இயற்கையின் இயக்க இய” லுக்கான விஷயாதாரங்களின் இரண்டாவது தாள்கட்டுக்கு எங்கெல்ஸ் தயாரித்த உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் இந்தத் தலைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 1877, செப்டம்பர் 20ல் ம்யூனிக் நகரில் நடைபெற்ற ஜெர்மன் இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் காங்கிரஸில் தாவரவியல்வாதி நகேலி தமது உபந்நியாசத்தில் முன்வைத்த அடிப்படைக் கருத்துரையை இந்தக் குறிப்பு விமரிசனப் பகுப்பாய்வு செய்கிறது. நகேலியின் உபந்நியாசம் “இயற்கை விஞ்ஞான அறிவின் வரையறைகள்” என்ற தலைப்பைக் கொண்டிருந்தது. காங்கிரஸின் அறிக்கைக்கு அருபந்தமாக வந்ததை எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார் (*Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München 1877. Beilage, September 1877*). காங்கிரஸிற்கு வந்திருந்த கா. ஷோர்லெமர் இந்தப் பதிப்பை எங்கெல்ஸுக்குக் கொடுத்திருக்க எல்லாச் சாத்தியக் கூறுகளும் உள்ளன. பக்கம் 380

182 ஜோசப் பிரீஸ்ட்லி 1774ல் ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்ததை எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார்; தாம் ஒரு புது இரசாயன

மூலகத்தைக் கண்டுபிடித்ததையும், அது இரசாயனவியலில் புரட்சிக்கு இட்டுச் செல்லும் என்பதையும் அவரே கூட ஊகிக்கவில்லை. மார்க்ஸின் “மூலதனம்” நூலின் இரண்டாவது பாகத்திற்கு எழுதிய முகவுரையில் எங்கெல்ஸ் இந்தக் கண்டுபிடிப்பைக் குறித்து இன்னும் விபரமாகச் சொல்லுகிறார். பக்கம் 383

183 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §13, குறிப்பு: “சர்வவியாபகம் என்பது வெறும் வடிவமாக மட்டும் செய்யப்பட்டு, பிரத்தியேகத்துடன் ஒருங்கிசைவு செய்யப்பட்டதெனில் அது ஒரு பிரத்தியேகமாகத் தாழ்ந்துவிடுகிறது. பகுத்தறிவும்கூடத் தினசரி விஷயங்களில் சர்வவியாபகத்தைத் தனிப்பட்டவைக்குப் பக்கத்தில் வைக்கும் அசட்டுத்தனத்திற்குமேல் இருக்கிறது. உதாரணமாக, பழத்தை விரும்புகிற எவனொருவனும் கூட செர்ரிகள், பேரிக்காய்கள், திராட்சைகளை, அவை செர்ரிகள், பேரிக்காய்கள், திராட்சைகளே ஒழியப் பழங்கள் அல்ல என்ற முகாந்திரத்தை வைத்து நிராகரிப்பானா?” பக்கம் 386

184 ஹெகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்” என்ற நூலின் அளவு நிலையைப்பற்றிய பகுதியையே இந்தக் குறிப்பு சுட்டிக்காட்டுகிறது. ஹெகல் வானியலைக் குறிப்பிட்டு, அது வியந்து பாராட்டத்தக்கதாக இருப்பது அதன் அளவிடற்கரியதான தூரங்கள், காலம், இவற்றின் இசைவு கேடான வரம்பிலியினாலோ, அளவிடற்கரியதான நட்சத்திரங்களாலோ அல்ல; ஆனால், “சரியாகச் சொல்லுமிடத்து இந்தக் குறிக்கோளான பொருட்களில் பகுத்தறிவு அங்கீகரிக்கிற அந்த அளவிடு சம்பந்தங்கள், அந்த விதிகளாலேயாம்; ஏனெனில் மேற்குறித்த பகுத்தறிவுக்கு ஒவ்வாத வரம்பிலிக்கு எதிர்நிலையாக இவை பகுத்தறிவுக்கு ஒத்த வரம்பிலியின் சாரமாக விளங்குகின்றன” என்று கூறுகிறார். ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்” பாகம் I, பகுதி II, அத்தியாயம் 2, குறிப்பு: “வரம்பற்ற முன்னேற்றத்தைப் பற்றிய உயர்ந்த அபிப்பிராயம்.” பக்கம் 389

185 இத்தாலியப் பொருளியல்வாதி கலியானியின் *Della moneta* (“பணத்தைப்பற்றி”) என்ற ஆய்வுரையிலிருந்து இந்த மேற்கோள். எங்கெல்ஸ் இதைச் சற்றே மாற்றியிருக்

கிறார். இதே மேற்கோளை மார்க்ஸ் “மூலதனம்” பாகம் Iல் உபயோகித்துள்ளார். குஸ்டோடி பதிப்பு *Scrittori classici italiani di economia politica. Parte moderna, Tomo III, Milano, 1803*, (“அரசியல் பொருளாதாரத்தின் இத்தாலிய ஆதர்சப் படைப்புக்கள்.” தற்காலப் பொருளாதாரவாதிகள், பாகம் III, மிலான், 1803, பக்கம் 156) மார்க்ஸும் எங்கெல்ஸும் பயன்படுத்தினர். அதே பக்கம்

186 “அதே மாதிரியாக $\frac{1}{r^2}$ கூட” என்ற சொற்களை எங்கெல்ஸ் பின்னால் சேர்த்தார். π என்ற எண்ணையே எங்கெல்ஸ் மனதிற்கொண்டிருக்க சாத்தியக்கூறு உண்டு; அதற்கு ஒரு திட்டமான அர்த்தம் இருந்தாலும் அதை ஒரு முடிவுள்ள தசம பின்னத்தாலோ, அல்லது ஒரு சாதாரண பின்னத்தாலோ வெளிப்படுத்த இயலாது. ஒரு வட்டத்தின் பரப்பை 1 எனக் கொண்டால் $\pi^2 = 1$ என்ற சூத்திரம் $\pi = \frac{1}{r^2}$ (இதில் r என்பது வட்டத்தின் ஆரத்தை) அளிக்கிறது. அதே பக்கம்

187 ஹெகலின் “இயற்கையின் தத்துவவியல்” என்ற நூலிலுள்ள கீழ்கண்ட பகுதியையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார்: “பொதுவாகச் சூரியன், சந்திரன், வால் மீன்கள், நட்சத்திரங்கள் என்பன பூமியின் வெறும் தனிக்குறிப்பீடுகளாகப் பொதுவாக இருப்பதைப்போலச் சூரியனும் இந்தக் கிரகத்திற்குச் சேவை புரிகிறது” (§280, பின் இணைப்பு). பக்கம் 391

188 சர் ஜான் லப்பக்கின் *Ants, Bees and Wasps, London, 182*. (“எறும்புகள், தேனீக்கள், குளவிகள்”, லண்டன், 1882) நூலைப்பற்றிய ஜார்ஜ் ரோமனேஸின் விமரிசனத்தையே எங்கெல்ஸ் இங்கு குறிப்பிடுகிறார். இந்த விமரிசனம் பிரிட்டிஷ் சஞ்சிகையான “இயற்கை” இதழ் 658, 1882, ஜூன் 8ல் வெளிவந்தது. எங்கெல்ஸுக்கு அக்கறை உண்டாக்கிய பகுதியான “புற ஊதாக் கதிர்களுக்கு எறும்புகள் மிகவும் கூறுணர்வு உடையன” என்பது “இயற்கை”, பாகம் 26, பக்கம் 122ல் உள்ளது. பக்கம் 392

189 ஆ. வான் ஹாலரின் கவிதையான “Falschheit der menschlichen Tugenden” (“மனித நற்பண்புகளின் பொய்மை”) என்பதையே எங்கெல்ஸ் இங்கு குறிப்பிடுகிறார்; இதில் ஹாலர் உறுதிப்படுத்திக் கூறுவதாவது: “படைக்கப்பட்ட எந்த ஆன்மாவும் இயற்கையின் உள் ரகசியத்தை அறிய இயலாது; வெளிப்புற மேலோட்டை அறிவதுடன் அது திருப்தியடைய வேண்டியதே”. 1820ல் கேதே “Allerdings” (“சந்தேகமின்றி”) என்ற கவிதையில் ஹாலரின் உறுதியுரையை எதிர்த்தார்; இயற்கை ஒற்றையான தனிமுழுமை எனவும், ஹாலர் செய்ததைப் போல அறிய இயலாத உள்கரு மூலம் எனவும், மனிதனுக்கு அறியவகையுள்ள வெளிப்புற மேலோடு எனவும் அதைப் பிரிக்கமுடியாது என்றும் அவர் சுட்டிக்காட்டினார். கேதேயுக்கும், ஹாலருக்கும் நிகழ்ந்த வாதத்தை இருமுறை தமது “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்” என்ற நூலில் ஹெகல் குறிப்பிடுகிறார். (§140; குறிப்பு, §246, பின் இணைப்பு).

பக்கம் 394

190 ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் II, பகுதி I, அத்தியாயம் 1, பாரா “காட்சி”, பகுதி II (“தோற்றம்”); இதில் தன்னிலைப் பொருள் பற்றி (“தன்னிலைப் பொருளும் நிலவுகையும்”) ஒரு விசேஷப் பாராவும், ஒரு குறிப்பும் (“அறிவு கடந்த கருத்துமுதல் வாதத்தின் தன்னிலைப் பொருள்”) அடங்கியுள்ளன.

பக்கம் 395

191 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §124, குறிப்பும், பின் இணைப்பும்.

பக்கம் 396

192 ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் III, பகுதி III, அத்தியாயம் 2.

அதே பக்கம்

[வஸ்துவின் இயக்க வடிவங்கள்.
விஞ்ஞானங்களின் வகைப்பாடு]

193 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §128, பின் இணைப்பு.

பக்கம் 397

194 மேற்கூறியது, §98, பின் இணைப்பு I: “விலக்கல் சக்தியைப் போலவே ஈர்ப்புச் சக்தியும் வஸ்துவின் சாராம் சமானதொரு பகுதியாகும்”.

பக்கம் 389

195 காலம், இடைவெளி, வஸ்து இவற்றின் பகுபடா தன்மை வரம்பற்ற பகுபடும் தன்மை என்ற கான்ட்டின் முரணுரையைப் பற்றிய ஹெகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் I, பகுதி II, அத்தியாயம் 1 நுண்ணோக்கு உரையைக் காண்க.

பக்கம் 400

196 ஹெகல், Naturphilosophie “இயற்கையின் தத்துவவியல்”, §261, பின் இணைப்பு.

பக்கம் 401

197 இயக்க அளவின் அழியாத நிலை என்ற கருதிதை டேக்கார்ட்டு தமது *Le Monde* (“உலகம்”) என்ற நூலின் *Le Traité de la Lumière* (“ஒளியைப்பற்றிய ஆய்வுரை”) என்ற முதல் பகுதியில் வெளியிட்டார்; அது 1630-33ல் எழுதப்பட்டு, அவரது மரணத்திற்குப்பின் 1664ல் பிரசுரிக்கப்பட்டது; தேபோனே என்பவருக்கு 1639 ஏப்ரல் 30 தேதியிட்டு எழுதிய கடிதத்திலும் மேற்படி கருத்து உள்ளது. டேக்கார்ட்டின் *Principia Philosophiae, Amstelodami, 1644, Pars secunda, XXXVI* (“தத்துவவியலின் கோட்பாடுகள்”, ஆம்ஸ்டர்டாம், 1644, இரண்டாவது பகுதி, §36) என்ற நூலில் இந்த உத்தேச உரை அதன் முழுமை பெற்ற வடிவத்தில் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

அதே பக்கம்

198 குரோவ், “பௌதிக சக்திகளின் எதிரிணையான தொடர்பு” (16 வது குறிப்பைக் காண்க). யாந்திரீக இயக்கம் ஒரு “செறிவழுத்தநிலை”க்கு மாற்றப்பட்டு, பிறகு வெப்பமாக மாற்றம் செய்யப்படும்போது “சக்தியின் அழிவற்ற தன்மையை”ப்பற்றி குரோவ் பக்கம் 20-29ல் கூறுகிறார்.

அதே பக்கம்

199 “திட்டத்தின் ஒரு பகுதியின் உருவரை” என்று எழுதப்பட்ட அதே தாளில் இந்தக் குறிப்பும் எழுதப்பட்டுள்ளது; “இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள்” (இந்தப் பதிப்பின் பக்கம் 37ம், பக்கங்கள் 117-144ம் காண்க) என்ற அத்தியாயத்தில் எங்கெல்ஸ் வளர்த்த கருத்துகளின் ஒரு பொழிப்பாக இது உள்ளது.

பக்கம் 404

200 குரோவ், “பௌதிக சக்திகளின் எதிரிணையான தொடர்பு” (16வது குறிப்பைக் காண்க); “வஸ்துவின் பாதிப்புகள்” என்பதின் மூலம் வெப்பம், ஒளி, மின்சாரம், காந்தவியல், இரசாயன உறவுக் கவர்ச்சி இயக்கம்” (பக்கம் 15) இவற்றையும், “இயக்கம்” என்பதின் மூலம் யாந்திரிக இயக்கம் அல்லது இடப்பெயர்ச்சியையும் குரோவ் பொருள் படுத்துகிறார். பக்கம் 405

201 “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் முதல் தாள்கட்டின் முதல் தாளில் இந்த உருவரை எழுதப்பட்டது. அது னுடைய உள்ளடக்கங்களைப் பொறுத்தவரை அவை மார்க்ஸுக்கு 1873, மே 30ந் தேதியிட்டு எங்கெல்ஸ் எழுதிய கடிதத்துடன் பொருந்துகின்றன. கீழ்க்கண்ட வார்த்தைகளுடன் அந்தக் கடிதம் துவங்குகிறது: “இன்று காலை நான் படுக்கையில் இருந்தபோது இயற்கை விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய பின்னடை இயக்க இயல் கருத்துகள் என் மண்டையில் உதயமாயின”. இந்த உருவரையில் இருப்பதை விட மேற்படி கடிதத்தில் இந்தக் கருத்துகள் இன்னும் திட்டமாக தெளிவு பெற்று இருக்கின்றன. 1873, மே 30ம் நாளாகிய அன்றே இந்தக் கடிதம் எழுதப்படுவதற்கு முன்னரே இந்த உருவரை எழுதப்பட்டது எனக் கிரகிக்கலாம். இந்த உருவரைக்கு முன்னர் சமீபமாக புண்ணரைப் பற்றி எழுதப்பட்ட துணுக்கை (இந்தப் பதிப்பு பக்கங்கள் 330-335 காண்க) கணக்கில் கொள்ளாவிட்டால், “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் இதர எல்லா அத்தியாயங்களும், துணுக்குகளும் பின்னால், அதாவது 1873மே 30க்குப் பிறகு எழுதப்பட்டன.

அதே பக்கம்

202 பாரிஸில் 1830-42ல் முதன் முதலாக வெளியிடப்பட்ட “புலக்கொள்கைத் தத்துவவியல் பயிற்சினூல்” என்ற தமது பிரதான நூலில் விஞ்ஞானங்களைப்பற்றிய இந்த வகைபாடு திட்டத்தை ஆ. கோன்ட் வகுத்தார். இந்தப் புத்தகம் பாகம் Iல் இரண்டாவது விரிவுரையில் விஞ்ஞானங்களின் வகைப்பாடு என்ற பிரச்சினையைக் குறித்து விசேஷமாகக் கூறப்பட்டுள்ளது; “இந்தப் பயிற்சி நூல்திட்டத்தைப் பற்றியதொரு விளக்கம் அல்லது புலக் கொள்கை விஞ்ஞானங்களின் படிநிலை அமைப்பு பற்றிய பொது ஆலோசனைகள்” என்ற தலைப்பில் அது உள்ளது. A. Comte, *Cours de Philosophie positive*, T. I, Paris, 1830 என்ற நூலைக் காண்க. பக்கம் 408

203 1816ல் முதலில் வெளிவந்த ஹெகலின் “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்” என்ற நூலின் மூன்றாவது புத்தகத்தை எங்கெல்ஸ் இங்கு குறிப்பிடுகிறார். தமது “இயற்கையின் தத்துவவியல்” என்ற நூலில் ஹெகல் “இயந்திரவியல்”, “பௌதிகவியல்”, “அங்ககவியல்” என்ற சொற்றொடர்களைக் கொண்டு இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் முப்பெரும் பிரிவுகளைக் குறிப்பிடுகிறார். பக்கம் 409

204 “இயற்கையின் இயக்க இய”லின் விஷயாதாரங்களைப் பற்றிய இரண்டாவது தாள்கட்டில் எங்கெல்ஸ் வைத்த மூன்று பெரிய குறிப்புகளில் இதுவும் ஒன்று. (சிறியன 1வது, 4வது தாள்கட்டுகளில் வைக்கப்பட்டன.) “யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன் மாதிரிகளைப்பற்றி” என்பதும், “இயற்கையைக் குறித்த ‘யாந்திரிகக்’ கருத்தோட்டத்தைப்பற்றி” என்பதும் அதில் இரண்டு குறிப்புகளாகும்; இவை “டீரிங்குக்கு [மறுப்பு]”க்குக் குறிப்புகள் அல்லது பின் இணைப்புகள். “டீரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் பல்வேறு பகுதிகளில் கருக்கமாகக் கூறப்பட்ட அல்லது உருவரை செய்யப்பட்ட சில வெகு முக்கியமான கருத்துகளை அவற்றில் நுணுக்கமாக எங்கெல்ஸ் விவரிக்கிறார். மூன்றாவது குறிப்பான “வரம்பற்றதை அறிவதற்கு நகேலியின் திறனின்மை” என்பதற்கும் “டீரிங்குக்கு [மறுப்பு]”க்கும் யாதொரு சம்பந்தமும் இல்லை. முதல் இரண்டு குறிப்புகளும் 1885லேயே எழுதப்பட்டன என்பதற்கு எல்லாச் சாத்தியக் கூறுகளும் உண்டு. எப்படியாயினும், “டீரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் விரிவுசெய்யப்பட்ட இரண்டாவது பதிப்பை அச்சுக்குத் தயாரிக்க எங்கெல்ஸ் தீர்மானித்த 1884 ஏப்ரல் நடுவுக்கும் முன்னதாக அவை எழுதப்பட்டிருக்க இயலாது; அல்லது அந்த நூலின் இரண்டாவது பதிப்பின் முகவுரையை முடித்து வெளியீட்டாளருக்கு எங்கெல்ஸ் அனுப்பிய 1885 செப்டம்பரின் பிற்பகுதிக்கும் பின்னதாகவும் அவை எழுதப்பட்டிருக்க இயலாது. “டீரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் இயற்கை விஞ்ஞானத்தன்மை கொண்ட பின் இணைப்புகள், அது பந்தங்கள் இவற்றின் ஒரு தொடரை எழுதி, அவற்றை அந்த நூலின் இரண்டாவது பதிப்பின் முடிவில் அளிப்பது என எங்கெல்ஸ் திட்டமிட்டிருந்தார் என்பது அவர் 1884ல் பெர்ன்ஷ்டைனுக்கும், காவுத்ஸ்கிக்கும் 1885ல் ஷ்லூடருக்கும் எழுதிய கடிதங்கள் சுட்டிக்காட்டுகின்றன. ஆனால் அவர் இதர விஷயங்களில் மிகத் தீவிர சுறு

சுறுப்புடன் இருந்ததால் (எல்லாவற்றையும் விட மார்க்ஸ் "மூலதன"த்தின் 2வது, 3வது பாகங்களைத் தயாரிக்கும் வேலையில் இருந்ததால்) தமது எண்ணத்தை நிறைவேற்றஎங்கெல்லால் முடியவில்லை. "ஓரிங்குக்கு[மறுப்பு]" நூலின் முதல் பதிப்பின் பக்கங்கள் 17-18, பக்கம் 46 இவற்றிற்கு மட்டுமே இரண்டு "குறிப்புகள்" ஆக அரை குறையான உருவரைகளையே அவரால் தயாரிக்க இயன்றது. இந்தக் "குறிப்புகளில்" இரண்டாவதே இது.

"இயற்கையின் இயக்க `இய'லின் இரண்டாவது தாள்கட்டுக்கான தமது உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் எங்கெல்ல "இயற்கையைக் குறித்த 'யாந்திரீகக்' கருத்தோட்டத்தைப்பற்றி" என்ற தலைப்பைக் கொடுத்தார். உபதலைப்பு "பக்கம் 46க்கு 2வது குறிப்பு": "இயக்கத்தின் பல்வேறு வடிவங்களும், அவற்றைப்பற்றிய விஞ்ஞானங்களும்" என்பது குறிப்பின் துவக்கத்தில் உள்ளது.

பக்கம் 410

- 205 A. Kekulé, *Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie*, Bonn, 1878, S. 12.

பக்கம் 411

- 206 பான் சர்வகலாசாலையின் தலைவர் பதவியை அவர் ஏற்ற போது 1877 அக்டோபர் 18ல் ஓள. கெக்கூலே நிகழ்த்திய சொற்பொழிவைச் சுருக்கப்படுத்தி "இயற்கை" இதழ் 420, 1877, நவம்பர் 15ல் வெளிவந்த பகுதியையே இது குறிக்கிறது. 1878ல் அந்தச் சொற்பொழிவு ஒரு பிரசுரமாக "இரசாயனத்தின் விஞ்ஞானக் குறிக்கோள்களும் சாதனைகளும்" என்ற தலைப்பில் வெளியிடப்பட்டது.

அதே பக்கம்

- 207 E. Haeckel, *Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebensteilchen. Ein Versuche zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwicklungs-Vorgänge*, Berlin 1876, S. 13.

அதே பக்கம்

- 208 லோதர் மேயர் வளைக்கோடு என்பது மூலகங்களின் அணு எடைகளுக்கும், அவற்றின் அணு கன அளவுகளுக்கும் இடையே உள்ள தெளிவான சம்பந்தத்தைக் காட்டு

கிறது. அதை லோ. மேயர் உருவமைத்தார்; தமது கட்டுரையில் "Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte" ("இரசாயன மூலகங்களின் அணு எடைகளின் கிரியை என்ற வகையில் அவற்றின் இயல்பு") அதை விவரிக்கிறார்; அந்தக் கட்டுரை 1870ல் *Annalen der Chemie und Pharmacie* ("இரசாயனம், மருந்தியல் இவற்றின் காலக்கிரம வரலாறு") என்ற சஞ்சிகையில் வெளிவந்தது.

மூலகங்களின் அணு எடைகளுக்கும், அவற்றின் பௌதிக, இரசாயனப் பண்புகளுக்கும் உள்ள இடைத்தொடர்பை மகத்தான ருஷ்ய விஞ்ஞானியான தி. இ. மெந்தெலேயெவ் கண்டுபிடித்தார்; "மூலகங்களின் பண்புகளுக்கும், அவற்றின் அணு எடைகளுக்கும் உள்ள இடைத்தொடர்பு" என்ற கட்டுரையில் இரசாயன மூலகங்களின் ஆவர்த்த விதியை முதன் முதல் அவர் வரையறுத்தார்; அந்தக் கட்டுரை 1869 மார்ச் மாதத்தில், அதாவது லோ. மேயரின் கட்டுரைக்கு ஒரு வருடத்திற்கு முன்னதாக, ருஷ்ய இரசாயனக் கழகத்தின் சஞ்சிகையில் பிரசுரிக்கப்பட்டது. மேயரும் கூட ஆவர்த்த விதியை ஸ்தாபிப்பதில் மிக நெருங்கிவந்திருந்த பொழுதே மெந்தெலேயெவின் கண்டுபிடிப்பைப்பற்றி அறிந்தார். மேயர் வரையறுத்த வளைக் கோடு மெந்தெலேயெவ் கண்டுபிடித்த விதியைச் சித்திரம் போல எடுத்துக்காட்டியது; ஆனால், மெந்தெலேயெவைப் போன்றில்லாமல், அது புறநிலையான, ஒருதலைப்பட்சமான சொற்களால் அந்த விதியை வெளிப்படுத்துகிறது என்பது மட்டுமே அதன் விதி விலக்காக உள்ளது. மெந்தெலேயெவ் தமது முடிவுகளில் மேயரைவிட இன்னும் கூடுதலாக முன்னேறிச் சென்றார். தம்மால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆவர்த்த விதியின் அடிப்படையில் மெந்தெலேயெவ் அந்தக் காலத்தில் இன்னும் அறியப்படாமல் இருந்த இரசாயன மூலகங்களின் இருத்தலையும், அவற்றின் பிரத்தியேகப் பண்புகளையும் முன்கூட்டியே உரைத்தார், அதற்கு மாறாக, மேயர் தமது பிந்திய நூல்களில் ஆவர்த்தன விதியைப்பற்றிய குறைஞானத்தை வெளிப்படுத்திக்கொண்டார்.

பக்கம் 413

- 209 குறிப்பு 183 ஐக் காண்க.

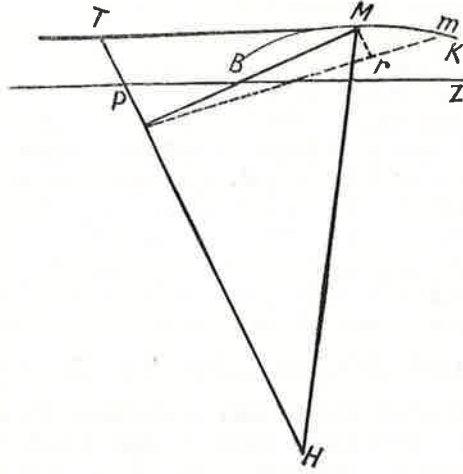
பக்கம் 417

- 210 E. Haeckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, 4. Aufl., Berlin, 1873, S. 538, 543, 588; *Anthropogenie*, Leipzig, 1874, S. 460, 465, 492. அதே பக்கம்
- 211 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §99, பின் இணைப்பு. அதே பக்கம்
- 212 (Noten) “குறிப்புகள்” என்று குறிக்கப்பட்ட ஒரு தனித்தாளில் இந்தத் துணுக்கு எழுதப்பட்டுள்ளது. “இயற்கையைக் குறித்த ‘யாந்திரீகக்’ கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி” என்ற தலைப்பு தாங்கிய “டூரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் இரண்டாவது குறிப்பினுடைய ஒரு தொடக்க உருவரையாக இது இருக்கலாம். (இந்தப் பதிப்பு பக்கங்கள் 409-417 ஐக் காண்க). அதே பக்கம்

[கணிதவியல்]

- 213 முந்திய வழக்கில், எண் கணிதத்தில் சிந்தனை “சிந்தனையற்றதில்” அசைகிறது என்ற ஹெகலின் குறிப்புரையை (ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் I, பகுதி II, அத்தியாயம் 2. தத்துவவியல் கருத்துகளை வெளிப்படுத்த எண் நிர்ணயங்களைப் பயன்படுத்துதல் என்பதைப்பற்றிய நுண் நோக்கு உரை) எங்கெல்ஸ் மனதிற்கொண்டிருந்தார்; பிந்திய வழக்கில், “வெறும் வெளிப்படையான முன்செல் இயக்கத்தில் தென்படுகிற பண்பு நிலையான வளர்ச்சிப் படிகளின் கணு நிலையை ஏற்கனவே இயற்கையான எண் அமைப்பு உதாரணப்படுத்தி நிற்கிறது” என்கிற ஹெகலின் அறிவிப்பை எங்கெல்ஸ் மனதில் கொண்டுள்ளார். (மேற்கூறியது, பகுதி, III அத்தியாயம் 2, அளவைச் சம்பந்தங்களின் கணு நிலைகளைப்பற்றிய உதாரணங்கள் பற்றிய நுண்நோக்கு உரை; *natura non facit saltum*). பக்கம் 423
- 214 “நேர்கோடும், வளைவரையும்” என்ற துணுக்கில் எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிற இந்தச் சொல்லுரு பொஸ்ஸுவின் “வகையீட்டு, தொகையீட்டு நுண்கணிதத்தையும் பற்றிய ஆய்வுரை” என்னும் நூலில் வருகிறது. “வரம்புள்ள வகையீடுகளைக் கொண்டு தொகையீட்டு கணக்

- கீடு” என்ற அத்தியாயத்தில் பொஸ்ஸு முதன் முதலாகக் கீழ்க்கண்ட பிரச்சினையைப் பரிசீலிக்கிறார்: “ஒரு மாறும் பரும அளவு x ன் முழு எண் அடுக்குகளைத் தொகை செய்வது அல்லது கூட்டுப்பலன் செய்வது”. Δx என்ற வகையீடு நிலையானது என அனுமானித்துக் கொண்டு அதை கிரேக்க எழுத்தான றைக் கொண்டு பொஸ்ஸு குறிப்பிடுகிறார். Δx அல்லது றன் கூட்டுப் பலன் x க்குச் சமமாதலால் $\omega \times 1$ அல்லது ωx° வின் கூட்டுப்பலனும் கூட x க்குச் சமமே. இந்தச் சமன்பாட்டை பொஸ்ஸு $\Sigma \omega x^\circ = x$ என்ற வடிவத்தில் எழுதுகிறார். பிறகு அவர் நிலை எண் றை வெளியில் எடுத்து, கூட்டுப் பலன் குறிக்கு முன்னால் வைத்து $\omega \Sigma x^\circ = x$ என்ற கோவையைப் பெறுகிறார்; பிறகு அதிலிருந்து $\Sigma x^\circ = \frac{x}{\omega}$ என்ற சமன்பாட்டைப் பெறுகிறார். கடைசியில் சொன்ன சமன்பாட்டை பொஸ்ஸு பயன்படுத்தி Σx , Σx^2 , Σx^3 முதலானவைகளின் பரிமாணங்களை இதர பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கக் கண்டுபிடிக்க முயலுகிறார். Bossut, *Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral*, T. I, Paris 1798, p. 38. பக்கம் 430
- 215 Ch. Bossut, *Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral*, t. I, Paris, an VI (1798), p. 149. பக்கம் 432
- 216 துருவ ஆயங்களின் அமைப்பில் ஆலோசிக்கப்படுகிற வளைவரைகளை பொஸ்ஸு இவ்வாறே அழைக்கிறார். அதே பக்கம்
- 217 பொஸ்ஸுவின் “ஆய்வுரை”யின் பக்கங்கள் 148-51ல் உள்ள படம் 17 ஐயும், அதற்கான விளக்கத்தையும் எங்கெல்ஸ் மனதிற்கொண்டுள்ளார். அந்தப் படம் கீழ்க்கண்ட வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது: BMK—ஒரு வளைவரை. MT—அதன் தொடுவரை. P என்பது துருவம் அல்லது ஆயங்களின் பிறப்பிடம். PZ—துருவ அச்சு. PM என்பது M என்ற தானத்தின் குத்தாயம். (எங்கெல்ஸ் இதை “உண்மையான மட்டாயம்” என அழைக்கிறார்; இக்காலத்தில் இது ஆரத்தின் வெக்டார் என அழைக்கப்படுகிறது). Pm என்பது Mக்கு வரம்பற்று நெருங்கியுள்ள m என்ற தானத்தின் குத்தாயம். (எங்கெல்ஸ்



இந்த ஆரத்தின் வெக்டாரை “நுண்வகைக் கற்பனா மட்டாயம்” என்று அழைக்கிறார். தொடு வரை MT க்கு MH லம்பம். குத்தாயம் PM க்கு TPH லம்பமாக உள்ளது. ஆரம் PM வரைகிற வளைவரை Mr. MPm என்பது நுண்ணளவு கோணமாதலால் PM, Pm ஒரு போக்குக் கோடுகளாகக் கருதப்படுகின்றன. Mrm, TPM முக்கோணங்களும், அதைப்போலவே Mrm, MPH முக்கோணங்களும் ஒத்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

பக்கம் 433

218 குறிப்பு 95 ஐக் காண்க.

பக்கம் 434

219 “இயற்கையின் இயக்க இயல்” விஷயாதாரங்களின் இரண்டாவது தாள்கட்டில் எங்கெல்ஸ் வைத்த மூன்று பெரிய குறிப்புகளில் (Noten) இது ஒன்று (குறிப்பு 204 ஐக் காண்க). “ரூரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் முதல் பதிப்பு பக்கங்கள் 17-18க்கு அபிப்பிராயக் குறிப்பின் முதல் உருவரையாகத் தொடக்கத்தில் இது எழுதப்பட்டது. “இயற்கையின் இயக்க இயல்” இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் எங்கெல்ஸ் “யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன் மாதிரிகளைப் பற்றி” என்ற தலைப்பைக் கொடுத்தார். உப

தலைப்பு “17-18ம் பக்கங்களைப் பற்றி. சிந்தனை, இருத்தல் இவற்றின் ஒத்திசைவு.—கணிதவியலில் வரம்பற்றநிலை” என்பது குறிப்பின் தொடக்கத்தில் உள்ளது.

அதே பக்கம்

220 *Nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu* (புலன்களில் இல்லாதது மனதில் இருக்காது)—இது புலனறிவுவாதத்தின் அடிப்படைக் கோட்பாடு. இந்தச் சூத்திரத்தின் உள்ளடக்கம் அரிஸ்டாட்டில் வரைக்கும் செல்கிறது (அவருடைய *Posterior Analytics* காண்க).
பக்கம் 435

221 இந்த இலக்கம் வில்லியம் தாம்ஸன் “அணுக்களின் பரிமாணம்” எனத் தலைப்பிட்டு எழுதிய கட்டுரையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது முதலில் “இயற்கை” இதழ் 22, 1870, மார்ச் 31 சஞ்சிகையிலும் பின்னர் “இயற்கை தத்துவவியலைப்பற்றிய ஆய்வுரை” என தாம்ஸனும், டெய்ட்டும் (பாகம் I, பகுதி II, புதிய பதிப்பு, கேம்பிரிஜ், 1883, பக்கங்கள் 501-502) எழுதிய நூலின் இரண்டாம் பதிப்புக்கு அனுபந்தமாகத் திரும்பவும் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

பக்கம் 438

222 1871 முதல் ஜெர்மன் சாம்ராஜ்யத்தின் பகுதியாக இருக்கிற சிறு ராஜ்ஜியங்களில் ஒன்று. பக்கம் 442

223 ஹெக்கலின் உளவியல் பௌதிக ஒருமைவாதத்தையும் வஸ்துவின் கட்டமைப்பைப்பற்றிய அவருடைய கண்ணோட்டங்களையும் எங்கெல்ஸ் இங்கு தமது மனதில் கொண்டிருக்கச் சாத்தியமுண்டு. *Die Perigenes der Plastidule* (“பிளாஸ்டிட்யூலின் பெரிஜெனிஸிஸ்”) என்ற நூலை எங்கெல்ஸ் “ரூரிங்குக்கு [மறுப்பு]” நூலின் இரண்டாவது குறிப்பில் மேற்கோள் காட்டுகிறார். (இந்தப் பதிப்பு, பக்கம் 409-410 ஐக் காண்க). உதாரணமாக, ஆரம்பநிலை “ஆத்மா” பிளாஸ்டிட்யூல்களில் அல்லது புரோட்டோ பிளாஸ்டிட்யூல்களில் மட்டும் உள்ளார்ந்திருக்கவில்லை. ஆனால் அணுக்களில் கூட உள்ளார்ந்திருக்கின்றன என்றும், எல்லா அணுக்களும் “உயிரியக்கம் உடையவை” என்றும் அவை “புலன் உணர்வை”யும் “விருப்பத்துணிவாற்றலை”யும் பெற்றுள்ளன எனவும் ஹெக்கல் உறுதி

யுரை செய்கிறார். அதே நூலில் அணுக்கள் சம்பூரணமாகவே தனித்துவம் பெற்றவை, சம்பூரணமாகவே பகுபடாத, சம்பூரணமாகவே மாற்ற முடியாத ஏதோ ஒன்று என்று ஹெக்கல் அவற்றை விவரிக்கிறார்; தனித்துவமான அணுக்களுடன்கூடவே ஈதரைச் சம்பூரணமாகவே தொடர்ச்சியான ஏதோ ஒன்றாக அதன் நிலைநிற்பை அங்கீகரிக்கிறார். (மேற்கூறிய நூல், பெர்லின், 1876, பக்கங்கள் 38-40).

வஸ்துவின் தனித்துவத் தன்மை, தொடர்ச்சியான தன்மை என்பதின் முரண்பாட்டை ஹெக்கல் எவ்வாறு பரிசீலிக்கிறார் என்பதை “வஸ்துவின் பகுபடும் தன்மை” என்ற தமது குறிப்பில் (இந்தப் பதிப்பு, பக்கம் 400 ஐக் காண்க) எங்கெல்லக் கூறுகிறார். பக்கம் 444

[இயந்திரவியலும், வானியலும்]

- 224 “வெப்பத்தின் யாந்திரீகச் சித்தாந்தத்தின் இரண்டாவது விதியைப்பற்றி” என்ற கிளாவுஸியுஸின் விரிவுரையையே எங்கெல்லக் குறிப்பிடுகிறார்; இந்த விரிவுரை ஜெர்மன் இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 41வது காங்கிரஸில், 1867, செப்டம்பர் 23 பிராங்க்பர்ட்-ஆன்-மெய்ன் நகரத்தில் செய்யப்பட்டதாகும்; அதே ஆண்டு பிரன்ஸ்விக்கிலிருந்து நூல் வடிவத்தில் வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 446
- 225 இதுவும், தொடர்ந்து வருகிற இரண்டு குறிப்புகளும் கீழ்க்கண்ட நூல்களின் பகுதிகளைக் கொண்டவை: J. H. Mädler, *Der Wunderbau des Weltalls, oder Populäre Astronomie*, 5, Auflage, Berlin, 1861, (Sections IX and X); A. Secchi, *Die Sonne*, Braunschweig, 1872, Part III. “இயற்கையின் இயக்க இயல்” முகவுரையின் இரண்டாம் பகுதிக்கு 1876ல் இந்தப் பகுதிகளை எங்கெல்லக் பயன்படுத்தினார். (இந்தப் பதிப்பு பக்கங்கள் 56-70 காண்க). பக்கம் 448
- 226 ருடோல்ப் வோல்பின் நூல் “வானிலை வரலாறு”, ம்யூனிக், 1877, என்பதையே எங்கெல்லக் இங்கு குறிப்பிடுகிறார். (குறிப்பு 124 ஐக் காண்க). இந்த நூலின் பக்கம் 325ல், ஒளிமுறிவு விதியைக் கண்டுபிடித்தது டேக்கார்ட் அல்ல, ஆனால் ஸ்நெல் என்பவரே; வெளிவராத

தமது நூல்களில் ஸ்நெல் அதை வரையறுத்திருந்தார்; பின்னால் (ஸ்நெல்லின் மரணத்திற்குப் பிறகு) டேக்கார்ட் அதை எடுத்துக்கொண்டார் என வோல்ப் உறுதியுரை செய்கிறார். பக்கம் 454

- 227 யூலியஸ் ராபர்ட் மாயரின் நூலில், *Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften*, 2. Aufl., Stuttgart, 1874, S. 328, 330 ஐ எங்கெல்லக் குறிப்பிடுகிறார். அதே பக்கம்

[பொதுவியல்]

- 228 Francis Bacon, *Novum Organum*, புத்தகம் II, சூத்திரம் XX, லண்டனில் 1620ல் வெளியிடப்பட்டது. பக்கம் 456
- 229 “சக்தி என்பதற்கு அந்த இயல் நிகழ்ச்சியான தன்னைத் தவிர வேறு உள்ளடக்கம் இல்லை” என்றும், “தனக்குள் பிரதிபலிக்கிற நிர்ணயத்தின் வடிவில் அல்லது சக்தியாக” மட்டுமே இந்த உள்ளடக்கம் தன்னை வெளிப்படுத்திக்கொள்கிறது” என்றும், இதன் விளைவு “வெறுமையான ஒரு பொருட் சொல்லடுக்காக” வே இருக்கும் என்றும் கூறும் ஹெக்கலின் குறிப்பு. (ஹெக்கல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் II, பகுதி I, அத்தியாயம் 3, பொருட் சொல்லடுக்குகளை முகாந்திரமாகக் கொண்ட மேலீடான ஒரு விளக்க முறையைப் பற்றிய நுண்ணோக்கு உரை.) பக்கம் 460
- 230 ஹெக்கல், “இயற்கையின் தத்துவவியல்”, §266, நுண்ணோக்கு உரை. பக்கம் 461
- 231 லாவ்ரோவின் நூல் *Основы учения о силе* (“சிந்தனை வரலாற்றைப் பற்றிய ஒரு முயற்சி”), பாகம் I என்பதை இங்கு எங்கெல்லக் குறிப்பிடுகிறார். அது 1875ல், லெயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்கிலிருந்து பெயரின்றியே வெளியிடப்பட்டது. இந்தப் புத்தகத்தின் பக்கம் 109ல் “சிந்தனை வரலாற்றின் இயலுலக அடிப்படை”, என்ற அத்தியாயத்தில் லாவ்ரோவ் எழுதுகிறார்: “உருவாக்கப் போக்கிலுள்ள ஒரு புதிய ஒளிமுகிலுக்குள் விழாதவரை செத்துப்போன சூரியன்கள் தங்களது செத்துப் போன கோளங்கள், துணைக் கோள்களின்

அமைப்புகளுடன் அண்டவெளியில் தொடர்ந்து இயங்கிக் கொண்டேயிருக்கும். அப்போது செத்த உலகின் மிச்சசொச்சங்கள் புதிய உலகின் உருவாக்கப்போக்கைத் துரிதப்படுத்தும் ஆதாரப் பொருள்களாகின்றன''. அவ்நின்று போன வானக்கோள்களின் உறை நிலை 'புறச் செயலாட்சிகளாலேயே, அதாவது மற்றொரு கோளுடன் மோதுவதால் உண்டாகும் வெப்பத்தாலேயே, முடிவுக்கு வரும்'' என்ற ஜோல்னரின் அபிப்பிராயத்தை லாவ்ரோவ் அடிக்குறிப்பில் மேற்கோள் காட்டுகிறார். பக்கம் 463

232 குறிப்பு 224ஐக் காண்க.

அதே பக்கம்

233 குறிப்பு 224ஐக் காண்க.

பக்கம் 467

234 மேலே கூறிய பிரசுரத்தின் பக்கம் 16ஐ எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார் என்பது தெளிவு; அதில் கிளாவுஸியஸ் வானக்கோள்களுக்கு வெளியே ஈதர் இருப்பதாக இடைநிகழ்வாகக் குறிப்பிடுகிறார். மறுபடியும் இங்கு, பக்கம் 6ல், அதே ஈதர் பண்டங்களுக்கு வெளியே என்பதாக இல்லா விட்டாலும் பண்டங்களின் ஆக்கக்கூறுகளான மிக நுண்ணிய துகள்களின் சிற்றிடைவெளிகளிலே என்பதாக வருகிறது. அதே பக்கம்

235 *Horror vacui* — சூனியம் அருவருக்கப்படுகிறது. 'இயற்கை சூனியத்தை அருவருக்கிறது'', அதாவது, ஒரு சூனியம் நிகழ்வதை இயற்கை அனுமதிப்பதில்லை என்ற கண்ணோட்டம் அரிஸ்டாட்டில் காலத்திலிருந்து 17வது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதிவரை இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் மேலோங்கியிருந்தது. இந்த 'அருவருப்பே' பிஸ்டனுக்குள் தண்ணீர் ஏறுவதற்குக் காரணம் என, இதர பலவற்றிடையே, கூறப்பட்டது. 1643ல், டாரிசெல்லி வளிமண்டல அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடித்து, சூனியம் சாத்தியமில்லை என்ற அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்துப் பாங்கை நிராகரித்தார். அதே பக்கம்

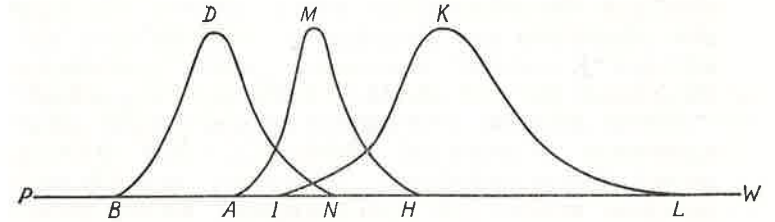
236 எங்கெல்ஸ் லாவ்ரோவின் பெயரை ருஷ்ய எழுத்துக்களில் எழுதினார். லாவ்ரோவின் நூல் 'சிந்தனை வரலாற்

றைப்பற்றிய ஒரு முயற்சி''யை இங்கு எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார் (குறிப்பு 231ஐக் காண்க). 'சிந்தனை வரலாற்றின் இயலுலக அடிப்படை'' என்ற அத்தியாயத்தில் வெகு தொலைவுகளிலிருந்து வரக்கூடிய ஒளியின் மறைவைக்குறித்து (பக்கங்கள் 103-104) பல விஞ்ஞானிகளின் (ஆல்பர்ஸ், வி. ஸ்த்ருவே) கண்ணோட்டங்களையும் குறிப்பிடுகிறார். பக்கம் 468

237 ஸெயின்ட் ஜான் சவிசேஷம், I. அதே பக்கம்

238 A. Fick, *Die Naturkräfte in ihrer Wechselbeziehung*, Würzburg, 1869. (அ. பிக், 'இயற்கை விசைகளின் பரஸ்பரச் செயல்'', வர்ஸ்பர்க், 1869). அதே பக்கம்

239 Maxwell, *Theory of Heat*, 4th. ed., London, 1875, pp. 87, 185 (மாக்ஸ்வெல், 'வெப்பத்தைப் பற்றிய சித்தாந்தம்'', 4வது பதிப்பு, லண்டன், 1875, பக்கங்கள் 87, 185). அதே பக்கம்



240 அலையின் நீளத்திற்கும், சூரியக் கதிர்களின் வெப்ப, ஒளி, இரசாயனச் செயல்களின் செறிவுநிலைக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் காட்டுகிற, செக்கியின் நூல் பக்கம் 632ல் உள்ள படத்தையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். அதன் பிரதானப் பகுதி அப்படியே மேலே கொடுக்கப்படுகிறது.

BDN வளைவரை வெப்பக் கதிரியக்கத்தின் செறிவு நிலையை மிக நீள வெப்பக் கதிர் அலையிலிருந்து (B தானம்) மிகச் சிற்றலைக் கதிர்வரை (N தானம்) பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறது. AMH வளைவரை மிகநீண்ட கதிர் அலைகளிலிருந்து (A தானம்) மிகச் சிற்றலைக் கதிர்வரை (H தானம்) ஒளிக் கதிரியக்கத்தின் செறிவுநிலையைப் பிரதிநிதித்

துவப்படுத்துகிறது. IKL வளைவரை மிக நீண்ட கதிர் அலையிலிருந்து (L தானம்) மிகச் சிற்றலைக் கதிர் வரை (L தானம்) இரசாயனக் கதிர்களின் செறிவுநிலையைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறது. இந்த மூன்று வழக்குகளிலும், PW நேர் கோட்டிலிருந்து அந்தத் தானத்திற்கு உள்ள தூரம் கதிர்களின் செறிவு நிலையைக் காட்டுகிறது. பக்கம் 469

241 ஹெகல், “இயற்கையின் தத்துவவியல்”, பெர்லின் பதிப்பு, 1842, §320, பின் இணைப்பு — எங்கெல்ஸ் இதைக் குறிப்பிடுகிறார். அதே பக்கம்

242 தா. தாம்ஸனின் நூல் “வெப்பம், மின்சாரம் என்ற விஞ்ஞானங்களின் ஓர் உருவரை”, 2வது பதிப்பு, லண்டன், 1840லிருந்து இங்கும், இதற்குக் கீழேயும் எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார். “மின்விசை” என்ற தலைப்புள்ள அத்தியாயத்தில் எங்கெல்ஸ் இந்த மேற்கோள்களைப் பயன்படுத்தினார். பக்கம் 470

243 இங்கும், இதற்குக் கீழுள்ள குறிப்பிலும் எங்கெல்ஸ், பிரிட்டிஷ் பௌதிகவியல்வாதியான பிரெடெரிக் குத்ரீயின் *Magnetism and Electricity* (“காந்தவியலும், மின்சாரமும்”), லண்டன், கிளாஸ்கோ, 1876, நூலிலிருந்து மேற்கோள் காட்டுகிறார். பக்கம் 210ல் குத்ரீ எழுதுகிறார்: “மின்கல அடுக்கில் கரைந்துள்ள துத்தநாகத்தில் ஆக்ஸி கரணமான தொகைக்கு, மின்னோட்ட வலி சரிசமத் தகவுப் பொருத்தத்திலும், துத்தநாகம் ஆக்ஸிடேஷன் ஆவதால் உண்டாகும் வெப்பத்திற்குச் சரிசம தகவுப் பொருத்தமுடையதாகவும் இருக்கும்.” பக்கம் 474

244 வீடெமான் நூலை, “*Die Lehre von Galvanismus und Elektromagnetismus*, III, Braunschweig, 1874, S. 418 காண்க. (குறிப்பு 95ஐ காண்க). பக்கம் 475

[இரசாயனவியல்]

245 H. Kopp, *Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit*, Abt. I, München 1871, S. 105. (கோப், “நவீன காலத்தில் இரசாயனவியலின் வளர்ச்சி”, பகுதி 1, ம்யூனிக், 1871, பக்கம் 105). பக்கம் 477

[உயிரியல்]

246 ஹெகல், “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, §81, பின் இணைப்பு I. “... உயிர் தனது இயல் நிலையிலேயே தனக்குள் மரணத்தின் கருவைக் கொண்டுள்ளது.” பக்கம் 479

247 உயிர்ப்புள்ள திரவத்திலிருந்து உயிரி எழுகிறது என்கிற, உயிரிகளின் அனுமானம் செய்யப்பட்ட பிறப்பைக் குறிக்க பிளாஸ்மாகனி என்ற சொல்லை ஹெக்கல் உபயோகித்தார்; இதற்கு மறுதலையாக ஆடோஜெனி அதாவது அனங்கக வஸ்துவிலிருந்து நேரடியாக உயிர்ப்புள்ள புரோடோபிளாஸம் தோன்றுகிறது என்பது உள்ளது. பக்கம் 480

248 1860ல் பாஸ்டேர் தன்னியக்க ஜனனத்தைப்பற்றி நடத்திய பரிசோதனைகளையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார். இந்தப் பரிசோதனைகளைக் கொண்டு பாஸ்டேர், “எந்த ஊட்டமுள்ள (அங்கக) ஊடகத்தில் இருக்கிற நுண்ணுயிரிகளும் (பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சற்காளான்கள், இன்புசோரியாக்கள் முதலியன) ஊடகத்தில் ஏற்கனவே உள்ள கருமூலங்களிலிருந்து அல்லது வெளியிலிருந்து அதை அடைவதிலிருந்து மட்டுமே வளர்கின்றன என்று நிரூபித்தார். நுண்ணுயிரிகளின் தன்னியக்க ஜனனமும், பொதுவாகத் தன்னியக்க ஜனனமும் சாத்தியமில்லை என பாஸ்டேர் முடிவு கண்டார். பக்கம் 482

249 *Augsburger Allgemeine Zeitung*, 1874 சஞ்சிகை, பக்கங்கள் 4333, 4334, 4351, 4370லிருந்து வாக்கனர் கட்டுரையின் பகுதிகள் எடுத்தாளப்பட்டன.

Die Allgemeine Zeitung (“பொதுச் செய்தித்தாள்”) — ஒரு பழமைப்பற்றுள்ள தினசரி; 1798ல் ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. 1810லிருந்து 1882வரை ஆக்ஸ்பர்க்கிலிருந்து வெளி வந்தது. அதே பக்கம்

250 வி. தாம்ஸன், பீ. கு. டெய்ட், *Handbuch der theoretischen Physik*, Autorisierte deutsche Übersetzung von Dr. Helmholtz und G. Wertheim, I. Band, 2. Teil, Braunschweig, 1874, S. XI (தத்துவவார்த்த பௌதிகவியல் பற்றிய கையேடு, டாக்டர் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், கு. வெர்ட்ஹைம் அவர்களின் அதிகாரபூர்வமான ஜெர்மானிய

மொழிபெயர்ப்பு, 1 தொகுதி, 2ம் பகுதி, பிராவுன்ஷ் வைக், 1874, XIம் பக்கம்) வாக்கனருடைய கட்டுரையிலிருந்து எங்கெல்ஸ் மேற்கோள் காட்டுகிறார்.

பக்கம் 483

- 251 Liebig, *Chemische Biefe*, 4-te umgearbeitete und vermehrte Auflage, I. Band, Leipzig und Heidelberg, 1859, S. 373 (ஸீபிஹ், இரசாயனத்தைப் பற்றிய கடிதங்கள், 4வது திருத்தப்பட்ட, விரிவான பதிப்பு, பாகம் I, லைப்சிக், ஹைடல்பெர்க், 1859, பக்கம் 373) காண்க. பக்கம் 484

- 252 டிராவுபேயின் செயற்கை ஜீவ அணுக்கள் — உயிருள்ள உயிரணுக்களின் உருவ நேர்ப்புகளான அனங்கக உருவாக்கங்கள்; அவை வளர்சிதை மாற்றம், வளர்ச்சி இவற்றைத் திரும்ப உற்பத்திசெய்ய இயலுகிறவை; ஜீவாம்சமான இயல் நிகழ்ச்சிகளின் பல்வேறு அம்சங்களைப் பரிசீலிக்க உதவிபுரிபவை. ஜெர்மன் இரசாயன வியல்வாதியும் உடலியல்வாதியுமான மொ. டிராவுபே என்பவரால் கூழ்நிலைப் பொருள் கரைசல்களைக் கலைத்தல் மூலம் அவை உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. 1874 செப்டம்பர் 23ல் பிரஸ்லாவில் நடைபெற்ற ஜெர்மன் இயற்கை விஞ்ஞானிகள், வைத்தியர்களின் 47வது காங்கிரஸில் தமது பரிசோதனைகளைப்பற்றி மொ. டிராவுபே அறிக்கை செய்தார். டிராவுபேயின் கண்டுபிடிப்பைப்பற்றி மார்க்ஸும், எங்கெல்ஸும் மிக உயர்ந்த அபிப்பிராயம் கொண்டிருந்தனர். (பி.லா. லாவ்ரோவிற்கு 1875 ஜூன் 18 தேதியிட்டும், வி. அ. புரூண்டுக்கு 1877 ஜனவரி 21 தேதியிட்டும் மார்க்ஸ் எழுதிய கடிதங்கள் காண்க). பக்கம் 491

- 253 “இழை உறுப்புகளைக் கொண்ட இன்புசோரியாக்களைப் பற்றிய நமது அறிவின் சமீபத்திய முன்னேற்றம்” என்ற ஆல்மானின் ஆய்வுத்தானை எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார்; இது 1875 மே 24ம் தேதி லின்னேயஸ் சொஸைட்டியின் கூட்டத்தில் ஆல்மான் சமர்ப்பித்ததாகும்; பிரிட்டிஷ் சஞ்சிகை “இயற்கை”, இதழ்கள் 294, 295, 296ல் 1875 ஜூன் 17, 24 தேதிகளிலும், ஜூலை 1ம் தேதியிலும் அது வெளியிடப்பட்டது.

பக்கம் 492

- 254 *Climate and Time in Their Geological Relations; a Theory of Secular Changes of the Earth's Climate*, London, 1875 (“அவைகளின் பூகர்ப்பவியல் சம்பந்தங்களில் சீதோஷ்ண நிலையும், காலமும்: பூமியின் சீதோஷ்ண நிலையில் இடையறாத மாறுதல்களைப்பற்றிய சித்தாந்தம்”, லண்டன், 1875) என்னும் குரோலின் நூலைப்பற்றிய விமர்சனத்தை எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார்; “இயற்கை”, இதழ்கள் 294, 295ல் (ஜூன் 17, 24, 1875) J. F. B. என்ற கையொப்பத்தின்கீழ் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

அதே பக்கம்

- 255 டிண்டல் கட்டுரையை “On the Optical Department of the Atmosphere in Reference to the Phenomena of Putrefaction and Infection” (“அழுக்கலும், தொற்றுதலும் ஆகிய இயல் நிகழ்ச்சிகளின் தொடர்பாக வளிமண்டலத்தின் தோற்றுமாறுதல்கள்”) எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார்; 1876, ஜனவரி 13ல் ராயல் சொஸைடியின் முன்னால் படிக்கப்பட்ட ஆய்வுத்தாளின் பொழிப்பே இக்கட்டுரை. 1876 ஜனவரி 27, பிப்ரவரி 3 தேதிகளில் “இயற்கை”, இதழ்கள் 326, 327ல் “கருமூலங்களைப்பற்றிப் பேராசிரியர் டிண்டல்” என்ற தலைப்பின்கீழ் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

அதே பக்கம்

- 256 Haeckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, 4. Aufl., Berlin, 1873. இந்தப் பதிப்பின் பக்கங்கள் 168, 169 களுக்கு இடையே படம் 1 உள்ளது. அதன் விளக்கம் பக்கம் 664ல் உள்ளது. பக்கம் 493

- 257 Nicholson, *A Manual of Zoology* என்பதையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார் (குறிப்பு 18ஐக் காண்க). அதே பக்கம்

- 258 வில்ஹெல்ம் வுண்டின் நூல் *Lehrbuch der Physiologie des Menschen* (“மனித உடலியல் பாடப்புத்தகம்”) என்பதையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடச் சாத்தியக்கூறு உண்டு. 1865ல் எர்லாங்கென் நகரில் முதன் முதலாக அது வெளியிடப்பட்டது. 1868லும், 1873லும் அதன் இரண்டாவது, மூன்றாவது பதிப்புகள் அதே நகரத்தில் வெளிவந்தன. பக்கம் 494

259 ஜூபிட்டுகள் Pflanzentiere, (விலங்குச் செடிகள்) — செடிகளைச் சுட்டிக்காட்டுவதெனக் கருதப்பட்ட சில குணவியல்புகளை, உதாரணமாக, ஓரிடத்தில் ஓட்டி நிலைத்த வாழ்வுமுறை பெற்ற, பெரும்பாலும் கடற்பஞ்சு வகை, குழியுடலிகள் போன்ற முதுகெலும்பற்றவைகளின் ஒரு திரளை, 16வது நூற்றாண்டிற்குமேல் மேற் சொன்ன சொல்லைக் கொண்டு குறிப்பிடப்பட்டது. ஆதலால், ஜூபிட்டுகள் என்பன செடிகளுக்கும், விலங்குகளுக்கும் இடைப்பட்ட வடிவங்களைக் கொண்டவை எனக் கருதப்பட்டன. 19வது நூற்றாண்டிற்கு நடுவில் குழியுடலிகள் என்ற சொல்லுடன் அது ஒரே பொருள் கொண்டதாக ஆகியது. தற்போது இச்சொல் வழக்கில் இல்லை. பக்கம் 495

260 “படைப்பின் இயற்கை வரலாறு” என்ற தமது நூலின் 4வது பதிப்பில் ஹெக்கல் பல்லுயிரணு விலங்குகளின் கரு வளர்ச்சியில் கீழ்க்கண்ட ஐந்து கட்டங்களை எண்ணிக்கையிடுகிறார்: மொனேருலா, ஓவுலம், மொருலா, பிளானுலா, காஸ்ட்ருலா; அவர் கருத்துப்படி, இவை விலங்கு வாழ்க்கையின் ஓட்டுமொத்த வளர்ச்சியினுடைய ஆரம்ப கால ஐந்து கட்டங்களுடன் ஒத்திசைவுபட்டுள்ளன. இந்த நூலின் பிந்திய பதிப்புகளில் ஹெக்கல் இந்த அமைப்பைச் சாராம்ச ரீதியாகவே மாறுதல் செய்தார்; ஆனால், எங்கெல்ஸ் உருப்படியாகவே மதிப்பீடு செய்த அவருடைய அடிப்படைக் கருத்தான பரிமை வளர்ச்சிப்போக்கில் ஓர் உயிரியின் தனிப்பட்ட வளர்ச்சிக்கும் ஒரு பிரத்தியேக வடிவத்தின் வளர்ச்சிக்கும் ஒருபோகுத்தன்மை உள்ளது என்பது விஞ்ஞானத்தில் ஸ்திரமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டுவிட்டது. பக்கம் 496

261 “Bathybius” என்ற சொல்லுக்கு “ஆழ்கடலில் வாழ்வது” என்பதே பொருள். 1868ல் மாகடலின் ஆழத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட, ஹக்ஸ்லி மிகப் பண்டையது எனக் கருதிய, ஒரு பிசின்போன்ற வண்டற் சகதியை அவர் கட்டமைப்பற்ற உயிர்ப்புள்ள வஸ்து—புரோடோபிளாஸம் — என வர்ணித்தார். ஹெக்கலைக் கவரவிக்கும் முறையில், அவர் மிக எளிய உயிருள்ள அங்கஜீவி எனக் கருதிய இதற்கு Bathybius Haeckelii என்ற பெயரை வைத்தார். அது நவீன, இன்னும் வாழ்கிற மொனேரா இனவகையைச் சார்ந்தது என bathybius-ஐ

டோபிளாஸத்திற்கும் எவ்விதச் சம்பந்தமும் இல்லை என்றும், அது உயிர்ப்பற்ற ஒரு வடிவம் எனவும் வெளிப்படையாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டது. Bathybius-ஐ பற்றியும், அது உள்ளடக்கியுள்ள சிறிய, சுண்ணாம்பு நீற்றலான சிறு கரணைகளைப்பற்றியும் தமது *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, Berlin, 1873 என்ற நூலின் 4வது பதிப்பு பக்கங்கள் 165-66, 306, 379களில் கூறுகிறார். அதே பக்கம்

262 தமது *Generelle Morphologie der Organismen*, Berlin, 1866 (“உயிரிகளின் பொது இயற்கை உருவ இயல்”, பெர்லின், 1866) முதல் பாகத்தில் ஹெக்கல், நான்கு பெரிய அத்தியாயங்களில் (8-11) அங்ககத் தனியுயிர் குறித்த கருத்தைப் பற்றியும், உயிரிகளின் உடலமைப்பியல் ரீதியான, உடலியல் ரீதியான தனித்தன்மையைப் பற்றியும் ஆராய்கிறார். அவர் தனியுயிர் என்ற கருத்துப் பாங்கையும் கூட *Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Leipzig, 1874 (“அந்தரோப்போஜெனி அல்லது மனித வளர்ச்சி வரலாறு”, லைப்சிக், 1874) என்ற தமது நூலின் பல பகுதிகளிலும் ஆலோசிக்கிறார். அவர் அங்ககத் தனியுயிர்களை ஆறு வகுப்புகளாக அல்லது சீர்களாகப் பிரிக்கிறார்: பிளாஸ்ட்டுகள், உறுப்புகள், ஆண்டிமேர்கள், மெடாமேர்கள், தனியுயிர்கள், கார்மஸ்கள். முதல் சீரைச் சேர்ந்த தனியுயிர்கள் உயிரணு அமைப்புக்கு முந்தியதான மொனேரா (ஸைடோட்) ரகமும், ஜீவ அணுக்களும் கொண்ட அங்கக வடிவங்கள். அவை “தொடக்க நிலை உயிரிகள்”. ஒவ்வொரு சீரைச் சேர்ந்த தனியுயிர்கள், அதற்கு முந்திய சீரைச் சேர்ந்த தனியுயிர்களைக் கொண்டுள்ளன; இரண்டாவது சீரிலிருந்து இவ்வாறு தொடங்குகிறது. ஐந்தாவது சீரைச் சேர்ந்த தனியுயிர்கள் மேல் நிலை விலங்குகளின் வழக்கில் மிகக் குறுகிய பொருளிலேயே “தனியுயிர்கள்”.

கார்மஸ்—ஐந்தாவது சீரைச் சேர்ந்த தனியுயிர்களின் ஒரு காலனியைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிற ஆறாவது சீரின் உடலமைப்பியல் ரீதியான தனியுயிராகும். கடல் லூசிபர்களின் ஒரு தொடர்வரிசை இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாக விளங்கும்.

மெடாமேர்கள்—ஐந்தாவது சீரின் திரும்பத்திரும்ப நிகழும் உறுப்பை உடைய தனியுயிரின் நான்காவது

சீரில் உள்ள ஓர் உடலமைப்பியல் ரீதியான தனியுயிர். ஒரு நாடாப்புமுவின்க் கணுக்கள் உதாரணமாக விளங்கும்.

அதே பக்கம்

263 “இயற்கைத் தேர்வு; அல்லது பிழைக்கத் தகுதியுடையன பிழைக்கும்” என்பது டார்வினுடைய நூலான *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (“இயற்கைத் தேர்வின் மூலம் இனவகைகளின் தோற்றம் அல்லது பிழைப்புப் போராட்டத்தில் சாதகம்பெற்ற இனங்கள் பாதுகாக்கப்படல்”) என்பதில் 4வது அத்தியாயத்தின் தலைப்பாகும். பக்கம் 499

264 1875 நவம்பர் 12ல் லாவ்ரோவுக்கு எங்கெல்ஸ் எழுதிய கடிதத்துடன் இந்தக் குறிப்பின் உள்ளடக்கம் ஏறக் குறைய முற்றொருமை பூண்டுள்ளது. அதே பக்கம்

265 *Bellum omnium contra omnes* (“எல்லோருக்கும் எதிராக எல்லோருடைய யுத்தம்”) என்ற இந்தச் சொற்களை தா.ஹாப்ஸ் தமது நூல்களான *De cive* (“பிரஜையைப் பற்றி”), “வாசகருக்கு ஒரு முன்னுரை”, *Leviathan* (“லெவியதான்”), அத்தியாயங்கள் 13, 14 இவற்றில் உபயோகிக்கிறார். பக்கம் 500

266 ஹெகல், “தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் III, பகுதி III, அத்தியாயம் 1. பக்கம் 502

267 ஹெகலின் “தர்க்கவியல்” இரண்டாவது பகுதியின் முடிவையே எங்கெல்ஸ் குறிப்பிடுகிறார் (“தர்க்கவியலின் விஞ்ஞானம்”, புத்தகம் II, பகுதி III, அத்தியாயம் 3, “பரஸ்பரப் பாதிப்பு”, “தத்துவவியல் விஞ்ஞானங்களின் கலைக்களஞ்சியம்”, பாகம் I, பகுதி II, “பரஸ்பரப் பாதிப்பு”). பரஸ்பரப் பாதிப்பின் ஓர் எடுத்துக்காட்டாக உயிருள்ள அங்கஜீவியை ஹெகல் இங்கு தாமே குறிப்பிடுகிறார்: “...தனிப்பட்ட உறுப்பு களும், அதைப்போல அவற்றின் கிரியைகளும் ஒன்றின் பால் மற்றொன்று பரஸ்பரப் பாதிப்பு உறவு பூண்டவை

என நிரூபிக்கின்றன” (“கலைக்களஞ்சியம்”, §156, பின் இணைப்பு.) பக்கம் 503

268 H. A. Nicholson, *A Manual of Zoology*, 5ம் பதிப்பு, எடின்பரோ, லண்டன், 1878, பக்கங்கள் 32, 102. அதே பக்கம்

269 சவிட்ஸர்லாந்து, பெர்ன் ஆல்ப்ஸ் மலைகளில் உள்ள ஒரு சிகரம். பக்கம் 504

270 எங்கெல்ஸ் தயாரித்த “இயற்கையின் இயக்க இயல்” நான்கு தாள்கட்டுகளின் தலைப்புகளையும், இரண்டாவது, மூன்றாவது தாள்கட்டுகளின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலையும் அவர் தமது அந்திம வருடங்களில் எழுதி முடித்தார்; எப்படியிருப்பினும் அது 1886வது ஆண்டுக்கு முன்பு அல்ல; ஏனெனில், இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்களின் பட்டியலில் “பாயர்பாக்” கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது” என்ற துணுக்கும் அடங்கியுள்ளது; அது 1886ன் ஆரம்பத்தில் எழுதப்பட்டதாகும். பக்கம் 506

தாள்கட்டுகளின் உள்ளடக்கம் பற்றிய குறிப்பகராதி*

[முதலாவது தாள்கட்டு]

இயக்க இயலும் இயற்கை விஞ்ஞானமும்

- I
- 1) புஹ்னர் (பக்கம் 330-336).
 - 2) இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இயக்க இயல் (405-407).
 - 3) பகுபடுத்தன்மை (400).
 - 4) ஒட்டுப்பண்பு கவர்ச்சி (466).
 - 5) திரட்சி நிலைகள் (466).
 - 6) செக்கியும் போப்பாண்டவரும் (454).
 - 7) நியூட்டனின் கவர்ச்சியும் மையவிலகு சக்தியும் (446).
 - 8) லாப்ளாஸ் தத்துவம் (447).
 - 9) உராய்வும், மோதலும் ஓர் உள்ளார்ந்த இயக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன (475).
 - 10) Causa finalis—வஸ்துவம் அதன் உள்ளார்ந்த இயக்கமும் (397).
 - 11) இயற்கை விஞ்ஞானத்தினுடைய வளர்ச்சி வடிவம், அது சிந்திக்கிற அளவுக்கு, அனுமானத் தத்துவமேயாகும் (393-395).
 - 12) ஈர்ப்புச் சக்தி விலக்கல் சக்தியாக நிலைமாறுதல் பெறுவதும், இதன் தலைமாறான நிலைமாறுதலும் (399).
 - 13) பகுத்தறிவின் சிந்தனாபூர்வமான நிர்ணயங்களைச் சார்ந்த பரஸ்பர எதிரிடைகளின் இயல்பு (347).

* கைப்பிரதியின் ஒரே தாளில் உள்ள குறிப்புகளும், துணுக்குகளும் ஒட்டாக ஓர் அடைப்புக் குறிக்குள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இடதுபுறம் உள்ள எண்கள் எங்கெல்லும் கைப்பிரதியின் பக்க எண்களை குறிக்கின்றன. “ரீரிங்குக்கு மறுப்பு” க்கு எழுதத் தயாரித்த குறிப்புகளுக்கு நட்சத்திரக் குறியிடப்பட்டுள்ளது. இந்தப் புத்தகத்தின் சம்பந்தப்பட்ட பக்க எண்கள் வலதுபுறம் அடைப்புக் குறிகளுக்குள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- 2
- 14) காரணங்களின் செயற்பாட்டை மறுக்கும் ஒருவனுக்கு ஒவ்வோர் இயற்கை நியதியும் ஓர் அனுமானத் தத்துவமேயாகும் (379).
 - 15) தன்னிலைப் பொருள் (396).
 - 16) “சாராம்சத்தின்” நிர்ணயங்களுடைய உண்மையான தன்மையை ஹெகலே வெளியிட்டுள்ளார் (348).
 - 17) கணிதவியலின் வெளிப்படை உண்மை எனப்படுபவை (420).
- 3
- 18) உதாரணமாக, பகுதியும், முழுமையும்... (348).
 - 19) சூக்கும முற்றொருமைப்பாடு (349-351).
 - 20) நேர்நிலையும், எதிர்நிலையும் (352).
 - 21) வாழ்வும், மரணமும் (479-480).
 - 22) சீர்கேடான வரம்பற்ற நிலை (387-388).
 - 23) ஒற்றையானதும் கூட்டிணைப்பானதும் (348).
 - 24) ஆதி முதலான வஸ்து (397-398).
 - 25) நுண் துளையுடமை பற்றிய தவறான சித்தாந்தத்தை... ஹெகல் சுத்த மனோகற்பனை எனச் சித்தரிக்கிறார் (336).
 - 26) சக்தி (456-462).
 - 27) டேக்கார்ட்டின் கோட்பாட்டில் இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை (401).
 - 28) (இயக்கத்தினுடைய) சாராம்சம்—இடவெளி, காலம் இவற்றின் உடனடியான ஐக்கியமே (401).
 - 29) சக்தி (மேலே காண்க) (461).
 - 30) இயக்கமும், சமனநிலையும் (402-403).
 - 31) காரணங்களின் செயற்பாடு (375-378).
 - 32) நியூட்டனின் புவி ஈர்ப்பு (446-447).
 - 33) சக்தி (462).
 - 34) பரஸ்பரச் செயல் (378-379).
 - 35) இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை (401).
 - 36) யாந்திரீக இயக்கம் (404-405).
 - 37) வஸ்துவின் பகுபடும் தன்மை (400).
 - 38) இயற்கையியல் வகைப்பட்ட சிந்தனை (337).
 - 39) தொகுப்பாய்வு முறையும் உய்த்துணரும் முறையும் (370).
 - 40) ஓகென் வழக்கில்.... அபத்தம் தெளிவாகக் காணப்படுகிறது (337).
 - 41) Causa finales-ம் efficientes-ம் (339).
- 4

- 42) கடவுள் நம்பிக்கையுள்ள இயற்கை விஞ்ஞானிகளால் கடவுள் மோசமாக நடத்தப்பட்டதைப்போல வேறு யாராலும் நடத்தப்படவில்லை (327-329).
- 43) இயற்கையில் மூலப்படிக்கூறுகள் (503).
- 44) இயற்கை, மனது இவற்றின் ஒற்றுமை (362-364).
- 45) விஞ்ஞானங்களை வகைபிரித்தல் (407-408).
- 46) புரோடிஸ்டா (492-496).
- 47) தனித்துவமானவை (496).
- 48) பரிணாமத்தின் எல்லாக் கட்டங்களிலும் உடல்வடிவ அமைப்பியல் ரீதியான வடிவங்கள் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்றன (497).
- 49) அங்கஜீவிகளின் பரிணாமம் முழுவதற்கும் (497).
- 50) வடிவம், உள்ளடக்கம் இவற்றின்பிரிக்கமுடியா இயல்புக்கு அல்லது முற்றொருமைக்கு உயிர்ப்புள்ள இயற்கை முழுவதும் ஒரே தொடர்ச்சியான நிரூபணமாகும் (496).
- 51) வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம் (466).
- 52) முற்றொருமை நியதி (351-352).
- 53) இயற்கையியல்வாதிகள் தத்துவவியலை அலட்சியம் செய்வதாலோ அல்லது அதைக் கண்டிப்பதாலோ தாங்கள் அதிலிருந்து விடுதலை பெற்றுவிடுவதாக நம்புகிறார்கள் (342).
- 54) வரலாற்று ரீதியானது (315-320).
- 55) தத்துவார்த்த வளர்ச்சியைச் சேர்ந்த பரஸ்பர எதிரிடையான இயல்பு (467).
- 56) *Generatio aequivoca* (480-482).
- 57) சக்தி (456).
- 58) ஹெக்கல், *Anthropogenie*, 707ம் பக்கம் (339).
- 59) மாயர், *Mechanische Theorie der Wärme* (454).
- 60) இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனையினுடைய அவசியத்திற்கு ஓர் உதாரணம் (446).
- 61) மோரித்ஸ் வாக்னர், *Naturwissenschaftliche Streitfragen* (482-492).
- 62) எதிர்ச்செயல் (479).
- 63) முற்றொருமையும் வேறுபாடும் (434).
- 64) கணிதவியல் (420-422).
- 65) நீளத்தொடர்வரைகள் (431-432).
- 66) பூச்சியத்தின் அடுக்குகள் (429-430).

- 67) நேர் என்பதும் வளைவு என்பதும் (432-433).
- 68) ஈதர் (467-468).
- 69) முதுகெலும்பிகள் (502).
- 70) பிரபஞ்ச அண்டவெளிக்குள் வெப்பம் கதிரியக்கம் மூலம் கலைதல் (463-464).
- 71) நியூட்டனுடைய சக்திகளின் இணைகரம் (447).
- 72) *Bathybius* (496).
- 73) உய்த்துணர்தலும், பகுத்தறிவும் (363-364).
- 74) தொகுப்பாய்வு முறைவாதிகள் அனைவருக்குமாக (372-374).
- 75) இயங்காற்றல் தத்துவம் (467).
- 76) கிளாவுஸியஸ் — *if correct* — ... நிரூபிக்கிறார் (464).
- 77) யதார்த்தத்தில் இரசாயன ரீதியான ஒரே சீரான வஸ்து என்ற கருத்துப் பாங்கு (477).
- 78) *Hard and fast lines* (346-347).
- 79) இயக்க இயல், புறநிலை இயக்க இயல் எனச் சொல்லப்படுவது, இயற்கை முழுவதையும் ஊடுருவி நிற்கிறது (344-346).
- 80) பிழைப்புப் போராட்டம் (497-499).
- 81) ஒளியும், இருளும் (468-469).
- 82) வேலை (503-504).
- 83) தொகுப்பாய்வு முறையும், பகுப்பாய்வும் (374-375).
- 84) இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் தனித்தனியான கிளைகள் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்று வளர்ந்தது நுணுகிப் பரிசீலிக்கப்பட வேண்டும் (301-304).
- 85) கிளாவுஸியஸின் இரண்டாவது விதி... எப்படித்தான் அதை வரையறுத்தாலும் (464-465).
- 86) பண்டைய உலகின் முடிவுகால நிலைமைக்கும் மத்தியகாலத்தின் முடிவில் இருந்த நிலைமைக்கும் இடையே இருந்த வேறுபாடு (311-313).
- 87) வரலாற்றுரீதியான விஷயாதாரங்கள். — கண்டுபிடிப்புகள் (314-315).
- 88) இயற்கையின் இயக்க இயல் — குறிப்பீடுகள் (492).

- IIB { 89) மேட்லர். "நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்கள்" (448-450).
 90) ஒளிமுகில்கள் (450-453).
 91) செக்கி: சீரியஸ் (453).
 92) இயற்கையின் சாசுவத நியதிகள் (389-391).
 * அடிமைத்தனம்
 * "நவீன சோஷலிஸம்" (முகவுரையின் முதல் அத்தியாயத்திலிருந்து வேறுபடுகிற அந்த அரைகுறை உருவரையின் முக்கிய பகுதிகள் "ரூரிங்குக்கு [மறுப்பு]" அடிக்குறிப்புகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.
- { 93) புலனறிதல் (392-393).
 94) [தீர்ப்புகளின் வகைப்பிரிவுகளைப் பற்றி] (364-368).
 95) தனித்தன்மை, பிரத்தியேகத் தன்மை, சர்வவியாபகத் தன்மை (369-370).
 96) என்னும்சுட... நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது (368).
 97) ஹாப்மான்... இயற்கையியல்தத்துவத்திலிருந்து மேற்கோள்களை எடுத்துக் காட்டுகிறார் (338).
 98) ஹெக்கலின் வெற்றுரை: உய்த்துணரும் முறைக்கு எதிராகத் தொகுப்பாய்வுமுறை (370).
 99) தொகுப்பாய்வுமுறையால் 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.... (370-372).
 100) இயற்கையைக்குறித்து பண்டைய மக்களின் கண்ணோட்டம் (304-309).
 101) லெவ்கிப்பஸும், டெமாக்கிரிடஸும் (309-310).
 102) இயற்கையியல்வாதிகள் தங்கள் விருப்பப்படி எந்த நிலையைமேற்கொண்டாலும் சரி, அவர்கள் தத்துவவியலின் ஆட்சியின்கீழ் இன்னும் இருந்து வருகிறார்கள் (342-343).
 103) கணிதவியலின் அனுட்டானம் (445).
 104) வகையீட்டு நுண்கணிதம்.... (444).
 105) நேர்நிலையும், எதிர்நிலையும் சம அளவு பெற்றுள்ளன (352-353).
 106) தற்செயலும், அவசியமும் (355-361).
 * பூரியே, "புதிய தொழிற் சமூக உலகம்".

- { 107) துருவகரணம் (354-355).
 108) துருவநிலை இயல்பு (353).
 109) ஹெக்கலின் கருத்துகளில் உள்ள துருவத்தன்மைக்கு மற்றோர் உதாரணம் (340-342).
 110) கான்டின் தன்நிலைப் பொருளைப் பற்றிய மதிப்புமிக்க சுயவிமர்சனம் (396).
 111) உயிரிலிருந்து புலனறி நிலைக்கு ஹெகல்... மாறிவரும்பொழுது (502).
 112) ஹெகலின் கருத்துப்படி, வரம்பற்ற முன்னேற்றம் என்பது ஒரு வறட்சி மிகுந்த பாழ் (388-389).
 113) அளவுநிலையும் பண்புநிலையும் (422-423).
 114) எண் (423-424).
 115) கணிதவியல் (431).
 116) ஆற்றலின் அழியாமை (456).
 117) அதீத பூஜ்ஜிய நிலையில் வாயு இருப்பதற்கான சாத்தியமில்லை (466).
 118) m^2 என்பது வாயுவின் மூலக்கூறுகளுக்கும் பொருந்தும் என நிரூபணம் செய்யப்பட்டுள்ளது (466).
 119) $\sqrt{-1}$ அல்ஜிப்ராவின் எதிர்நிலைப்பரிமாணங்கள் (430).
 120) அளவுநிலை, பண்புநிலையாக மாறுவது (347).
 121) முற்றொருமையும், வேறுபாடும் (352).
 122) பூரியே ஒரு கணிதவியல் கவிதையாக இருந்தாலும் (336).
 123) சக்தி, அதன் புற உருத்தோற்றம், காரணம், காரியம் இவை முற்றொருமை உள்ளவை என்ற ஹெகலின் கருத்தோட்டம் (457).
 124) சிந்தனையின் வரலாற்றில் ஒரு கருத்தின் பரிணாமம் அல்லது ஒரு கருத்தோட்டரீதியான உறவு (363).
 125) சூக்குமம், ஸ்தூலமும் (363).
 126) பெயர்களின் முக்கியத்துவம் (478).
 127) முதலாவதாக, கெக்கூலே (417-419).

[இரண்டாவது தாள்கட்டு]

இயற்கை, இயக்க இயல் இவற்றின் விசாரணை

[இரண்டாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்கள்] (506).

- 1) யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன்மாதிரிகளைப்பற்றி (434-444).
- 2) இயற்கையைக் குறித்த "யாந்திரீக" கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி (410-417).
- 3) வரம்பற்றதை அறிவதற்கு நகேலியின் திறனின்மையைப் பற்றி (380-387).
- 4) "நீங்குக்கு [மறுப்பு]க்கு" எழுதிய பழைய முகவுரை. இயக்க இயலைப்பற்றி (71-86).
- 5) மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனை மாறிய இடை நிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத திரம் (278-300).
- 6) "பாயர்பாக்" கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது (320-327).

[மூன்றாவது தாள்கட்டு]

இயற்கையின் இயக்க இயல்

[மூன்றாவது தாள்கட்டின் உள்ளடக்கங்கள்] (507).

- 1) இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள் (117-144).
- 2) இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை (145-169).
- 3) மின்விசை (186-277).
- 4) ஆனியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம் (87-105).
- 5) முன்னுரை (38-70).
- 6) ஏற்றவற்ற உராய்வு (170-178).

[நான்காவது தாள்கட்டு]

கணிதவியலும், இயற்கை விஞ்ஞானமும். கதம்பம்

- 1) இயக்க இயல் (106-116).
- 2) வெப்பம் (179-185).

- 3) ஹெகல், "தர்க்கவியல்", 1ம் பாகம் (362). [கணிதவியல் கணக்கீடுகள்—5 பக்கங்கள்]
- 4) ஹெகல், *Enzyklopädie*, 1 (336).
- 5) புனி ஈர்ப்பு வஸ்துத்தன்மையின் மிகப் பொதுப் படையான நிர்ணயம் என சகஜமாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது (398).
- 6) மோதலும், உராய்வும் (455).
- 7) சந்திரனின் கவர்ச்சியே கடலின் ஏற்றவற்றங்களை உண்டாக்குகிறது என டேக்கார்ட் கண்டு பிடித்தார் (454).
- 8) சித்தாந்தமும், அனுபவவாதமும் (338).
- 9) சாமோலைச் சார்ந்த அரிஸ்டார்கஸ் (311).
- 10) இயற்கையின் இயக்க இயலுக்குப் பொருத்தமான எடுத்துக்காட்டாகும்.... (475).
- 11) அனுபவவாதிகள் கிரேக்கர்களின் மீது கொண்ட வெறுப்புக்கு ஒரு சிறந்த விளக்கம் கிடைக்கும்... (339).
- 12) ஈர்ப்புச் சக்தியும் புனி ஈர்ப்பும் (398-399).
- 13) பின்னல் தோன்றிய இயக்கமறுப்பியல் ரீதியான கண்ணோட்டத்தைவிட முதன் முதலில் வந்த எளிய கண்ணோட்டமே அதிகச் சரியாக இருக்கிறது (456).
- 14) வானியலில் புவிமைய நிலைபாடு என்பது முன் கூட்டியே தவறான கருத்தைக் கொண்டதாக இருப்பதால் அது ரத்துசெய்யப்பட்டது சரியே (391-392).
- 15) இயற்கை விஞ்ஞானங்களைப் பற்றிய சர்வகலா ரீதியான தொகுப்பு நூலைச் செய்த கோன்ட் எந்தக் குறைந்த அளவுக்கு அதனுடைய ஆசிரியராக இருந்துள்ளார் (408-409).
- 16) இயற்கையமைப்பின் நிலவியல் (410).
- 17) அணுவியலுடன்... இரசாயனவியலில் புதிய சகாப்தம் துவங்குகிறது (477-478).
- 18) ஒளி, வண்ணம் இவற்றைப்பற்றிய தத்துவத்தை ஹெகல் சுத்தமான சிந்தனையிலிருந்து அமைக்கிறார் (469).
- 19) பூச்சியம்—அது எந்த ஒரு திட்டமான அளவுக்கும் நிலைமறுப்பாக இருப்பதால் அது உள்வளம் அற்றதொன்றல்ல (426-429).
- 20) ஒன்று (424-426).

- 21) நிலையான மின்னியக்கமும், விசையியல் மின்னியக்கமும் (473-475).
- 22) கூலோன் கூறுகிறபொழுது.... (470-473).
- 23) மின்னியக்கம் (470).
- 24) இயந்திரவியல், இரசாயனவியல், அங்ககவியல் என்ற ஹெகலின் பிரிவினை (409).
- 25) மின்-இரசாயனம் (475).
- 26) பழைய.... முறைகள்... இதர துறைகளுக்கு மாற்றப்பட்டு (477).
- 27) [திட்டத்தின் ஒரு பகுதியின் உருவரை] (37).
- 28) தாம்ஸன், கிளாவுனியஸ், லோஷ்மிட் இவர்களுக்கான முடிவு (465).
- 29) கூட்டணுவும், வகையீடும் (434).
- 30) சக்தியும், சக்தியின் அழியா நிலையும் (456).
- 31) திரிகோணமிதி (433-434).
- 32) இயங்காற்றல் உண்ணப்படுதல் (455).
- 33) வாயுக்களின் இயக்கத்தில்.... கட்டிகளின் இயக்கம் நேரடியாக மூலகுகளின் இயக்கமாக மாறுகிறது (465).
[கணிதவியல் கணக்கீடுகள்]
- 34) டார்வின் தத்துவத்தை... வெளிப்படுத்திக் காட்டுவது (497).
- 35) அங்ககப் பொருளையே ஹெகல் சம எதிரீட்டுச் செயல் என அழைக்கிறார் (503).
- 36) அளவுநிலை பண்புநிலையாக மாறுபாடு அடைவது (478).
- 37) ஹெகல் இயற்கையை ஒதுங்கிநிற்கும் நிரந்தரக் "கருத்தின்" ஒரு வெளியீடாக எண்ணுகிறார் என்றால் (336-337).
- 38) அனுபவரீதியான உற்று நோக்கல் மட்டும் அவசியத்தை எப்பொழுதும் திருப்திகரமாக விளக்கிவிட முடியாது (375).
- 39) Ad vocem நகேலி (387).
- 40) பிழைப்புப் போராட்டம் (497-499).
- 41) வானக்கோள்களின் இயக்கம் (403-404).
[கணிதவியல் கணக்கீடுகள்—2 பக்கங்கள்]
[பி. பாவுலியைப்பற்றிய குறிப்பு]
- 42) [பொதுத் திட்டத்தின் உருவரை] (35).

அத்தியாயங்கள், துணுக்குகளின் காலவரிசைப் பட்டியல்*

1873

- 1) புஹ்னர் (330-336).
- 2) இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் இயக்க இயல் (405-407).
- 3) பகுபடுந்தன்மை (400-401).
- 4) ஒட்டுப் பண்பு (466).
- 5) திரட்சி நிலைகள் (466).
- 6) செக்கியும், போப்பாண்டவரும் (454).
- 7) நியூட்டனின் கவர்ச்சியும், மைய விலகு சக்தியும் (446).
- 8) லாப்ளாஸ் தத்துவம் (447).
- 9) உராய்வும், மோதலும் ...ஓர் உள்ளார்ந்த இயக்கத்தை ...உண்டாக்குகின்றன (475-476).
- 10) Causa finalis—வஸ்துவும், அதன் உள்ளார்ந்த இயக்கமும் (397).

1874

- 11) இயற்கை விஞ்ஞானத்தினுடைய வளர்ச்சி வடிவம், அது சிந்திக்கிற அளவுக்கு, அனுமானத் தத்துவமே யாகும் (393-395).

*) ஏறக்குறையச் சரியாகவே தேதிகள் நிர்ணயிக்கப் பட்டுப்போன துணுக்குகள், அத்தியாயங்கள் இந்தப் பட்டியில் அடங்குகின்றன. மிகுதியாக நிற்கிற 62 துணுக்குகளின் தேதிகளைப் போதுமான ஆதாரக்கூறுகளின்மையால் நிர்ணயிக்கக்கூடவில்லை; இவற்றில் பெரும்பாலானவை 1878 ஜூலைக்கும் 1883 மார்ச்சுக்குமிடையே எழுதப்பட்டவை. அடைப்புகளுக்குள் உள்ள இலக்கங்கள் இந்தப் பதிப்பின் ஒத்திசைவான பக்கங்களுையே சுட்டிக்காட்டுகின்றன.

- 12) ஈர்ப்புச் சக்தி விலக்கல் சக்தியாக நிலைமாறுதல் பெறுவதும் இதன் தலைமாறான நிலைமாறுதலும் (399).
- 13) பகுத்தறிவின் சிந்தனாபூர்வமான நிர்ணயங்களைச் சார்ந்த பரஸ்பர எதிரிடைகளின் இயல்பு (347).
- 14) காரணங்களின் செயற்பாட்டை மறுக்கும் ஒரு வனுக்கு ஒவ்வோர் இயற்கை நியதியும் ஓர் அனுமானத் தத்துவமேயாகும் (379).
- 15) தன்னிலைப் பொருள் (396).
- 16) "சாராம்சத்தின்" நிர்ணயங்களுடைய உண்மையான தன்மையை ஹெகலே வெளியிட்டுள்ளார் (348).
- 17) கணிதவியலின் வெளிப்படை உண்மை எனப் படுபவை (420).
- 18) உதாரணமாக பகுதியும், முழுமையும்.... (348).
- 19) சூக்கும் முற்றொருமைப்பாடு (349-351).
- 20) நேர்நிலையும், எதிர்நிலையும் (352).
- 21) வாழ்வும், மரணமும் (479-480).
- 22) சீர்கேடான வரம்பற்ற நிலை (387-388).
- 23) ஒற்றையானதும் கூட்டிணைப்பானதும் (348).
- 24) ஆதி முதலான வஸ்து (397-398).
- 25) நுண் துளையுடைமை பற்றிய தவறான சித்தாந்தத்தை ஹெகல் சுத்த மனோகற்பனை எனச் சித்தரிக்கிறார் (336).
- 26) சக்தி (456-457).
- 27) டேக்கார்ட்டின் கோட்பாட்டில் இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை (401).
- 28) (இயக்கத்தினுடைய) சாராம்சம் — இடவெளி, காலம் இவற்றின் உடனடியான ஐக்கியமே (401).
- 29) சக்தி (மேலே காண்க) (461-462).
- 30) இயக்கமும் சமனநிலையும் (402-403).
- 31) காரணங்களின் செயற்பாடு (375-378).
- 32) நியூட்டனின் புவி ஈர்ப்பு (446).
- 33) சக்தி (462).
- 34) பரஸ்பரச் செயல் (378-379).
- 35) இயக்கத்தின் அழிவற்ற தன்மை (401).
- 36) யாந்திரீக இயக்கம் (404-405).
- 37) வஸ்துவின் பகுபடும் தன்மை (400).
- 38) இயற்கையியல் வகைப்பட்ட சிந்தனை (337).
- 39) தொகுப்பாய்வு முறையும் உய்த்துணரும் முறையும் (370).

- 40) ஓகென் வழக்கில்... அபத்தம் தெளிவாகக் காணப்படுகிறது (337).
- 41) *Causa finales*-உம் *efficientes*-உம் (339).
- 42) கடவுள் நம்பிக்கையுள்ள இயற்கை விஞ்ஞானிகளால் கடவுள் மோசமாக நடத்தப்பட்டதைப் போல வேறு யாராலும் நடத்தப்படவில்லை (327-329).
- 43) இயற்கையில் மூலப்படிக்கூறுகள் (503).
- 44) இயற்கை, மனது இவற்றின் ஒற்றுமை (362-364).
- 45) விஞ்ஞானங்களை வகைபிரித்தல் (407-408).
- 46) புரோடிஸ்டா (492-496).
- 47) தனித்துவமானவை (496).
- 48) பரிணாமத்தின் எல்லாக் கட்டங்களிலும் உடல்வடிவ அமைப்பியல் ரீதியான வடிவங்கள் திரும்பத்திரும்ப நிகழ்கின்றன (497).
- 49) அங்கஜீவிகளின் பரிணாமம் முழுவதற்கும் (497).
- 50) வடிவம், உள்ளடக்கம் இவற்றின் பிரிக்க முடியாத இயல்புக்கு அல்லது முற்றொருமைக்கு உயிர்ப்புள்ள இயற்கை முழுவதும் ஒரே தொடர்ச்சியான நிரூபணமாகும் (496).
- 51) வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம் (467).
- 52) முற்றொருமை நியதி (351-352).
- 53) இயற்கையியல்வாதிகள் தத்துவவியலை அலட்சியம் செய்வதாலோ அல்லது அதைக் கண்டிப்பதாலோ தாங்கள் அதிலிருந்து விடுதலை பெற்றுவிடுவதாக நம்புகிறார்கள் (343).
- 54) வரலாற்று ரீதியானது (315-320).
- 55) தத்துவார்த்த வளர்ச்சியைச் சேர்ந்த பரஸ்பர எதிரிடைகளின் இயல்பு (467).
- 56) *Generatio aequivoca* (480-482).
- 57) சக்தி (456-457).
- 58) ஹெக்கல், *Anthropogenie* (339).
- 59) மாயர், *Mechanische Theorie der Wärme* (454).
- 60) இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனையினுடைய அவசியத்திற்கு ஓர் உதாரணம் (446).
- 61) மோரிதல் வாக்னர், *Naturwissenschaftliche Streitfragen* (482-492).

1875

- 62) எதிர்ச்செயல் (479).
- 63) முற்றொருமையும் வேறுபாடும் (434).
- 64) கணிதவியல் (420-421).
- 65) நீளத்தொடர்வரைகள் (431-432).
- 66) பூச்சியத்தின் அடுக்குகள் (429-430).
- 67) நேர் என்பதும் வளைவு என்பதும் (432-433).
- 68) ஈதர் (467-468).
- 69) முதுகெலும்பிகள் (502).
- 70) பிரபஞ்ச அண்டவெளிக்குள் வெப்பம் கதிரியக்கம் மூலம் கலைதல் (463-464).
- 71) நியூட்டனுடைய சக்திகளின் இணைகரம் (447).
- 72) *Bathybius* (496).
- 73) உய்த்துணர் தலும், பகுத்தறிவும் (363-364).
- 74) தொகுப்பாய்வுமுறைவாதிகள் அனைவருக்குமாக (372-374).
- 75) இயங்காற்றல் தத்துவம் (467).
- 76) கிளாவுஸியஸ்—*if correct*—... நிரூபிக்கிறார் (464).
- 77) யதார்த்தத்தில் இரசாயன ரீதியாக ஒரே சீரான வஸ்து என்ற கருத்துப் பாங்கு (477).
- 78) *Hard and fast lines* (346-347).
- 79) இயக்க இயல், புறநிலை இயக்க இயல் என சொல்லப் படுவது, இயற்கை முழுவதையும் ஊடுருவி நிற்கிறது (344-346).
- 80) வாழ்க்கை போராட்டம் (499-502).
- 81) ஒளியும், இருளும் (468-469).
- 82) வேலை (503-505).
- 83) தொகுப்பாய்வுமுறையும், பகுப்பாய்வும் (374-375).
- 84) இயற்கை விஞ்ஞானத்தின் தனித்தனியான கிளைகள் ஒன்றைத் தொடர்ந்து மற்றொன்று வளர்ந்தது நுணுகிப் பரிசீலிக்கப்படவேண்டும் (301-304).
- 85) கிளாவுஸியஸின் இரண்டாவது விதி... எப்படித்தான் அதை வரையறுத்தாலும் (464-465).
- 86) பண்டைய உலகின் முடிவுகால நிலைமைக்கும் மத்தியகாலத்தின் முடிவில் இருந்த நிலைமைக்கும் இடையே இருந்த வேறுபாடு (311-313).
- 87) வரலாற்றுரீதியான விஷயாதாரங்கள்.—கண்டுபிடிப்புகள் (314-315).

1876

- 88) இயற்கையின் இயக்க இயல்—குறிப்பீடுகள் (492).
- 89) மேட்லர். “நிலைபெற்ற நட்சத்திரங்கள்” (448-450).
- 90) ஒளிமுகில்கள் (450-453).
- 91) செக்கி: சிரியஸ் (453).
- 92) முகவுரை (முதல் பகுதி 1875ல் எழுதப்பட்டதாகத் தெரிகிறது) (38-70).
- 93) மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனை மாறிய இடைநிலைப் படியில் உழைப்பின் பாத்திரம் (278-300).
- 94) இயற்கையின் சாகசவத நியதிகள் (389-391).

1878

- 95) ஆவியுலகில் இயற்கை விஞ்ஞானம் (87-105).
- 96) “ளேங்குக்கு [மறுப்பு]க்கு” எழுதிய பழைய முகவுரை (71-86).
- 97) [பொதுத்திட்டத்தின் உருவரை] (35).

1879

- 98) இயக்க இயல் (106-116).

1880-1881

- 99) [திட்டத்தின் ஒரு பகுதியின் உருவரை] (37).
- 100) தாம்ஸன், கிளாவுஸியஸ், லோஷ்மிட் இவர்களுக்கான முடிவு (465).
- 101) வானக்கோள்களின் இயக்கம் (403-404).
- 102) இயக்கத்தின் அடிப்படை வடிவங்கள் (117-144).
- 103) இயக்கத்தின் அளவை.—வேலை (145-169).
- 104) ஏற்றவற்ற உராய்வு (170-178).
- 105) துருவகரணம் (354).
- 106) துருவநிலை இயல்பு (353).
- 107) ஹெக்கல் கருத்துகளில் உள்ள துருவத் தன்மைக்கு மற்றோர் உதாரணம் (340-342).
- 108) கான்டின் தன்னிலைப் பொருளைப் பற்றிய மதிப்புமிக்க சுயவிமர்சனம் (396).
- 109) உயிரிலிருந்து புலனறி நிலைக்கு ஹெக்கல் மாறிவரும் பொழுது (502).

1881-1882

110) வெப்பம் (179-185).

1882

- 111) புலனறிதல் (392-393).
 112) தீர்ப்புகளின் வகைப்பிரிவுகளைப்பற்றி (364-368).
 113) தனித்தன்மை, பிரத்தியேகத் தன்மை, சர்வ வியாபகத் தன்மை (369-370).
 114) எனினும் கூட... நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது (368).
 115) ஹாப்மான்... இயற்கையியல் தத்துவத்திலிருந்து மேற்கோள்களை எடுத்துக் காட்டுகிறார் (338).
 116) மின்விசை (186-277).

1885

- 117) யதார்த்த உலகில் கணிதவியல் வரம்பிலியின் மூலமுன்மாதிரிகளைப்பற்றி (434-446).
 118) இயற்கையைக் குறித்த 'யாந்திரீக' கருத்தோட்டத்தைப் பற்றி (410-417).

1886

- 119) 'பாயர்பாக்' கிலிருந்து விடுபட்டுப் போனது (320-327).

பெயர்ப் பட்டியல்

அகஸ்டின் [St. Augustine] (354-430)—கிறிஸ்துவ சமயவாதியும், கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதியுமாவார். மதச்சார்பற்ற உலகக் கண்ணோட்டத்திற்காகத் தீவிர பிரசாரம் மேற்கொண்டவர்.—358.

அகாஸிஸ், லூயி ஜான் ருடோல்ப் [Agassiz, Louis John Rudolph] (1807-1873)—சுவிட்சர்லாந்துநாட்டுவிலங்கியல்வாதி, பூகர்ப்பவியல்வாதியும் கூட. டார்வினியத்தை எதிர்த்தவர். புவியியல் திடீர் மாறுதல்களைப் [theory of cataclysms] பற்றிய கருத்து முதல்வாதத் தத்துவத்தையும், படைப்பு இறைமைச் சார்புடையது என்ற கருத்தையும் பரிந்து தூக்கிப்பிடித்தவர்.—319, 328, 337.

அக்ஸ்கோவ், அலெக்ஸாண்டர் நிக்கொலாயேவிச் [Aksakov, Alexander Nikolayevich] (1832-1903)—ருஷ்ய ஆவியலகவாதியும், இறைமைஞானவாதியுமாவார்.—100.

அரிஸ்டாட்டில் [Aristotle] (384-322 கி. மு.)—கிரேக்கச் சிந்தனையாளர். தத்துவவியலில் அவர் பொருள்முதல்வாதத்திற்கும் கருத்துமுதல்வாதத்திற்குமிடையே ஊசலாடினார்.—76, 304, 306-307, 310-311, 339, 393.

அரிஸ்டார்கஸ் [Aristarchus of Samos] (320-250 கி. மு.)—கிரேக்க வானியல்வாதியும் கணிதவியல்வாதியுமாவார். சூரியனைப் பூமி சுற்றி வருகிறது என்ற சூரியமைய கற்பிதக் கொள்கையின் ஆசிரியர். சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் மிடையே உள்ள தூரங்களை அவர் கணக்கிட்டார்.—311.

அனாக்ஸிமாண்டர், மிலேடஸ் நகரத்து [Anaximander of Miletus] (சுமார் 610-546 கி. மு.)—கிரேக்கப் பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—305.

- அனாக்ஸிமெனஸ், மிலேடஸ் நகரத்து [Anaximenes of Miletus] (சுமார் 588-524 கி. மு.) — பண்டைய கிரேக்கப் பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—306, 308.
- ஆடம்ஸ், ஜான் [Adams, John] (1819-1892)—ஆங்கில வானியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி; 1845ல் லெவெரியே யுடன் சம்பந்தமில்லாமலேயே சுயேச்சையாக அன்று வரை அறியப்படாமல் இருந்த நெப்ட்யூன் கோளின் சுற்றுப் பாதையைக் கணித்து அதன் ஸ்தானத்தையும் அவர் நிர்ணயித்தார்.—454.
- ஆர்க்கிமிடீஸ் [Archimedes] (சுமார் 287-212 கி.மு.)—கிரேக்கக் கணிதவியல்வாதியும் இயந்திரவியல்வாதியாவார்.—302.
- ஆல்மான், ஜார்ஜ் ஜேம்ஸ் [Allman, George James] (1812-1898) —ஆங்கில உயிரியல்வாதி.—492.
- எங்கெல்ஸ், பிரெடெரிக் [Engels, Friedrich] (1820-1895). 71-72, 411, 435, 437.
- எட்லுண்டு, எரிக் [Edlund, Eric] (1819-1888)—ஸ்வீடன் நாட்டு பௌதிகவியல்வாதி. பிரதானமாக மின்னியக்கத் தத்துவத்துறையில், ஸ்டாக்ஹோம் விஞ்ஞானக் கழகத்தில் பணியாற்றியவர்.—195.
- எபிக்யூரஸ் [Epicurus] (சுமார் 341-சுமார் 270 கி. மு.)—கிரேக்கப் பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—78, 310.
- ஐயாம்பிளிக்ஸ் [Iamblichus] (சுமார் 330ல் காலமானவர்)—கிரேக்கக் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதியும், இறைஞானவாதியுமாவார். நியோ-பிளாட்டோனிஸத்தைச் [Neo-Platonism] சேர்ந்த சிரிய [Syria] கருத்துக் குழுவை ஸ்தாபித்தவர்.—93.
- ஓகன், லாரென்ஸ் [Oken, Lorenz] (1779-1851)—ஜெர்மானிய இயற்கை விஞ்ஞானியும் இயற்கை தத்துவவியல்வாதியுமாவார்.—54, 337, 338.
- ஓம், ஜார்ஜ் சிமோன் [Ohm, Georg Simon] (1787-1854)—ஜெர்மானிய பௌதிகவியல்வாதி. 1826ல் தடை [resistance], மின்உந்துவிசை [electromotive force], மின்னோட்டம் இவைகளிடையே உள்ள சம்பந்தத்தை விளக்குகிற, மின்சுற்றின் [electric circuit] அடிப்படை விதியை அவர் கண்டு பிடித்தார்.—205.

- ஓர்பினி, டால்சித் தெஸ்ஸாலின் [Orbigny, d'Alcide Dessalin] (1802-1857)—பிரெஞ்சு தேச சஞ்சாரியும், தொல்லுயிரியல்வாதியுமாவார். குவியேயின் புவிவியல் திடீர் மாறுதல்களைப் பற்றிய தத்துவத்தைக் கடைக்கோடிக்கு உந்தியவர்.—486.
- ஓல்பர்ஸ், ஹென்ரிஹ் வில்ஹேல்ம் [Olbers, Heinrich Wilhelm] (1758-1840)—ஜெர்மானிய வானியல்வாதி.—450.
- ஓவன், ரிச்சார்ட் [Owen, Richard] (1804-1892)—ஆங்கில விலங்கியல்வாதி, தொல்லுயிரியல்வாதி. டார்வினியத்தை எதிர்த்தவர். ஒரு “மூலப்பிரதியே” [Archetype] முதுகெலும்புடைய விலங்குகளின் கட்டமைப்புத் திட்டம் என்ற கருத்துமுதல்வாதக் கருத்தோட்டத்தை அவர் முன்வைத்தார். 1863ல், ஜூராஸ்ஸிய காலகட்டத்தைச் [Jurassic period] சார்ந்த ஆர்கியோப்டெரிக்ஸ் பறவையை அவர் விவரணம் செய்தார்.—89, 337.
- ஓனவெர்ஸ், ஆர்தர் [Auwers, Arthur] (1838-1915)—வானியல் அளவைகளில் நுணுக்க ஞானமுடைய ஜெர்மன் வானியல்வாதி.—453.
- கஸியோட், ஜான் பீட்டர் [Gassiot, John Peter] (1797-1877)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி; அவரது மின்னியக்க ஆராய்ச்சிகளால் அறியப்பட்டவர்.—208.
- கடேலான் [Catelan] (17வது நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி)—பிரெஞ்சு பாதிரி, பௌதிகவியல்வாதி. டேக்கார்ட்டின் சீடன்.—152.
- கரோலிங்கிய வம்சத்தினர் [Carolingian dynasty]—751 முதல் பிரான்ஸை (987 வரைக்கும்), ஜெர்மனியை (911 வரைக்கும்), இத்தாலியை (887 வரைக்கும்) ஆண்ட வம்சத்தினர்.—354.
- கலியானி, பெர்டினாண்டோ [Galvani, Ferdinando] (1728-1787) — இத்தாலிய பூர்ஷ்வாப் பொருளியல்வாதி. அவர் இயலாட்சிக் கோட்பாட்டை விமர்சித்து, ஒரு பொருளின் மதிப்பு அதன் பயனால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என உறுதியுரை கூறினார்; சரக்கு, பணம் இவற்றின் இயல்பைக் குறித்துப் பல சரியான யூகங்களைச் செய்தார்.—389.
- கலீலி, கலிலியோ [Galilei, Galileo] (1564-1642)—இத்தாலியப் பௌதிகவியல்வாதி, வானியல்வாதி; இயந்திர

வியலின் அடிக்கற்களை நிறுவியவர்; முற்போக்குக் கருத்துகளை ஆதரித்தார்.—146, 303, 317, 446.

காஸ்ஸினி தே திரி, சேசார் பிரான்ஸூவா [Cassini de Thyry, César François] (1714-1784)—பிரெஞ்சு வானியல்வாதி, புவிப் பரப்பு அளவை கணிப்பு வல்லுனர்; பாரிஸ் ஆப்ஸர்வேடரியின் மூன்றாவது டைரக்டர்; ஜாக் காஸ்ஸினியின் மகன்.—338.

காஸ்ஸினி ஜியோவானி டொமெனிக்கோ [Cassini, Giovanni Domenico] (1625-1712)—இத்தாலிய மரபில் வந்த பிரெஞ்சு வானியல்வாதி; பாரிஸ் ஆப்ஸர்வேடரியின் முதல் டைரக்டர் (1669லிருந்து). பிரான்ஸில் புவிப் பரப்பு அளவை கணிப்புக்கான பல சர்வேக்களுக்குத் தலைமைதாங்கியவர்.—338.

காஸ்ஸினி, ஜாக் [Cassini, Jacques] (1677-1756)—பிரெஞ்சு வானியல்வாதி, புவிப்பரப்பு அளவை கணிப்பு வல்லுனர்; பாரிஸ் ஆப்ஸர்வேடரியின் இரண்டாவது டைரக்டர்; ஜியோவானி காஸ்ஸினியின் மகன்.—338.

காஸ்ஸினி, ஜாக் டொமெனிக்கோ [Cassini, Jacques Domenico] (1748-1845)—பிரெஞ்சு வானியல்வாதி, புவிப்பரப்பு அளவை கணிப்பு வல்லுனர்; பாரிஸ் ஆப்ஸர்வேடரியின் நான்காவது டைரக்டர்; சேசார் காஸ்ஸினியின் மகன்.—338.

காப், ஹெர்மன் [Kopp, Hermann] (1817-1892)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதியும் இரசாயனவியல் வரலாற்று ஆசிரியரும்.—477.

கார்ட்மன், எடுவார்டு [Hartmann, Eduard] (1842-1906)—ஜெர்மன் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; யுங்கர் நிலப்பிரபுத்துவக் கொள்கைவாதி. ஷோபன்ஹவரின் தத்துவக் கோட்பாடுகளை, ஹெகலியத் தத்துவத்தின் பிற்போக்குக் கருத்துகளுடனும் உள்ளுணர்வு வழிபாடு கோட்பாடுடனும் இணைக்கப்பட்டதே அவருடைய தத்துவக் கண்ணோட்டமாகும்.—79.

கார்ட்னே, நிக்கோலா லியோனார்ட் சாடி, [Carnot, Nicholas Léonhard Sadi] (1796-1832)—பிரெஞ்சுப் பொறியியல் வல்லுனர், பௌதிகவியல்வாதி; வெப்பவிசையியலின் ஸ்தாபகர்; “நெருப்பின் உந்தும் சக்தியைப் பற்றியும் இந்தச் சக்தியைத் தோற்றுவிக்கும் திறனுடைய

இயந்திரங்களைப் பற்றியும் சிந்தனைகள்” என்ற நூலின் ஆசிரியர்.—85, 184, 374.

கால், பிரான்ஸ் யோசிப் [Gall, Franz Joseph] (1758-1828)—ஆஸ்திரிய பௌதிகவியல்வாதி, உடற்கூறுவியல்வாதி; பிரனாலஜியின் ஸ்தாபகர்.—88, 92.

கால்வின், ஜான். [Calvin, John] (1509-1564)—ஆரம்ப மூலதனக் குவியலின் காலகட்டத்தில் பூர்ஷ்வா வர்க்க நலன்களை வெளிப்படுத்திய பிராடெஸ்டெண்டு. விரிவான கால்வின்ஸத்தின் அடிக்கற்களை நிறுவியவர்.—42, 358.

கான்ட், இம்மானுவேல் [Kant, Immanuel] (1724-1804)—ஜெர்மன் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியலின் தந்தை; ஜெர்மன் பூர்ஷ்வா வர்க்கத்தின் கொள்கைவாதி. அவரது இயற்கை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளாலும் அறியப்பட்டவர்.—36, 47-49-50, 53, 79, 81-82, 120, 124, 145, 148, 170, 174, 318, 335, 340, 368, 393, 395, 454.

கிராம், ஜெனோப் தியோபில் [Gramme, Zénobe Théophile] (1826-1901)—மின்பொறியியல் துறையில் உபகரணங்களைக் கண்டுபிடித்த பிரெஞ்சு நாட்டினர். 1869ல் ஒரு வட்டமான ஆர்மச்சூரைக் கொண்ட காந்த-மின்னியக்க இயந்திரத்தை அவர் அமைத்தார்.—199.

கிரிம், யாக்கப் லூத்விக் கார்ல் [Grimm, Jakob Ludwig Karl] (1785-1863)—ஜெர்மன் மொழியியல் புலவர்; பெர்லின் சர்வகலாசாலையில் ஒரு பேராசிரியர். ஒப்புநோக்கு மொழியியலின் ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்; டியூட்டானிய மொழிகளின் முதல் ஒப்புநோக்கு இலக்கணத்தை எழுதியவர்.—354.

கிர்ஹோவ், குஸ்தாவ் ராபர்ட் [Kirchhoff, Gustav Robert] (1824-1887)—ஜெர்மன் பொருள்முதல்வாதப் பௌதிகவியல்வாதி; மின்விசையியல், இயந்திரவியல் ஆகியவற்றை நுணுகிப்பயின்றவர். 1859ல் ஆர். டபிள்யூ. வான் பன்ஸன் [von Bunsen] என்பவருடன் கூட்டாகச் செயல்பட்டு நிறமலைப் பகுப்பாய்விற்கு அடிக்கல் நாட்டியவர்.—154, 164, 167.

கிளாவுஸியஸ், ருடோல்ப் [Clausius, Rudolf] (1822-1888)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; வெப்ப விசையியல் தத்துவம், வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம் இவற்றைப்

- பற்றிய பல நூல்களை இயற்றியவர். வெப்பவிசையியலின் இரண்டாவது விதியை (1850) வரையறுத்தார்; ஆயினும், “பிரபஞ்சத்தின் வெப்ப மரணம்” என்ற கருத்துமுதல்வாதக் கற்பிதக் கொள்கையை ஒத்த வியாக்கியானத்தை அதற்கு அளித்தார்; என்ட்ராபி என்றதொரு கருத்தை உண்டுபண்ணியவரும் அவரே. —36, 160, 167, 169 179-180, 184, 353, 400, 446, 451, 463-465.
- கிளிப்ஷ்டைன், பிலிப் எங்கல் [Klipstein, Philipp Engel] (1747-1808)—ஜெர்மன் பூகர்ப்பவியல்வாதி, தொல்லுயிரியல்வாதி.—486.
- கின்னர்ஸ்லி, எபனேஸர் [Kinnersley, Ebenezer] (1711-1778)—அமெரிக்க பரிசோதனை ரீதியான பௌதிகவியல்வாதி.—471.
- குமிடோ, டி-அரெஸ்ஸோ (அரெடினோ) [Guido, d'Arezzo (Aretino)] (சமார் 990-சமார் 1050)—இத்தாலியப் பாதிரி. நவீன இசைக்குறியீடுகளை உண்டாக்கியவர்.—314.
- குத்ரீ, பிரெடெரிக் [Guthrie, Frederick] (1833-1886)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, இரசாயனவியல்வாதி.—474-475.
- குருக்ஸ், வில்லியம் [Crookes, William] (1832-1919)—ஆங்கில பௌதிகவியல், இரசாயனவியல்வாதி; ஆவியுலகவாத ஆதரவாளர்.—96, 98, 99, 102, 103.
- குரோல், ஜேம்ஸ் [Croll, James] (1821-1890)—ஆங்கிலப் பூகர்ப்பவியல்வாதி.—492.
- குரோவ், வில்லியம் ராபர்ட் [Grove, William Robert] (1811-1896)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, வழக்கறிஞர்.—52, 207, 247, 263, 319, 379, 401, 404.
- குவியே, ஜார்ஜ் [Cuvier, Georges] (1769-1832)—பிரெஞ்சு இயற்கையியல்வாதி, விலங்கியல்வாதி, தொல்லுயிரியல்வாதி; புவியியல் திடீர் மாறுதல்களைப் பற்றிய தத்துவம் என்ற விஞ்ஞானமற்ற, கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவத்தின் ஆசிரியர்.—50, 303, 319.
- குவென்ஷ்டெட், பிரீட்ரிஹ் ஓளகூஸ்ட் [Quenstedt, Friedrich August] (1809-1889)—ஜெர்மானிய கனிப்பொருளியல், பூகர்ப்பவியல், தொல்லுயிரியல்வாதி; தூபிங்கென் சர்வகலாசாலையில் பேராசிரியர்.—486.

- கூலோன், ஷார்ல்-அகூஸ்டின் [Coulomb, Charles Augustin] (1736-1806)—பிரெஞ்சு பௌதிகவியல்வாதி, பொறியியலார்; நிலை மின்னியக்க காந்த பரஸ்பர செயற்பாட்டு விதியை நிலைநாட்டியவர்.—470.
- கெக்கூலே வான் ஸ்ட்ராடோனிசுஸ், பிரீட்ரிஹ் ஓளகூஸ்ட் [Kekulé von Stradonitz, Friedrich August] (1829-1896)—ஜெர்மானிய இரசாயனவியல்வாதி. கரிம, சித்தாந்த இரசாயனவியலை வளர்த்தவர்.—74, 277, 411, 417.
- கெட்டலர், வில்ஹேல்ம் இம்மானுவேல் [Ketteler, Wilhelm Emmanuel] (1811-1877)—ஜெர்மன் கத்தோலிக்க பிரசாரகர். மெய்ன்ஸ் நகரத்து பிஷ்ப் (1850விருந்து)—104.
- கெப்ளர், யோஹான் [Kepler, Johann] (1571-1630)—ஜெர்மன் வானியல்வாதி, கோள்களின் இயக்க விதிகளைக் கண்டுபிடித்தவர்.—43, 317.
- கெர்லாந்து, ஆன்டன் வெர்னர் எர்னஸ்டு [Gerland, Anthon Werner Ernest] (1838-1910)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி, பௌதிகவியல் வரலாற்றைப் பற்றிய பல நூல்களின் ஆசிரியர்.—183.
- கேதே, யோஹான் வோல்ப்கான்சு வான் [Goethe, Johann Wolfgang von] (1749-1832)—ஜெர்மானிய கவிஞர், சிந்தனையாளர்; இயற்கை விஞ்ஞானத்தைப்பற்றி ஆய்வுரைகளை எழுதியவர்.—370, 394.
- கொலம்பஸ், கிறிஸ்டோபர் [Columbus, Christopher] (சமார் 1466-1506)—ஸ்பெயின் நாட்டில் ஊழியம் புரிந்த இத்தாலியர்; அமெரிக்காவைக் கண்டுபிடித்தவர்.—297.
- கோப்பேர்னிகஸ், நிக்கோலாஸ் [Copernicus, Nicolaus] (1473-1543)—போலந்து வானியல்வாதி; பிரபஞ்சத்தின் சூரியமையத் தத்துவத்துக்கு அடிக்கல் நாட்டியவர்.—42, 311, 317.
- கோல்டிங், லுத்விக் ஓளகூஸ்ட் [Colding, Ludwig August] (1815-1888)—டென்மார்க் நாட்டின் பௌதிகவியல்வாதி, பொறிநுட்ப வல்லுனர்; மாயர், ஜூல் இவர்களின் சம்பந்தமில்லாமலே சுயேச்சையாக வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமவிகிதத்தை நிர்ணயித்தவர்.—132, 162, 322, 366.

கோல்ராவுஷ், பிரீட்ரிஹ் வில்ஹேல்ம் [Kohlrusch, Friederich Wilhelm] (1840-1910)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; மின்னியக்க, காந்தவியல் அளவுகளிலும், மின்னாற்பகுப்பு, வெப்பமின்னியக்கம் இவற்றிலும் அவர் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளால் அறியப்பட்டவர். ருடோல்ப் கோல்ராவுஷின் மகன். —224, 260, 277.

கோல்ராவுஷ், ருடோல்ப் ஹெர்மன் அரண்ட் [Kohlrusch, Rudolf Herman Arndt] (1809-1858)—ஜெர்மானியப் பௌதிகவியல்வாதி, கால்வானி மின்னோட்டத்தை ஆராய்ந்தார். —263.

கோன், பெர்டினாண்டு யூலியஸ் [Cohn, Ferdinand Julius] (1828-1898)—ஜெர்மானியத் தாவரவியல், நுண்ணுயிரியல் வாதி.—485.

கோன்ட், ஆகஸ்ட் [Compte, Auguste] (1798-1857)—பிரெஞ்சு பூர்ஷ்வா தத்துவவியல்வாதி; சமூகவியல்வாதி; புலக் கொள்கைத் தத்துவத்தைத் [Positivism] தோற்றுவித்தவர்.—408.

க்ளாபெய்ரோன், பெனுவா போல் எமில் [Clapeyron, Benoît Paul Emile] (1799-1864)—பிரெஞ்சு பௌதிகவியல்வாதி, பொறிநுட்ப நிபுணர். வெப்ப விசையியலைப்பற்றிய பல நூல்களின் ஆசிரியர்.—184.

சவேரி, தாமஸ் [Savery, Thomas] (1650-1715)—ஆங்கிலப் பொறிநுட்ப நிபுணர். நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிப்பாளர்களில் ஒருவர்.—184.

சார்லஸ், மகத்தான [Charles the Great] (742-814)—பிராங்குகளின் அரசன் (768-814); மேற்குப் பகுதியின் சக்கரவர்த்தி (800-814).—314.

சிலிரோ, மார்குஸ் சூலியஸ் [Cicero, Marcus Tullius] (106-43 கி. மு.)—ரோமன் பேச்சாளர், அரசதந்திரி, கதம்பவாதத் தத்துவவியல்வாதி.—304-306.

சிம்மென்ஸ், வெர்னர் [Siemens, Werner] (1816-1892)—ஜெர்மன் உபகரணக் கண்டுபிடிப்பாளர்; வணிகர். 1856ல் நீள் உருளைத்தியான ஆர்மச்சூரைக் கொண்ட ஒரு மின்காந்த இயந்திரத்தையும், 1866ல் ஒரு டைனமோ-மின் இயந்திரத்தையும் மாதிரி அமைத்தவர்.—199.

சில்பர்மான், யோஹன் [Silbermann, Johann] (1806-1865)—பிரெஞ்சுப் பௌதிகவியல்வாதி, வெப்ப இரசாயனவியலில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினார்; பாவருடன் ஒத்துழைப்பாகப் பணியாற்றினார்.—248-249.

சூடெர், ஹைன்ரிஹ் [Suter, Heinrich] (1848-1922)—சுவிட்சர்லாந்து கணிதவியல் பேராசிரியர்; கணிதவியல் வரலாற்றைப்பற்றிய பல நூல்களின் ஆசிரியர்.—146-150, 152-153, 158, 163.

செக்கி, ஆஞ்செலோ [Secchi, Angelo] (1818-1878)—இத்தாலிய வானியல்வாதி; ரோம் ஆபஸ்வேடரியின் டைரக்டர்; சூரியன், நட்சத்திரங்களை ஆராய்ந்தார். ஜெஸுட் பிரிவைச் சேர்ந்தவர்.—56, 64-66, 328, 449, 452-453, 469.

ஜூல், ஜேம்ஸ் ப்ரெஸ்காட் [Joule, James Prescott] (1818-1889)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி; மின்காந்தவியல், வெப்பம் இவற்றை ஆராய்ந்து, வெப்பத்தின் யாந்திரீக சமவிகிதத்தை நிலைநாட்டினார்.—52, 132, 162, 195, 204, 259, 321, 366.

ஜுவேனாலுஸ் (டெஸிமஸ் ஜூனியஸ் ஜுவெனாலிஸ்) [Decimus Junius Juvenalis] (பிறப்பு சுமார் 60, இறப்பு 127க்குப் பிறகு)—ரோமன் நையாண்டி இலக்கிய கவிஞர்.—259.

ஜோல்னர், யோஹன் கார்ல் பிரீட்ரிஹ் [Zöllner, Johann Karl Friedrich] (1834-1882)—ஜெர்மன் வானபௌதிகவியல்வாதி; லைப்ஸிக் சர்வகலாசாலைப் பேராசிரியர்; ஆவியுலகவாத ஆதரவாளர்.—100-101.

ஷில்லர், பிரீட்ரிஹ் [Schiller, Friedrich] (1759-1805)—ஜெர்மன் கவிஞர், நாடகாசிரியர்.—269.

ஷோபன்ஹவர், ஆர்தர் [Schopenhauer, Arthur] (1788-1860)—ஜெர்மன் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; அவர் விருப்பத்துணிவாற்றல், பகுத்தறிவு மறுப்பு, அவநம்பிக்கை இவற்றைத் தூக்கிப் பிடித்தார்; யுங்கர் பிரபுக்களின் கொள்கைவாதி.—79.

ஷோர்லெமர், கார்ல் [Schorlemmer, Karl] (1834-1892)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி, மாஞ்செஸ்டரில் பேராசிரியர்; இயக்க இயல் பொருள்முதல்வாதத்தின் ஆதரவாளர்; ஜெர்மன் சோஷல்-டெமாக்ராடிக்

- கட்சியின் உறுப்பினர்; மார்க்ஸ், எங்கெல்ஸ் இவர்களின் நண்பர்.—114, 334.
- ஷ்டார்டு, கார்ல் நிக்கோலாஸ் [Starcke, Carl Nikolaus] (1858-1926)—டென்மார்க் தத்துவவியல்வாதி, சமூகவியல்வாதி.—327.
- ஷ்ட்ராவுஸ், டேவிட் பிரீட்ரிஹ் [Strauss, David Friedrich] (1808-1874)—ஜெர்மன் தத்துவவியல்வாதி, பத்திரிகையாளர்; பிரபல இளம் ஹெகலியர்; “ஏசுவின் வாழ்க்கை” என்ற நூலின் ஆசிரியர்; 1866க்குப் பிறகு தேசிய-மிதவாதி.—225.
- ஷ்மிட், எட்வார்டு ஆஸ்கார் [Schmidt, Eduard Oskar] (1823-1886)—ஜெர்மன் விலங்கியல்வாதி, டார்வினின் சீடர்.—36.
- ஷ்லைடென், மாட்டியாஸ் யாக்கப் [Schleiden, Mattias Jakob] (1804-1881)—ஜெர்மன் தாவரவியல்வாதி. 1838ல் பழைய உயிரணுக்களிலிருந்து புதியன எழுகின்றன என்ற தத்துவத்தை முன்வைத்தார்.—321.
- ஷ்வான், தியோடோர் [Schwann, Theodor] (1810-1882)—ஜெர்மன் உயிரியல்வாதி; 1839ல் உயிர்ப்புள்ள அங்குலீவிகளின் உயிரணு கட்டமைப்புத் தத்துவத்தை வரையறுத்தார்.—321.
- ஸான் ஸிமோன், க்ளாட் அன்ரி [Saint Simon, Claude Henri] (1760-1825)—பிரெஞ்சுக் கற்பனாவாத சோஷலிஸ்ட்.—35, 47, 408.
- ஸெர்வேடஸ், மிகால் [Servetus, Michael] (1511-1553)—மறுமலர்ச்சிகால ஸ்பானிய விஞ்ஞானி, மருத்துவர்; இரத்தச் சுற்றோட்டத்தைப் பற்றிய துறையில் அனேக கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்தார்.—42, 316.
- ஸொலோன் [Solon] (சுமார் 638-சுமார் 558 கி.மு.)—ஏதென்ஸ் நகரத்துச் சட்ட அமைப்பாளர்; மக்களின் நிர்ப்பந்தத்தால் மரபுவழி பிரபுக்கூட்டத்திற்கெதிரான அனேக சட்டங்களைப் புகுத்தினார்.—335.
- ஸ்நெல் வான் ரோஜன், வில்லிப்ராட்டு [Snell van Roijen, Willebrord] (1580-1626)—டச்சு கணிதவியல், வானியல்வாதி; ஒளிமுறிவு விதியைக் கண்டுபிடித்தார்.—453.

- ஸ்பினோஸா, பருக் [Spinoza, Baruch] அல்லது பெனடிக்ட், தே [Benedict, de] (1632-1677)—டச்சு பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—47, 329, 331, 378.
- ஸ்பென்ஸர், ஹெர்பர்ட் [Spencer, Herbert] (1820-1903)—ஆங்கில பூர்ஷ்வா புலக்கொள்கையாதி, சமூகவியல்வாதி; முதலாளித்துவ ஆதரவாளர்.—420.
- ஸ்மீ, ஆல்பிரட் [Smee, Alfred] (1818-1878)—ஆங்கில ரணவைத்தியர், பௌதிகவியல்வாதி; உயிரியல், உலோகத் தொழிலியல் இவற்றில் மின்னியக்கத்தைப் பயன்படுத்துவதால் நிகழ்வதை ஆராய்ந்தார்; துத்தநாகம், வெள்ளி, கந்தக அமிலம் இவற்றைக் கொண்ட கால்வானி மின்கலம் ஒன்றை அமைத்தார்.—201.
- ஹக்கின்ஸ், வில்லியம்ஸ் [Huggins, Williams] (1824-1910)—ஆங்கில வானியல்வாதி; வானியலில் முதன்முதலாக நிறமலைப் பகுப்பாய்வையும், புகைப்பட முறையையும் அனுஷ்டித்தவர்களில் ஒருவர். 1864ல் வாயுருபமான ஒளிமுகில்கள் இருப்பதற்கு முடிவான நிரூபணத்தை அளித்தார்.—452.
- ஹக்ஸ்லி, தாமஸ் ஹென்ரி [Huxley, Thomas Henri] (1825-1895)—ஆங்கில இயற்கையியல், உயிரியல்வாதி; சார்லஸ் டார்வினின் நெருங்கிய கூட்டாளி, அவருடைய தத்துவத்தைப் பிரசாரம் செய்தவர். பொருள்முதல்வாதத்திற்கும் கருத்துமுதல்வாதத்திற்குமிடையே அவருடைய தத்துவக் கருத்துகள் ஊசலாடின.—105.
- ஹாங்கெல், வில்ஹெல்ம் கோட்பிப் [Hankel, Wilhelm Gottlieb] (1814-1899)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; மின்காந்தப்புலத்தைப் பற்றிய மாக்ஸிவெல்லின் தத்துவத்தை மிகநெருங்கி வந்த, மின்னியல் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றியதொரு தத்துவத்தின் ஆசிரியர்.—195.
- ஹாப்ஸ், தாமஸ் [Hobbes, Thomas] (1588-1679)—பிரிட்டிஷ் தத்துவவியல்வாதி; யாந்திரீகப் பொருள்முதல்வாதத்தை ஆதரித்தவர்; அவருடைய சமூக-அரசியல் கருத்துகள் பூரணமாகவே ஜனநாயக விரோதமானவை.—500.
- ஹாப்மான், ஓளகுஸ்ட்-வில்ஹெல்ம் [Hofmann, August-Wilhelm] (1818-1892)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி; 1845ல் கோல் டாரிலிருந்து [coal tar] அனிலைன் [aniline] பொருளைப் பெற்றார்.—338.

- ஹாயர், பிரான்ஸ் [Hauer, Franz] (1822-1899)—ஆஸ்திரியப் பூசுர்ப்பவியல்வாதி, தொல்லுயிர் இயல்வாதி.—486.
- ஹார்வி, வில்லியம் [Harvey, William] (1578-1657)—ஆங்கிலப் பெளதிகவியல்வாதி, விஞ்ஞான ரீதியான உடலியலின் ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்; இரத்தச் சுற்றோட்ட அமைப்பைக் கண்டுபிடித்தவர்.—303.
- ஹாலர், ஆல்பிரேஹ்ட் [Haller, Albrecht] (1708-1777)—சுவிட்சர்வாந்தின் இயற்கையியல்வாதி, கவிஞர், பத்திரிகையாளர்; அவருடைய சமூக, அரசியல் கருத்துகள் மிக பிற்போக்கானவை.—394.
- ஹாலி, எட்மண்ட் [Halley, Edmund] (1656-1742)—ஆங்கில வானியல்வாதி, பூபெளதிகவியல்வாதி; கிரீன்விச் ஆப்ஸர்வேடரியின் இரண்டாவது டைரக்டர்; வால்நட்சத்திர ஆராய்ச்சிகளால் அறியப்பட்டவர். நட்சத்திரங்களின் பொருந்திய இயக்கத்தைப் பற்றிய கற்பிதக்கொள்கையை முன்வைத்தார்.—448.
- ஹால், ஸ்பென்ஸர் [Hall, Spencer] (1812-1885)—ஆங்கில ஆவியுலகவாதி, மண்டையோட்டு அமைப்பியல் ஆதரவாளர்.—88-89.
- ஹிப்பார்கஸ், நிக்காம் நகரத்து [Hipparchus of Nicaea] (2வது நூற்றாண்டு கி. மு.)—கிரேக்க வானியல்வாதி; பூர்வாயனத்தைக் [precession] கண்டுபிடித்தவர், ஒரு பெரும் நட்சத்திரப் பட்டியலைத் தயாரித்தவர்.—448.
- ஹியூம், டேவிட் [Hume, David] (1711-1776)—ஆங்கில அகநிலைக் கருத்துமுதல்வாதி, சமுசயவாதத் தத்துவவியல் வாதியும்.—36, 376.
- ஹீரோ, அலெக்ஸாண்டிரியா நகரத்து [Hero of Alexandria] (முதலாவது நூற்றாண்டு கி. மு.)—கிரேக்க உபகரணக் கண்டுபிடிப்பாளர், கணிதவியல்வாதி, இயந்திரவியல்வாதி.—183.
- ஹும்போல்ட், அலெக்ஸாண்டர் [Humbolt, Alexander] (1769-1859)—ஜெர்மன் இயற்கையியல்வாதி; தேசசஞ்சாரி.—319.
- ஹுயிகென்ஸ், கிறிஸ்டியன் [Huyghens, Christian] (1629-1695)—டச்சு பெளதிகவியல்வாதி, வானியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி; ஒளியைப் பற்றிய அலைச் சித்தாந்தத்தின் ஆசிரியர்.—146.

- ஹெகல், கியோர்க் பிரீட்ரிஹ் வில்ஹேல்ம் [Hegel, Georg Friedrich Wilhelm] (1770-1831)—ஜெர்மன் புறநிலைக் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; கருத்துமுதல்வாத இயக்க இயலை நுணுக்கப்படுத்தினார்; ஜெர்மன் பூர்ஷ்வாவர்க்கத்தின் கொள்கைவாதி ஆணர்.—35, 47, 78, 82-86, 103, 106, 107, 108, 113-115, 135, 188, 194, 245, 304, 305, 306, 307, 328, 331, 335-336, 338-341, 349, 360, 362, 363, 370, 388, 393, 395, 396, 409, 444, 456, 469, 470, 502.
- ஹெக்கல், ஏர்னஸ்ட் ஹென்ரிஹ் [Haeckel, Ernst Heinrich] (1834-1919)—ஜெர்மன் உயிரியல்வாதி, டார்வினைப் பின்பற்றுபவர்; இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் பொருள்முதல்வாதத்தை அனுஷ்டிப்பவர். இனவகை தோற்றவளர்ச்சிக்கும் [phylogenesis] தனி உயிரின் தோற்றவளர்ச்சிக்கும் [ontogenesis] இடையேயுள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றிய உயிர் மரபு ரீதியான விதியை அவர் வரையறுத்தார். இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் ஒரு பிற்போக்கான கருத்தோட்டமான "சோஷல் டார்வினியத்" தின் ஸ்தாபகரும், கொள்கைவாதியும் அவரே.—36, 337, 339-340, 369-370, 412, 415, 417, 444, 493-494.
- ஹெராக்கிளிடஸ் [Heraclitus] (சுமார் 535-சுமார் 475 கி. மு.)—கிரேக்கத் தத்துவவியல்வாதி, தன்னியக்கமான பொருள்முதல்வாதி; இயக்க இயலுக்கு அடிக்கல் நாட்டியவர்களில் ஒருவர்.—306.
- ஹெர்ஷல் I, வில்லியம் [Herschel I, William] (1738-1822)—பிரிட்டிஷ் வானியல்வாதி.—449, 451-453.
- ஹெர்ஷல் II, ஜான் [Herschel II, John] (1792-1871)—பிரிட்டிஷ் வானியல்வாதி, வில்லியம் ஹெர்ஷலின் மகன்.—49, 449, 451, 452.
- ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், ஹெர்மன் [Helmholtz, Hermann] (1821-1894)—ஜெர்மன் பெளதிகவியல், உடலியல்வாதி. ஒரு பொருள்முதல்வாதி என்ற முறையில் முன்னுக்குப்பின் முரணுள்ளவர்; எனவே நியோகான்டியச் சமுசயவாதத்தை மிக நெருங்கிப் போனார்.—36-37, 119-120, 125-128, 130-134, 134-145, 147, 154, 160, 165-167, 192, 253, 456, 463, 483, 490.
- ஹென்ரிட்சு, பிரீட்ரிஹ் கிறிஸ்டோப் [Henrici, Friedrich Christoph] (1795-1885)—ஜெர்மன் பெளதிகவியல்வாதி.—257.

ஹைனே, ஹைன்ரிஹ் [Heine, Heinrich] (1797-1856)—ஜெர்மன் புரட்சிகரமான கவிஞர்.—108.

ஹோஹன்ட்ஸொல்லர்ன் [Hohenzollern] — பிரான்டன்பர்க் குறுநில மன்னர்களையும் (1415-1701), பிரஷ்ய மன்னர்களையும் (1701-1918), ஜெர்மன் சக்கரவர்த்திகளையும் (1871-1918) குறிக்கும் பெயர்.—338.

லம்பேர், ஜான் லி ரான்ட் [d' Alembert, Jean le Rond] (1717-1783)—பிரெஞ்சுத் தத்துவவியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி; 18வது நூற்றாண்டு அறிவுப் போதகர்களில் [Enlighteners] ஒருவர்.—148-149, 152-153, 163.

டாரிகெல்லி, எவாங்கெலிஸ்டா [Torricelli, Evangelista] (1608-1647)—இத்தாலியப் பௌதிகவியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி.—44, 303.

டார்வின், சார்லஸ் [Darwin, Charles] (1809-1882)—ஆங்கில இயற்கை விஞ்ஞானி; பரிணாம உயிரியலைத் தோற்றுவித்தவர்.—54, 63, 88, 278, 281, 319, 323, 360-361, 486.

டாலிஞ்சேர், இக்னஸ் [Döllinger, Ignaz] (1799-1890)—ஜெர்மன் கத்தோலிக்கச் சமய நூல்வாதி. — 104.

டால்டன், ஜான் [Dalton, John] (1766-1844)—ஆங்கில இரசாயனவியல்வாதியும் பௌதிகவியல்வாதியுமாவார்; இரசாயனவியலில் அணுவியல் கருத்துக்களை வளர்த்தார். —52, 77, 187, 478.

டயண்டல், ஜான் [Tyndall, John] (1820-1893)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி.—328-329, 492.

டியூரேர், ஆல்பிரஹ்ட் [Dürer, Albrecht] (1471-1528)—ஜெர்மானிய மறுமலர்ச்சிக்காலக் கலைஞர்.—40.

டியோஜெனிஸ், லார்டியஸ் [Diogenes, Laertius] (3வது நூற்றாண்டு)—கிரேக்கத் தத்துவவியல் வரலாற்று ஆசிரியர்; பண்டைய தத்துவவியல்வாதிகளைப்பற்றிய ஒரு நூலின் ஆசிரியர்.—78, 306, 308, 310.

டிராவுபே, மொரிதஸ் [Traube, Moriz] (1826-1894)—ஜெர்மானிய இரசாயனவியல்வாதி, உடலியல்வாதி; வளர்சிதைமாற்றம், வளர்ச்சி இவை பொருந்திய செயற்கை உயிரணுக்களை அவர் படைத்தார்.—491.

டிடிரேபர், ஜான் வில்லியம் [Draper, John William] (1811-1882)—அமெரிக்க இயற்கையியல்வாதி, வரலாற்று ஆசிரியர்.—69, 377.

டூரிங், ஓய்கேன் [Dühring, Eugen] (1833-1921)—ஜெர்மானியத் தத்துவவியல்வாதி, பொருளியல்வாதி; பிற்போக்குக்குட்டி-பூர்ஷ்வா சோஷலிஸ்டு. கருத்துமுதல்வாதம், விஞ்ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதம், புலக்கொள்கை, இயக்கமறுப்பியல் இவற்றின் கதம்பமே அவரது கண்ணோட்டம். இயற்கை விஞ்ஞானம், இலக்கியம் இவற்றிலும் அக்கறை உள்ளவர். 1863-77ல் அவர் பெர்லின் சர்வகலாசாலையின் தனியார் ஆசிரியராக [Privat docent] இருந்தவர்.—71-73, 82.

டெஸ்ஸேன், விக்டோர் [Dessaigues, Victor] (1800-1885)—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல்வாதி.—189, 472.

டெமொக்கிரிடஸ் [Democritus] (சுமார் 460-370 கி. மு.)—கிரேக்கப் பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; அணுத் தத்துவ ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்.—77, 309, 311.

டெய்ட், பீட்டர் குதரீ [Tait, Peter Guthrie] (1831-1901)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி.—153-154, 164, 167, 170, 174, 176, 178.

டேக்கார்ட், ரெனே [Descartes, René] (1596-1650)—பிரெஞ்சு கணிதவியல்வாதி, இயற்கையியல்வாதி, இருமைவாதத் தத்துவவியல்வாதி.—43, 52, 77, 119, 132, 146-148, 151, 196, 401, 453, 456.

டேவி, ஹம்ப்ரி [Davy, Humphry] (1778-1829)—ஆங்கில இரசாயனவியல்வாதி, பௌதிகவியல்வாதி.—338.

டேவிஸ், சார்லஸ் மொரிஸ் [Davies, Charles Maurice] (1828-1910)—பிரிட்டிஷ் பாதிரி, மத நூல் ஆசிரியர்.—99.

டேனியல், ஜான் பிரெடெரிக் [Daniell, John Frederic] (1790-1845)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, இரசாயனவியல்வாதி, காலநிலை நூல் வல்லுநர். 1838ல் அவர் மேம்பட்ட தாமிரதுத்தநாக மின் கலனை உண்டுபண்ணினார்.—243, 258, 263, 269.

தாம்ஸன், தாமஸ் [Thomson, Thomas] (1773-1852)—ஆங்கில இரசாயனவியல்வாதி; கிளாஸ்கோ சர்வகலாசாலையில்

பேராசிரியர், டால்டன் அணுவியல் தத்துவத்தின் ஆதரவாளர்.—185, 188-189, 338-339, 465, 470, 472.

தாம்ஸன், வில்லியம் [Thomson, William] 1892விருந்து முதல் கெல்வின் பிரபு [Baron Kelvin] (1824-1907)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி; கிளாஸ்கோ சர்வகலாசாலையில் தத்துவார்த்த பௌதிகவியல் துறையின் தலைவர் (1846-99); வெப்ப விசையியல், மின்னொறியியல், கணிதவியல் ரீதியான பௌதிகவியல் இவற்றைக் கூர்ந்து பயின்றார். 1852ல், “பிரபஞ்சத்தின் வெப்ப மரணம்” என்ற கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவத்தை முன் வைத்தார்.—152, 167, 170, 174, 176, 178, 286, 437, 483.

தாம்ஸென், யூலியஸ் [Thomsen, Julius] (1826-1909)—டென்மார்க் நாட்டு இரசாயனவியல்வாதி; கோபன் ஹேகன் சர்வகலாசாலையில் பேராசிரியர்; வெப்ப-இரசாயனவியலின் ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்.—216, 233-234, 244.

தூ-புவா ரேய்மோன், எமில் ஹைன்ரிஷ் [du Bois Raymond, Emil Heinrich] (1818-1896)—ஜெர்மன் உடவியல்வாதி, மின் உடவியல் ஆராய்ச்சியால் அறியப்பட்டவர்; யாந்திரீகப் பொருள்முதல்வாதம், சமுசயவாதம் இவற்றின் ஆதரவாளர்.—36, 257.

தேலீஸ், மிலேடஸ் நகரத்து [Thales of Miletus] (சுமார் 624-534 கி. மு.) — கிரேக்கத் தத்துவவியல்வாதி; மிலேடஸ் நகரத்தில் தன்னியக்கமான பொருள்முதல்வாதக் கருத்துக் குழுவின் ஸ்தாபகர்.—136, 305, 308, 457.

தோர்வால்ட்ஸன், பெர்டெல் [Thorwaldsen, Bertel] (1768-1844) —டென்மார்க் நாட்டின் சிற்பக் கலைஞர்.—281.

நகேலி, கார்ல் வில்ஹேலம் [Nägeli, Karl Wilhelm] (1817-1891) — ஜெர்மானியத் தாவரவியல்வாதி; சமுசயவாதி, இயக்க மறுப்பியல்வாதி. டார்வினியத்தை எதிர்த்தவர்.—36, 73, 379, 382-384, 386, 508.

நிக்கொலாமி, கிறிஸ்டோப் பிரீட்ரிஷ் [Nicolai, Christoph Friedrich] (1733-1811)—ஜெர்மானிய எழுத்தாளர், ‘அறிவொளி உள்ள யதேச்சாதிகாரம்’ என்பதற்குப் பரிந்து பேசுபவர்; தத்துவவியலில் கான்ட், பிஹ்டே இவர்களை எதிர்ப்பவர். —331.

நிக்கல்ஸன், ஹென்ரி அல்லேயின் [Nicholson, Henry Alleyne] (1844-1899)—ஆங்கில உயிரியல்வாதி; விலங்கியல், தொல்லுயிரியல் இவற்றின் ஆராய்ச்சிகளால் அறியப்பட்டவர்.—493-494, 503.

நியூகாமென், தாமஸ் [Newcomen, Thomas] (1663-1729)—ஆங்கிலக் கருமான், நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடித்தவர்களில் ஒருவர்.—184.

நியூட்டன், ஐசக் [Newton, Isaac] (1642-1727)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, வானியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி; ஆதர்ச இயந்திரவியலின் ஸ்தாபகர்.—43, 46, 49, 88, 115, 317, 328, 334, 335, 408, 422, 446-447, 456,

நெய்மான், கார்ல் கோட்பிரிட் [Neumann, Karl Gottfried] (1832-1925)—ஜெர்மானிய கணிதவியல், பௌதிகவியல் வாதி.—193.

நேபியர், ஜான் [Napier, John] (1550-1617)—ஸ்காட்லாந்தின் கணிதவியல்வாதி, லாகரிதம் கண்டுபிடித்தவர்.—43.

நௌமான், அலெக்ஸாந்தர் [Naumann, Alexander] (1837-1922)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி.—167, 208, 260.

பகானீனி, நிக்கொலோ [Paganini, Niccolo] (1784-1840)—இத்தாலிய பிடில் வித்துவான்; இசை அமைப்பாளர்.—281.

பாஸ்டேர், லூயீ [Pasteur, Louis] (1822-1895)—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல்வாதி, நோய் நுண்ணுயிரியல் ஸ்தாபகர்.—482.

பாபேன், டெனி [Papin, Denis] (1647-1714)—பிரெஞ்சுப் பௌதிகவியல்வாதி; நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிப்பாளர்களில் ஒருவர்.—183.

பாப்ரோனி, ஜியோவானி வலென்டீனோ [Fabroni, Giovanni Valentinio] (1752-1822)—இத்தாலிய விஞ்ஞானி.—473.

பாயர், கார்ல் எர்னஸ்ட் வான் [Baer, Karl Ernst von] (1792-1876)—ருஷ்ய இயற்கையியல்வாதி, கருவியலைத் தோற்றுவித்தவர். புலியியல்வாதி யாகவும் அறியப்பட்டவர்; ஜெர்மனி, ருஷ்யா ஆகிய நாடுகளில் பணி புரிந்தவர்.—54, 319.

- பாயர்பாக், லுத்விக் [Feuerbach, Ludwig] (1804-1872)—
மார்க்ஸுக்கு முந்திய காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த ஜெர்
மன் பொருள்முதல்வாதி.—83, 325, 327.
- பாய்ல், ராய்ல் [Boyle, Robert] (1627-1691)—ஆங்கில இர
சாயனவியல்வாதி, பௌதிகவியல்வாதி; இரசாயனவிய
லின் ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர். இரசாயன மூலகத்தை
விவரணம் செய்ததில் முதல்வர் அவரே; யாந்திரீக
அணு இயல்பை இரசாயனவியலுக்குள் கொண்டுவர
அவர் முயன்றார். அவர் அளவுநிலை இரசாயனப் பகுப்பாய்வு
முறையை அபிவிருத்தி செய்தார்; காற்றின் கனபரி
மாணம், அழுத்தம் இவற்றின் பின்னோக்கிய பரஸ்பர
சார்பு நிலை விதியைக் கண்டுபிடித்தவரும் அவரே
யாகும்.—303, 456.
- பாரடே, மைக்கல் [Faraday, Michael] (1791-1867)—ஆங்கிலப்
பௌதிகவியல்வாதி, இரசாயனவியல்வாதி; மின்காந்தப்
புலக் கோட்பாட்டின் ஸ்தாபகர்.—188-190, 195,
243, 338-339, 471, 473.
- பாவர், பியேர் அண்டுவான் [Favre, Pierre Antoine] (1813-1880)
—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல், பௌதிகவியல்வாதி;
வெப்ப இரசாயனவியலில் ஒரு முன்னோடி.—194, 204,
247.
- பிக், அடோல்ப் [Fick, Adolf] (1829-1901)—ஜெர்மானிய
உடலியல்வாதி; தசையின் வெப்ப விசையியலை ஆராய்ந்து,
தசை சுருக்கத்திற்கும் கூட ஆற்றலின் அழியாநிலை
விதி செல்லத்தக்கதே என எடுத்துக்காட்டினார்.—468,
503.
- பிஹ்டே, யோகன் கொடலிப் [Fichte, Johann Gottlieb]
(1762-1814) — ஜெர்மன் அகநிலைக் கருத்துமுதல்
வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—395.
- பிதகோரஸ் [Pythagoras] (சுமார் 571-497 கி. மு.)—
கிரேக்கக் கணிதவியல்வாதி; கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவ
வியல்வாதி; அடிமை சொந்தக்கார பிரபுக்கூட்டத்
தின் கொள்கைவாதி.—305, 307, 308, 309.
- பிராட்லி, ஜேம்ஸ் [Bradley, James] (1693-1762)—ஆங்கில
வானியல்வாதி, கிரீன்விச் ஆப்ஸர்வேடரியின் மூன்றாவது
டைரக்டர். நட்சத்திரங்களின் இயக்கத்தை அவர்
ஆராய்ந்து ஒளியின் தெறித்த நிலையையும் [aberration],

- பூமியினுடைய அச்சின் கோட்டத்தையும் கண்டுபிடித்
தார்.—448.
- பிரிவோ, அண்டுவான் பிரான்ஸுவா [Prevost, Antoine François]
(1697-1763)—பிரெஞ்சு எழுத்தாளர்; “Manon Lescaut”
என்ற நூலை எழுதினார்.—329.
- பிரீஸ்ட்லி, ஜோசப் [Priestley, Joseph] (1733-1804)—
ஆங்கில இரசாயனவியல்வாதி, பொருள்முதல்வாதத்
தத்துவவியல்வாதி. தொழில் புரட்சியின்போது ஆங்கில
தீவிர பூர்ஷ்வாக்களின் கொள்கைவாதியாக இருந்
தவர். 1774ல் ஆக்ஸிஜன் கண்டுபிடித்தவர்.—85,
383.
- பிரெடெரிக் வில்லியம் III [Frederick-William III] (1770-1840)
—பிரஷ்ய மன்னன் (1797-1840).—328.
- பிளினி, மூத்தவர், (கையஸ் பிளினியஸ் ஸெகுண்டஸ்) [Pliny
the Elder (Gaius Plinius Secundus)] (23-79 கி. பி.)
—ரோமன் இயற்கை விஞ்ஞானி, 37 பாகங்களைக்
கொண்ட “இயற்கை வரலாறு” என்ற நூலின் ஆசிரி
யர்.—339.
- பிளேம்ஸ்டீட், ஜான் [Flamsteed, John] (1646-1719)—
ஆங்கில வானியல்வாதி, கிரீன்விச் ஆப்ஸர்வேடரியின்
முதல் டைரக்டர்; ஒரு பெரும் நட்சத்திரப்பட்டியலைத்
தொகுத்தவர்.—448.
- புஹ், கிரிஸ்டியன் லியோப்பால்டு வான் [Buch, Christian Leopold von]
(1774-1853)—ஜெர்மன் பூகர்ப்பவியல்வாதி, தொல்
வியிரியல்வாதி.—486.
- புஹ்னர், லுத்விக் [Büchner, Ludwig] (1824-1899)—ஜெர்
மன் பூர்ஷ்வா உடலியல்வாதி, தத்துவவியல்வாதி; விஞ்
ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதத்திற்காகப் பரிந்
துரையாற்றியவர்.—78, 79, 330, 335.
- புளூடர்க் [Plutarch] (சுமார் 46-120 கி. பி.)—கிரேக்க
வாழ்க்கை வரலாற்று ஆசிரியர், ஒழுக்கவியல்வாதி;
கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—306.
- புட்லரோவ், அலெக்ஸாண்டர் மிகாய்லொவிச் [Butlerov, Alexan-
der Mikhailovich] (1828-1886)—ருஷ்ய இரசாயன
வியல்வாதி, நவீன கரிம இரசாயனவியலின் அடிப்படை
யாக உள்ள கரிம ஆக்கங்களின் அமைப்புத் தத்து
வத்தை ஸ்தாபித்தவர் அவர்.—100.

புருளோ, ஜியார்டானோ [Bruno, Giordano] (1548-1600)—இத்தாலியப் பொருள்முதல்வாதச் சிந்தனையாளர். பிரபஞ்ச அமைப்பைக் குறித்த கோப்பேர்னிகஸின் கோட்பாட்டை முன்னோக்கிகொண்டு சென்றார். தனது கண்ணோட்டத்தை வாபஸ்பெற மறுத்ததால், கத்தோலிக்க குருபீடத்தால் எரிகம்பத்தில் கட்டி உயிருடன் எரிக்கப்பட்டார். —42, 316.

பூரியே, ஜான் பாதிஸ்ட் ஜோசப் [Fourier, Jean Baptiste Joseph] (1768-1830)—பிரெஞ்சு கணிதவியல்வாதி; ஆல்ஜிப் ராவிலும் கணிதவியல் பௌதிகவியலிலும் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினார்; “வெப்பத்தின் பகுப்பாய்வுத் தத்துவம்” என்ற நூலின் ஆசிரியர். 85, 336.

பெக்கரல், அன்டுவான் செஸார் [Becquerel, Antoine Cèsar] (1788-1878)—பிரெஞ்சுப் பௌதிகவியல்வாதி; மின்னியக்கத் துறையில் பல கண்டுபிடிப்புகளால் அறியப்பட்டவார். —257, 259.

பெஸ்ஸெல், பிரீட்ரிஹ் வில்ஹேல்ம் [Bessel, Friedrich Wilhelm] (1784-1846) — ஜெர்மன் வானியல்வாதி. — 449, 453.

பெர்டி, யோசிப் ஆன்டன் மாக்ஸ்மில்லியன் [Perty, Joseph Anton Maximilian] (1804-1884)—ஜெர்மன் இயற்கையியல்வாதி. —485.

பெர்த்லோ, பியேர் எழேன் மார்ஸெலின் [Berthelot, Pierre Eugène Marcelin] (1827-1907)—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல்வாதி, பூர்ஷ்வா அரசியல்வாதி. கரிம, வெப்ப, விவசாய இரசாயனவியல் ஆராய்ச்சிகளுக்குத் தன்னை அர்ப்பணித்துக் கொண்டவர், இரசாயனவியல் வரலாற்று ஆராய்ச்சிகள் செய்தவர். —249.

பேகன், பிரான்ஸிஸ் [Bacon, Francis] (1561-1626)—ஆங்கிலத் தத்துவவியல்வாதி, இயற்கையியல்வாதி, வரலாற்றுப் புலவர்; ஆங்கிலப் பொருள்முதல்வாதத்தின் ஸ்தாபகர். —80-81, 87, 456.

பெஹ்னர், குஸ்தாவ் தியோடோர் [Fechner, Gustav Theodor] (1801-1887)—ஜெர்மானியப் பௌதிகவியல்வாதி, கருத்து முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; உளபௌதிகவியலின் [psychophysics] ஸ்தாபகர். —192, 205, 257, 260.

பேட்ஸ், வில்ஹேல்ம் [Betz, Wilhelm] (1822-1886)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி, மின்னியக்கம் பற்றிய பல நூல்களை எழுதியவர். —259.

பொஸ்ஸு, ஷார்ல் [Bossut, Charles] (1730-1814)—பிரெஞ்சு கணிதவியல்வாதி, கணிதவியல் தத்துவம், வரலாறு குறித்த பல அடிப்படை நூல்களின் ஆசிரியர். —432.

போகென்டோர்ப், யோஹன் கிஸ்டியன் [Poggendorff, Johann Christian] (1796-1877)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; மின்னியக்க அளவீடுகளில் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளால் அறியப்பட்டவர்; “Annalen der Physik und Chemie” என்ற சஞ்சிகையை ஸ்தாபித்து வெளியிட்டார். —243, 268-269.

போலோ, மார்க்கோ [Polo, Marco] (1254-1324)—இத்தாலிய தேசசஞ்சாரி. 1271-95ல் சீனாவுக்கு விஜயம் செய்தார். —313.

போல்ட்ஸ்மான், லுத்விக் [Boltzmann, Ludwig] (1844-1906)—ஆஸ்திரியப் பொருள்முதல்வாதப் பௌதிகவியல்வாதி; பாரடே-மாக்ஸ்வெல் இவர்களின் மின்காந்தத் தத்துவத்தின் ஆதரவாளர். வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம், வெப்ப விசையியலின் இரண்டாவது கோட்பாடு பற்றிய நிலையியல் ரீதியான வியாக்கியானம் இவற்றைக் குறித்து அவர் ஆழ்ந்த ஆய்வுரைகள் எழுதினார். “பிரபஞ்சத்தின் வெப்ப மரணம்” என்ற கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவத்திற்கு அவை வலுமிக்க அடிகொடுத்தன. —197.

பௌவர், புருளோ [Bauer, Bruno] (1809-1882)—ஜெர்மன் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; இளம் ஹெகலியர்களில் பிரபலமானவர். தொடக்கத்தில் ஒரு பூர்ஷ்வா தீவிரவாதி; 1866க்குப் பிறகு தேசிய-மிதவாதியானார். கிறிஸ்து மதத்தின் வரலாற்றைக் குறித்து பல நூல்களை எழுதியவர். —225.

ப்டாலமி, கிளாடியஸ் [Ptolemy, Claudius] (சுமார் 150 கி. பி.)—கிரேக்கக் கணிதவியல்வாதி, வானியல்வாதி, பூகர்ப்பவியல்வாதி; பிரபஞ்சத்தின் புவிமைய கோட்பாட்டின் ஆசிரியர். —43.

- மார்க்ராப், ஆன்ட்ரியாஸ் சிகிஸ்முன்ட் [Marggraf, Andreas Sigismund] (1709-1782)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி; 1747ல் பீட்கிழங்குகளில் [beet-roots] சர்க்கரையைக் கண்டுபிடித்தார்.—338.
- மாகியவெல்லி, நிக்கோலோ [Machiavelli, Niccolò] (1469-1527)—இத்தாலிய அரசியல்வாதி, வரலாற்று ஆசிரியர், எழுத்தாளர்; முதலாளித்துவ ஆரம்பத்தின்போது பூர்ஷ்வா வர்க்கத்தின் கொள்கைவாதி.—41.
- மாக்ஸ்வெல், கிளார்க் [Maxwell, Clerk] (1831-1879)—ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி; மின்காந்தப் புலத் தத்துவத்திற்கு அடிக்கல் நாட்டியவர்.—167, 185, 195, 303.
- மாஸ்கலைன், நெவில் [Maskelyne, Nevil] (1732-1811)—ஆங்கில வானியல்வாதி, கிரீன்விச் ஆப்ஸர்வேடரியின் ஐந்தாம் டைரக்டர்.—448.
- மாயர், யூலியஸ் ராபர்ட் [Mayer, Julius Robert] (1814-1878)—ஜெர்மன் இயற்கையியல்வாதி, ஆற்றலின் அழியாநிலை விதியின் கண்டுபிடிப்பாளர்களில் ஒருவர்.—48, 132-133, 321, 367, 454, 456.
- மார்க்ஸ், கார்ல் [Marx, Karl] (1818-1883)—84.
- மால்தூஸ், தாமஸ் ராபர்ட் [Malthus, Thomas Robert] (1766-1834)—ஆங்கிலப் பாதிரி, பொருளியல்வாதி, பூர்ஷ்வாத் தன்மை பெற்ற நிலப்பிரபுக் கூட்டத்தின் கொள்கைவாதி; முதலாளித்துவத்திற்கு வக்காலத்து வாங்கியவர். மனிதனை வெறுக்கும் மிகை ஜனத் தொகைத் தத்துவத்தை முன்வைத்தவர்.—498.
- மான்டொய்யெல், ஆப்டோ தியோடோர் [Manteuffel, Otto Theodor] (1805-1882)—ஒரு பெரும் பிரபு. பிரஷ்ய அரசதந்திரி. பிரபுத்துவ உத்தியோக வர்க்கத்தின் பிரதிநிதி. உள் நாட்டு அமைச்சர் (1848-50), பிரதமர் (1850-1858).—346.
- முர்ரே, லிண்ட்லி [Murray, Lindley] (1745-1826)—அமெரிக்க இலக்கணப் புலவர்.—94.
- முன்ஸ்டர், கியோர்க் [Münster, Georg] (1776-1844)—ஜெர்மன் தொல்லுயிரியல்வாதி.—486.

- மெந்தெலேயெவ், திமித்ரிய் இவானொவிச் [Mendeleyev, Dimitry Ivanovich] (1834-1907)—ருஷ்ய இரசாயனவியல்வாதி; 1869ல் மூலகங்களின் ஆவர்த்தன விதியைக் கண்டுபிடித்தார்.—115.
- மேட்லர், யோகன் ஹென்ரிஹ் [Mädler, Johann Heinrich] (1794-1874)—ஜெர்மன் வானியல்வாதி.—48, 56, 66, 311, 450-452, 468.
- மேயர், லோத்தர் [Meyer, Lotar] (1830-1895) — ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி; பௌதிக இரசாயனவியலின் பிரச்சினைகளை ஆராய்ந்தார்.—277, 413.
- மொத்ஸார்ட், வோல்ப்கான்க் அமதேயுஸ் [Mozart, Wolfgang Amadeus] (1756-1791)—ஆஸ்திரிய இசை அமைப்பாளர்.—102.
- மொலியேர், ஜான் பாதீஸ்ட் [Molière, Jean Baptiste] (1622-1673) (போகெலின் [Poquelin] என்பவரின் புனைப் பெயர்)—பிரெஞ்சு நாடகாசிரியர்.—116.
- மொலிஷோட், ஜாகப் [Moleschott, Jacob] (1822-1893)—பூர்ஷ்வா உடலியல்வாதி; விஞ்ஞானக்கேடான பொருள் முதல்வாதி.—330.
- மோன்டலம்பேர், மார்த்-ரெனே [Montalembert, Marc-René] (1714-1800)—பிரெஞ்சு தளபதி, பொறிநுட்ப நிபுணர்; ஒரு புதிய அரண் அமைப்பு முறையைக் கண்டுபிடித்தார்; 19வது நூற்றாண்டில் பரவலாக அது அனுஷ்டிக்கப் பட்டது. — 40.
- யூக்லிட் [Euclid] (4வது நூற்றாண்டின் கடைசி-3வது நூற்றாண்டின் துவக்கத்தில்)—கிரேக்கக் கணிதவியல்வாதி.—43.
- ராபேல் [Raphael] (1483-1520) — இத்தாலிய ஓவியக் கலைஞர்.—270.
- ராவூல், பிரான்ஸுவா மரீ [Raoult, François Marie] (1830-1901) —பிரெஞ்சு இரசாயனவியல்வாதி; பௌதிக இரசாயனவியல் நூல்கள் பலவற்றின் ஆசிரியர்.—195, 204, 258.
- ரிட்டர், யோகன் வில்ஹேல்ம் [Ritter, Johann Wilhelm] (1776-1810)—ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; மின் இயல் நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்ந்தார்.—204.

- ரூம்கோர்ப், ஹைன்ரிஹ் டேனியல் [Ruhmkorff, Heinrich Daniel] (1803-1877) — இயந்திரவியல்வாதி; ஜெர்மனியில் பிறந்தவர், பிரெஞ்சு நாட்டில் பணி புரிந்தார். மாறி வருகிற தாழ்ந்த வோல்டேஜ் மின்னோட்டத்தை மாறி வருகிற உயர் வோல்டேஜ் மின்னோட்டமாக்கும் மின் தூண்டு சுருளை 1852ல் உண்டுபண்ணினார்.—475.
- ரெனோ, பெர்னார்டு [Renault, Bernard] (1836-1904) — பிரெஞ்சுத் தொல்லுயிரியல்வாதி; மின் இரசாயனவியலில் ஆராய்ச்சிகளும் நடத்தியவர்.—241, 243.
- ரேனார்ட், பிரான்ஸுவா [Reynard, François] (1805-1870க்குப் பிறகு)—பிரெஞ்சுப் பொறி நுட்ப நிபுணர்; பௌதிகவியல் நூல்கள் பலவற்றின் ஆசிரியர். மாக்ஸ்வெலின் மின்காந்தப் புலத் தத்துவத்தை மிக நெருங்குகிற ஒரு தத்துவத்தை அவர் முன்வைத்தார்.—195.
- ரோஸ், வில்லியம் [Rosse, William] கவுண்ட் [Count] (1800-1867)—ஆங்கில வானியல்வாதி; 1845ல் ஒரு பெரும் தொலைநோக்கியை உருவாக்கி அனேக ஒளிமுகில்களை ஆராய்ந்தார்.—451, 453.
- ரோஸன்க்ரான்ட்ஸ், யோகன் கார்ல் பிரீட்ரிஹ் [Rosenkrantz, Johann Karl Friedrich] (1805-1879)—ஜெர்மன் தத்துவவியல்வாதி, ஹெகலின் சீடன், இலக்கிய வரலாற்று ஆசிரியர்.—338.
- ரோஸ்கோ, ஹென்ரி என்பீல்டு [Roscoe, Henry Enfield] (1833-1915)—ஆங்கில இரசாயனவியல்வாதி; இரசாயனவியலைப் பற்றிய பல கையேடுகளை இயற்றியவர்.—114.
- லப்பக், ஜான் [Lubbock, John] (1834-1913)—ஆங்கில டார்வினிய உயிரியல்வாதி, விலங்கியல்வாதி; மனித இனநூல் [ethnologist], புதைபொருளியல் நிபுணர்; விபரல் அரசியல்வாதி.—302.
- லவூவாவியே, அன்டுவான் லொரான் [Lavoisier, Antoine Laurent] (1743-1794)—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல்வாதி; புளோஜிஸ்டன் தத்துவத்தை உடைத்தெறிந்தார்.—52, 86, 477.
- லாப்ளாஸ், பியேர் சிமோன் [Laplace, Pierre Simon] (1749-1827) —பிரெஞ்சு வானியல்வாதி, கணிதவியல், பௌதிகவியல்வாதி; காண்டுடன் சம்பந்தமில்லாமலே சுயேச்சை

- யாக அவர் ஒரு வாயு ரூபமான ஒளிமுகிலிருந்து சூரிய மண்டலம் உருப்பெற்றது என்ற கற்பிதக் கொள்கையை முன் வைத்து, கணிதவியல்ரீதியாக அறை ஆதாரப் படுத்தினார்.—47, 49, 57, 81, 123, 319, 335, 398, 447.
- லாமார்க், ஜான் பாதீஸ்ட் [Lamarck, Jean Baptiste] (1744-1829) —பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி; உயிரியலில் முதல் முழுமையான பரிணாமத் தத்துவத்தை ஸ்தாபித்தவர்; டார்வினின் முன்னோடி.—54, 319, 342, 486.
- லாலண்ட், ஜோசப் [Lalande, Joseph] (1732-1807)—பிரெஞ்சு வானியல்வாதி.—448.
- லாவ்ரோவ், பியோத்தர் லாவ்ரோவிச் [Lavrov, Pyotr Lavrovich] (1823-1900)—ருஷ்ய சமூகவியல்வாதி, கதம்பத் தத்துவவியல்வாதி; நரோதிஸத்தின் கொள்கைவாதி.—462, 467-468.
- லியேனார்டோ டா வின்சி [Leonardo da Vinci] (1452-1519)—இத்தாலிய ஓவியக் கலைஞர், விஞ்ஞானி, பொறிநுட்பவல்லுநர்.—40.
- லின்னேயஸ், காரொலுஸ் [Linnaeus, Carolus] (1707-1778)—சுவீடன் நாட்டு தாவரவியல்வாதி; தாவரங்கள், விலங்குகள் இவற்றை வகை பாகுபாடு செய்பவர்.—43-45, 400.
- லீபிஹ், யூஸ்டஸ் [Liebig, Justus] (1803-1873)—ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி, விவசாய இரசாயனவியலுக்கு அடிக்கல் நாட்டியவர்களில் ஒருவர்.—482-484, 486-488.
- லீப்க்னெஹ்ட், வில்ஹேலம் [Liebknecht, Wilhelm] (1826-1900)—ஜெர்மானிய, உலகத் தொழிலாளர் தலைவர்; 1848-49 புரட்சியில் பங்கு கொண்டார்; கம்யூனிஸ்டு லீக், முதலாவது கம்யூனிஸ்ட் இன்டர்னேஷனல் இவற்றின் உறுப்பினர்; ஜெர்மன் சோஷல்-டெமாக்ராடிக் இயக்கத்தின் ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்; மார்க்ஸ், எங்கெல்ஸ் இவர்களின் நண்பரும் கூட்டாளியுமாவார்.—71.
- லூதர், மார்டின் [Luther, Martin] (1483-1546)—ஜெர்மன் சீர்திருத்தத் [Reformation] தலைவர்; பிராடெஸ்டெண்டு (லூதர்) பிரிவின் ஸ்தாபகர்; ஜெர்மன் நகரத்தார்களின்

[Burghers] கொள்கைவாதி. 1525ல் ஜெர்மன் விவசாயிகள் போரின்போது கலகம் செய்த விவசாயிகள் நகரத்து ஏழைகள் இவர்களுக்கு எதிராகச் சிற்றரசர்களுடன் சேர்ந்தார்.—41-42, 317.

லெகோக் தே புவாபோத்ரான், போல் எமில் [Lecoq de Boisbaudran, Paul Emile] (1838-1912)—பிரெஞ்சு இரசாயனவியல் வாதி; 1875ல் காலியம் [Gallium] என்ற மூலகத்தைக் கண்டுபிடித்தார்; இதைப்பற்றி மெந்தெலேயெவ் முன் கூட்டியே கூறியிருந்தார்.—115.

லெஸ்லிங், கோட்ஹோல்ட் எப்ரியம் [Lessing, Gotthold Ephraim] (1729-1781)—ஜெர்மன் எழுத்தாளர், விமர்சன உரையாளர், தத்துவவியல்வாதி, 18வது நூற்றாண்டு அறிவுப் போதகர்களில் ஒருவர்.—331.

லெ ரூ, பிரான்ஸூவா [Le Roux, François] (1832-1907)—பிரெஞ்சுப் பெளதிகவியல்வாதி.—208.

லெ வெரியே, உர்பேன் ஜான் ஜோசப் [Le Verrier, Urbain Jean Joseph] (1811-1877)—பிரெஞ்சு வானியல்வாதி, கணிதவியல்வாதி. 1846ல் ஆடம்ஸ் சம்பந்தமில்லாமலேயே நெப்ட்யூன் கோளின் சுற்றுப்பாதையையும், அதன் ஸ்தானத்தையும் வரையறுத்தார்.—115.

லெஸ்கிப்பஸ், அப்தேரா நகரத்து [Leucippus of Abdera] (கி. மு. 5வது நூற்றாண்டு)—கிரேக்கப் பொருள்முதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; அணுத் தத்துவத்தின் ஸ்தாபகர்.—77, 309-310.

லேப்னிஸ், கோட்பிரிட் வில்ஹேல்ம் [Leibniz, Gottfried Wilhelm] (1646-1715)—ஜெர்மன் கணிதவியல்வாதி; கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—43, 146-148, 150, 152, 163, 183, 334, 422.

லையல், சார்லஸ் [Lyll, Charles] (1797-1875)—ஆங்கிலப் பூகர்ப்பவியல்வாதி.—51, 319.

லோக், ஜான் [Locke, John] (1632-1704)—ஆங்கில இருமைவாதக் கொள்கையினர்; புலனறிவாதத் தத்துவவியல்வாதி.—80.

லோஷ்மிட், யோஜெப் [Loschmidt, Joseph] (1821-1895)—ஆஸ்திரியப் பெளதிகவியல், இரசாயனவியல்வாதி. அவர், அம்சரீதியாக, வாயுக்களின் இயங்காற்றல்

தத்துவத்தையும், வெப்பத்தைப் பற்றிய யாந்திரீகத் தத்துவத்தையும் ஆராய்ந்தார்.—36, 465.

வாக்னர், மோரித்ஸ் [Wagner, Moriz] (1813-1887)—ஜெர்மன் உயிரியல்வாதி, டார்வினைப் பின்பற்றியவர், புவியியல்வாதி; தேச சஞ்சாரி—482-483.

வாட், ஜேம்ஸ் [Watt, James] (1736-1819)—ஆங்கில உபகரண கண்டுபிடிப்பாளர்; எல்லாப் பயன்பாட்டுக்கும் உரிய நீராவி எஞ்சினை அமைத்தவர்.—184.

வார்லி, க்ராம்வெல் பிளீவுட் [Varley, Cromwell Fleetwood] (1828-1883)—ஆங்கில மின்னொறிநுட்ப வல்லுநர்.—97.

வாலஸ், ஆல்பிரேட் ரஸ்ஸல் [Wallace, Alfred Russel] (1823-1913)—பிரிட்டிஷ் உயிரியல்வாதி; உயிர்புவியியல் [biogeography] ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்; டார்வினுடன் ஏககாலத்தில் இயற்கைத் தேர்வுத் தத்துவத்தை வந்து அடைந்தவர்; ஆவியுலகவாத ஆதரவாளர்.—88, 89, 92, 94, 98, 101-103, 103, 105.

வால்டேர், பிரான்ஸூவா மரீ அருவே [Voltaire, François-Marie Arouet] (1694-1778)—பிரெஞ்சு இருமைவாதத் தத்துவவியல்வாதி, நையாண்டி எழுத்தாளர், வரலாற்றுப் புலவன்; 18வது நூற்றாண்டு அறிவுப் போதகர்களில் ஒருவர்; யதேச்சாதிகாரத்தையும் கத்தோலிக்க மதப் பிடிப்பையும் எதிர்த்துப் போராடியவர்.—331.

விஸ்லிஸெனஸ், யோகன் [Wislicenus, Johann] (1835-1902)—ஜெர்மன் கரிம இரசாயனவியல்வாதி.—503.

விட்வொர்த், ஜோசப் [Whitworth, Joseph] (1803-1887)—ஆங்கில உற்பத்தியாளர்; ராணுவ உபகரண கண்டுபிடிப்பாளர்.—161.

விர்ஹோவ், ரூடோல்ப் [Virchow, Rudolf] (1821-1902)—ஜெர்மன் இயற்கையியல்வாதி, உயிரணுரீதியான நோய்க்குறி நூல் ஸ்தாபகர்.—36, 74, 102, 334.

வில்கே, கிரிஸ்டியன் கோட்லிப் [Wilke, Christian Gottlieb] (1786-1854)—ஜெர்மன் சமயவாதி; விவிலிய நூலின் நடைமையையும், வரலாற்றையும் ஆராய்ந்தவர்.—225.

விண்டர்ல், யாக்கப் யோசிப் [Winterl, Jakob Joseph] (1739-1809)—ஆஸ்திரிய மருத்துவர், தாவரவியல், இரசாயனவியல்வாதி.—471.

- வீடெமான், குஸ்டவ் [Wiedemann, Gustav] (1826-1899) — ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி; மின்னியக்கத்தைப் பற்றிய சுருக்கமான ஆய்வுரையின் ஆசிரியர்.—186, 192, 203, 205-207, 209-213, 214-217, 220, 222, 225, 227-233, 234, 237-243, 248, 252, 253-256, 258, 261, 263, 265, 268, 275-276, 434, 475.
- வீட்ச்டோன், சார்லஸ் [Wheatstone, Charles] (1802-1875) — ஆங்கிலப் பௌதிகவியல்வாதி, மின்னியக்கம் சம்பந்தமான பல நூல்களின் ஆசிரியர்.—258.
- வீஹெல், வில்லியம் [Whewell, William] (1794-1866) — ஆங்கிலக் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; விஞ்ஞான வரலாற்று ஆசிரியர்; கேம்பிரிட்ஜ் சர்வகலாசாலையில் கனிப் பொருளியல் (1828-32), ஒழுக்கநெறித் தத்துவவியல் பேராசிரியராக (1838-55) இருந்தவர்.—371.
- வுண்ட், வில்ஹேல்ம் மாக்ஸ் [Wundt, Wilhelm Max] (1832-1920) — ஜெர்மன் உடலியல்வாதி, உளவியல்வாதி, கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி.—494.
- வேபர், வில்ஹேல்ம் எட்வார்டு [Weber, Wilhelm Eduard] (1804-1891) — ஜெர்மன் பௌதிகவியல்வாதி, மின்னியக்கம், காந்தவியல் தத்துவத்தை ஆராய்ந்தவர்.—192-193.
- வொல்லாஸ்டன், வில்லியம் ஹைட் [Wollaston, William Hyde] (1766-1828) — ஆங்கில இயற்கையியல்வாதி; பௌதிகவியல், இரசாயனவியல்வாதி; அணுத் தத்துவத்தை எதிர்த்தவர்.—473.
- வோக்ட், கார்ல் [Vogt, Karl] (1817-1895) — ஜெர்மன் இயற்கையியல்வாதி; விஞ்ஞானக்கேடான பொருள்முதல்வாதத்தின் ஆதரவாளர்; குட்டிபூர்ஷ்வா ஜனநாயகவாதி; 1848-49 ஜெர்மன் புரட்சியில் பங்குகொண்டார். 1850-60 ஆண்டுகளில், நாடுகடத்தப்பட்டு இருந்தபோது, லுயீ போனப்பார்ட்டியின் சம்பளம்பெற்ற இரகசிய ஒற்றைக ஊழியம் புரிந்தவர்.—78, 79, 330.
- வோர்ம்-முல்லர், யாக்கப் [Worm-Müller, Jakob] (1834-1889) — ஜெர்மன் மருத்துவர், உடலியல், பௌதிகவியல்வாதி.—257.

- வோலர், பிரீட்ரிஹ் [Wöhler, Friedrich] (1800-1882) — ஜெர்மன் இரசாயனவியல்வாதி; உயிர்ப்பற்ற வஸ்துக்களிலிருந்து உயிர்ப்புடைய கூட்டுகைப் பொருட்களை இணைப்பாக்கம் செய்து பெற்றதில் முதல்வர்.—324.
- வோல்டா, அலெஸ்ஸான்ட்ரோ [Volta, Alessandro] (1745-1827) — இத்தாலியப் பௌதிகவியல், உடலியல்வாதி, கால்வானி மின்னியக்கத் தத்துவ ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்.—204, 208-209, 212, 222, 230, 237, 265-266, 270, 272-273, 471, 474.
- வோல்ப், கஸ்பார் பிரீட்ரிஹ் [Wolff, Caspar Friedrich] (1733-1794) — இயற்கையியல்வாதி, பரிணாமத் தத்துவ ஸ்தாபகர்களில் ஒருவர்; ஜெர்மனியிலும் ருஷ்யாவிலும் பணியாற்றினார்.—54.
- வோல்ப், கிறிஸ்டியன் [Wolff, Christian] (1679-1754) — ஜெர்மன் கருத்துமுதல்வாதத் தத்துவவியல்வாதி; இயக்கமறுப்பியல்வாதி.—47, 80, 360, 453.
- வோல்ப், ருடோல்ப் [Wolf, Rudolf] (1816-1893) — சுவிட்சர்லாந்து நாட்டின் வானியல்வாதி; வானியல் வரலாற்றிலும் சூரியபுள்ளிகள் ஆராய்ச்சியிலும் விசேஷ நாட்டம் கொண்டவர்.—311.

நூல் பட்டியல்

A

- ALEMBERT, D., *Traité de dynamique, dans lequel les loix de l'équilibre et du mouvement des corps sont réduites au plus petit nombre possible, et démontrées d'une manière nouvelle, et où l'on donne un principe général pour trouver le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres, d'une manière quelconque.* Paris, David l'ainé, 1743.—149-153.
- ALLMAN, G. J., *Recent Progress in Our Knowledge of the Ciliate Infusoria.* Anniversary address to the Linnean Society, May 24, 1875. In *Nature*, June 17, 1875 (Vol. XII, No. 294), June 24, 1875 (Vol. XII, No. 295) and July 1, 1875 (Vol. XII, No. 296).—492.
- ARISTOTELES, *Metaphysica.* (Text quoted in Greek). All Quotations taken from Tauchnitz edition: *Aristotelis opera omnia graece.* Vol. II: *Metaphysica.* Ad optimorum librorum fidem accurate edita. Editio stereotypa C. Tauchnitii. Lipsiae, 1832.—304-311.

B

- BACÓN, F., *Historia naturalis et experimentalis.* First published in London in 1622-23.—78.
- BACÓN, F., *Novum Organum.* First published in London in 1620.—456.
- Bibel*—88, 182, 225, 308, 467-68.
- BÔSSUT, CHARLES, *Traité de calcul différentiel et de calcul intégral.* 2. vols. Tome premier. Paris, de l'imprimerie de la République, An VI (1798).—432.
- BÜCHNER, LOUIS, *Der Mensch und seine Stellung in der Natur in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Oder: Woher kommen wir? Wer sind wir? Wohin gehen wir?* Zweite, vermehrte Auflage. Leipzig, 1872.—330-335.

C

- C., G. Mascar and Joubert, *Electricity and Magnetism.* In *Nature*, Vol. XXVI, No. 659, June 15, 1882.—186.
- CARNOT, S., *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance.* Paris, Bachelier, 1824.—85, 184, 374-75.

- CLAUSIUS, R., *Die mechanische Wärmetheorie.* Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage des unter dem Titel „Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie“ erschienen, Buches. I. Bd.: Entwicklung der Theorie, soweit sie sich aus den beiden Hauptsätzen ableiten lässt, nebst Anwendungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1876.—167, 179-180, 353.
- CLAUSIUS, R., “*Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie*“. Ein Vortrag, gehalten in einer allgemeinen Sitzung der 41. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Frankfurt a.M. am 23. September 1867. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1867.—446, 464-467.
- COMTE, A., *Cours de philosophie positive.* Tome I. Paris, 1830.—408-409.
- COPERNICUS, N., *De revolutionibus orbium coelestium.* Norimbergae, 1543.—42, 317.
- CROLL, JAMES, *Climate and Time in Their Geological Relations; a Theory of Secular Changes of the Earth's Climate.* London, Daldy, Isbister, and Co., 1875. Reviewed by J.F.B. in *Nature*, Vol. XII, Nos. 294 and 295, June 17 and 24, 1875.—492.
- GROOKES, WILLIAM, *The Last of "Katie King"*. The photographing of “Katie King” by the aid of the electric light. Printed in the London weekly *The Spiritualist Newspaper* on June 5, 1874.—96-99, 102.

D

- D'ALEMBERT—பாரீக்க ALEMBERT.
- DARWIN, CHARLES, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex.* In two volumes. London, 1871.—278.
- DARWIN, CHARLES, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life,* London, 1859.—54, 360-361, 497-500.
- DAVIES, CHARLES MAURICE, *Mystic London, or Phases of Occult Life in the Metropolis,* London, Tinsley Brothers, 1875.—99.
- DIÓGENES, LAERTIUS, *De vitis philosophorum libri X cum indice rerum.* Ad optimorum librorum fidem accurate editi. Editio stereotypa. C. Tauchnitii. Tomus II. Lipsiae, 1833.—78, 306-311.
- DRAPER, JOHN WILLIAM, *History of the Intellectual Development of Europe.* In two volumes. London, Bell and Daldy, 1864.—69, 377.
- DU BOIS-REYMOND, E., *Über die Grenzen des Naturerkennens.* Ein Vortrag in der zweiten öffentlichen Sitzung der 45. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Leipzig am 14. August 1872. Leipzig, 1872.—36.
- DÜHRING, E., *Cursus der Philosophie als streng wissenschaftlicher Weltanschauung und Lebensgestaltung.* Leipzig, 1875.—436.

E

- ENGELS, FRIEDRICH, *Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Philosophie. Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der politischen Oeko-*

nomie. Herrn Eugen Dühring's Umwälzung des Sozialismus. In the newspaper *Vorwärts* (Leipzig, Druck und Verlag der Genossenschaftsbuchdruckerei) for 1877, January 3, 1877—July 7, 1878.—71, 410.

ENGELS, FRIEDRICH, *Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Wissenschaft. Philosophie. Politische Oekonomie. Sozialismus.* Leipzig, Druck und Verlag der Genossenschaftsbuchdruckerei, 1878.—410, 434, 436.

F

FEUERBACH, L., „Nachgelassene Aphorismen“. In K. Grün, *Ludwig Feuerbach in seinem Briefwechsel und Nachlass sowie in seiner philosophischen Charakterentwicklung*, Band II. Leipzig und Heidelberg, 1874.—327.

FEUERBACH, LUDWIG, *Die Unsterblichkeitsfrage vom Standpunkt der Anthropologie* (1846). Ludwig Feuerbach's *Sämmtliche Werke*, III. Band Leipzig, Otto Wigand, 1847.—326.

FICK, ADOLF, *Die Naturkräfte in ihrer Wechselbeziehung.* Populäre Vorträge. Würzburg, Stahel, 1869.—468.

FOURIER, JEAN BAPTISTE JOSEPH, *Théorie analytique de la chaleur.* Paris, 1822.—85, 336.

FRAAS, C., *Klima und Pflanzenwelt in der Zeit.* Landshut, 1847.—295.

G

GALIANI, FERDINANDÒ, *Della moneta* (1750). Quoted from the edition of Custodi: *Scrittori classici italiani di economia politica.* Parte moderna. Tomo III. Milano, Destefanis, 1803.—389.

GOETHE, J. W., *Faust.* Der Tragödie Erster Theil.—63.

GRIMM, J., *Deutsche Rechtsaltertümer.* Göttingen, 1828.—289.

GRIMM, J., *Geschichte der deutschen Sprache.* Vierte Auflage. Leipzig, 1880.—354.

GROVE, W. R., *The Correlation of Physical Forces*, 3rd edition. London, Longman, Brown, Green, and Longmans, 1855.—52, 379, 401, 404-405.

H

HAECKEL, ERNST, *Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen.* Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Grundzüge der menschlichen Keimes- und Stammes-Geschichte. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1874.—339-340, 493-97.

HAECKEL, ERNST, *Freie Wissenschaft und freie Lehre.* Eine Entgegnung auf Rudolf Virchow's Münchener Rede über „Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat“. Stuttgart, Schweizerbart, 1878.—35, 36.

HAECKEL, ERNST, *Generelle Morphologie der Organismen.* Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. Band I, *Allgemeine Anatomie der Organismen.* Berlin, Georg Reimer, 1866.—58-59, 493-497.

HAECKEL, ERNST, *Natürliche Schöpfungsgeschichte.* Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen. 4-te verbesserte Auflage. Berlin, Georg Reimer, 1873.—339-40, 370, 493-497.

HAECKEL, ERNST, *Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzugung der Lebensteilchen.* Ein Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwicklungs-Vorgänge. Berlin, Georg Reimer, 1876.—411, 415, 444.

HEGEL, G.W.F., *Werke.* Vollständige Ausgabe durch einen Verein von Freunden des Verewigten: Ph. Marheineke, J. Schulze, Ed. Gans, Lp. v. Henning, H. Hotho, C. Michelet, F. Förster, Bd. I—XVIII. Berlin, Duncker und Humblot.

Bd. II: *Phänomenologie der Geistes.* Hrsg. v. Johann Schulze. 2-te unveränderte Auflage. Berlin, 1841.—362.

Bd. III: *Wissenschaft der Logik.* Hrsg. V. Leopold v. Henning. 1. Teil. Die objective Logik. 1. Abt. Die Lehre vom Sein. 2-te unveränderte Auflage. Berlin, 1841.—106, 122, 362, 388-89, 400, 423, 428.

Bd. IV: *Wissenschaft der Logik.* 1. Teil „Die objektive Logik.“ 2. Abt. „Die Lehre vom Wesen.“ 2-te unveränderte Auflage, Berlin, 1841.—107, 137, 336-37, 360, 395-96, 503.

Bd. V: *Wissenschaft der Logik:* 2. Teil „Die subjektive Logik, oder: Die Lehre vom Begriff.“ 2-te unveränderte Auflage, Berlin, 1841.—339-42. English translation: *Science of Logic*, 2 volumes, London, Allen and Unwin, 1929.

Bd. VI: *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse.* 1. Teil „Die Logik.“ Hrsg. v. Leopold v. Henning. 2-te Auflage, Berlin, 1843.—111, 331, 335, 348-50, 375, 386, 394-396, 397, 399, 417, 479.

Bd. VII: *Erste Abteilung: Vorlesungen über die Naturphilosophie,* als der Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse zweiter Teil. Hrsg. v. K. L. Michelet. Berlin, 1842.—189, 190, 391, 401, 448, 461, 469-470.

Bd. XIII: *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie.* Hrsg. v. K. L. Michelet. Erster Band. Berlin, 1833.—136, 304-8, 415, 456.

Bd. XIV: *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie.* Zweiter Band. Berlin, 1833.—415.

Bd. XV: *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie.* Hrsg. v. K. L. Michelet. Dritter Band. Berlin 1836.—331, 340-41, 415.

HEINE, H., „Disputation“.—361.

HEINE, H., *Neuer Frühling.* —80.

HEINE, H., „Über den Denunzianten“. Eine Vorrede zum dritten Theile des *Salons.* Hamburg, 1837.—108.

HELMHOLTZ, H., *Populäre wissenschaftliche Vorträge.* Zweites Heft. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1871.—36-7, 125-145, 165, 166.

HELMHOLTZ, H., *Über die Erhaltung der Kraft,* eine physikalische Abhandlung, vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23. Juli 1847. Berlin, Georg Reimer, 1847. 120-121, 132-133, 154, 166, 167.

- HÖBBES, T., *Elementa philosophica de cive*. Amsterodami, 1647. — 500.
 HOFMANN, AUGUST WILHELM, *Ein Jahrhundert chemischer Forschung unter dem Schirme der Hohenzollern*: Rede zur Gedächtnisfeier des Stifters der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 3. August 1881 in der Aula der Universität gehalten. Berlin, G. Vogt 1881. — 338.

J

- JAMBLICHUS, *De divinatione*. —93.
 JUVENALIS, *Satirae* — 259.

K

- KANT, I., *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt*, 1755. In Immanuel Kant's *Sämmtliche Werke*. In chronologischer Reihenfolge hrsg. v. G. Hartenstein. Erster Band. Leipzig, Leopold Voss, 1867. — 48-49, 50.
 KANT, I., *Critik der Urtheilskraft*. Berlin und Libau, 1790. — 340-368.
 KANT, I., *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, deren sich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen, 1747*. In Immanuel Kant's *Sämmtliche Werke*. In chronologischer Reihenfolge hrsg. v. G. Hartenstein. Erster Band. Leipzig, Leopold Voss, 1867. — 121, 148.
 KANT, I., *Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht heroorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe und woraus man sich ihrer versichern könne*, 1754. In Immanuel Kant's *Sämmtliche Werke*. In chronologischer Reihenfolge hrsg. v. G. Hartenstein. Erster Band. Leipzig, Leopold Voss, 1867. — 174, 454.
 KEKULÉ, AUGUST, *Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie*. Rede gehalten beim Antritt des Rectorats der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität am 18. October 1877. Bonn, Max Cohen und Sohn (Fr. Cohen), 1878. — 77, 410-11, 417.
 KIRCHHÖFF, GUSTAV, *Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik*, Leipzig, B. G. Teubner, 1877. First published in Leipzig in 1876. — 154, 164, 167.
 KOHLRAUSCH, F., „Das elektrische Leitungsvermögen der wässerigen Lösungen von den Hydraten und Salzen der leichten Metalle, sowie von Kupfervitriol, Zinkvitriol und Silbersalpeter“. In *Annalen der Physik und Chemie*, Neue Folge, Band VI, Heft 1, Hrsg. v. G. Wiedemann, Leipzig, J. A. Barth, 1879. — 224.
 KOPERNIK — பார்க்க Copernicus.
 KOPP, HERMANN, *Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit*. Erste Abteilung: „Die Entwicklung der Chemie vor und durch Lavoiser“, München, R. Oldenbourg, 1871. — 477.

L

- [ЛЯВРОВ, П. И.] Опыт истории мысли. Том первый. С.-Петербург. 1875. — 463, 467-68.
 LAPLACE, P. S., *Exposition du système du monde. Tome II*. Paris, l'an IV de la République Française (1796). — 47, 49, 57.
 Leibnizens und Huyghens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Bearbeitet und herausgegeben von Dr. Ernst Gerland. Berlin, Verlag der Akademie der Wissenschaften, 1881. — 183.
 LIEBIG, J., *Chemische Briefe*. Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage, Band I, Leipzig und Heidelberg, 1859. — 483, 484.
 LUBBOCK, JOHN, *Ants, Bees, and Wasps; a record of observations on the social hymenoptera*. London, Kegan Paul, Trench, and Co., 1882. — 392.

M

- MÄDLER, J. H., *Der Wunderbau des Weltalls, oder populäre Astronomie*. 5-te, gänzlich neu bearbeitete Auflage, Berlin, Carl Heymann, 1861. — 48, 57, 66, 311, 446-450, 467.
 MARX, KARL, *Das Kapital. Kritik der politischen Oekonomie I*. Band, Buch I: „Der Produktionsprozess des Kapitals“, 2-te Auflage. Hamburg, Otto Meissner, 1872. — 84.
 MAXWELL, J. CLERK, *Theory of Heat*. 4th edition. London, Longmans, Green and Co., 1875. — 165, 167, 468.
 MAYER, J. R., *Die Mechanik der Wärme, in Gesammelten Schriften*. 2-te umgearbeitete und vermehrte Auflage. Stuttgart, Cotta, 1874. — 132-133, 367, 454, 456.
 MEYER, LOTHAR, „Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte“. In *Annalen der Chemie und Pharmacie*, hrsg. und redigiert von Friedrich Wöhler, Justus Liebig und Hermann Kopp. VII. Supplementband, 3. Heft. Leipzig und Heidelberg, C. F. Winter, 1870. — 413.
 MOLIÈRE, G. B., *Le Bourgeois Gentilhomme*. — 116.

N

- NÄGELI, C., „Die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkenntnis“. Vortrag, gehalten in der Zweite allgemeine Sitzung. In *Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München 1877*. Beilage, September 1877. — 36, 73, 380-387.
Nature. A weekly illustrated journal of science. Macmillan and Co., London and New York.
 Vol. XVII, No. 420, November 15. 1877, p. 55 — A notice of Kekulé's speech in Bonn University. — 410.
 NAUMANN, ALEXANDER, *Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie*. Heidelberg, Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, 1877. — 167, 208, 216-215, 233, 244-245, 249, 260.
 NEWTON, I., *Philosophiæ naturalis principia Mathematica*. Editio secunda. Cantabrigiæ, 1713. — 49, 343.

NICHOLSON, HENRY ALLEYNE, *A Manual of Zoology*, Edinburgh and London, Blackwood, 1870; 2nd edition, 1871. — 54, 346, 371-72, 493-494, 503.

O

OWEN, RICHARD, "On the Nature of Limbs". A discourse delivered on Friday, February 9, at an evening meeting of the Royal Institution of Great Britain. London, John van Voorst, 1849. — 337.

P

PAPIN, D. P. — see *Leibnizens und Huyghen's Briefwechsel mit Papin*.

PREVOST, A. F., *Histoire du chevalier des Grieux et de Manon Lescaut*. — 329.

R

ROMANES, G. J., *Ants, Bees, and Wasps*. In *Nature*. Vol. XXVI, No. 658, June 8, 1882.—392.

ROSCOE, H. E. und SHORLEMMER, C., *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*. Bd. II, *Die Metalle und Spectralanalyse*. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1879.—114.

ROSENKRANZ, K., *System der Wissenschaft*. Ein philosophisches Encheiridion. Königsberg, 1850.—338.

S

SCHILLER, F., „Die Bürgerschaft“.—269.

SCHMIDT, O., *Darwinismus und Socialdemocratie*. Ein Vortrag gehalten bei der 51. Versammlung deutschen Naturforscher und Ärzte in Cassel. Bonn, 1878.—36.

SECCHI, A., *Die Sonne*. Die wichtigeren neuen Entdeckungen über ihren Bau, ihre Strahlungen, ihre Stellung im Weltall und ihr Verhältnis zu den übrigen Himmelskörpern. Autorisierte deutsche Ausgabe. Hrsg. durch Dr. H. Schellen. Braunschweig, George Westermann, 1872.—57, 64-66, 328, 448-454, 469.

SPINOZA, B., *Ethica ordine geometrico demonstrata et in quinque partes distincta*. First published in Amsterdam in 1677.—329, 378.

STARCKE, C. N., *Ludwig Feuerbach*. Stuttgart, Ferd. Enke, 1885.—327.

SUTER, HEINRICH, *Geschichte der mathematischen Wissenschaften*. Zweiter Teil: Vom Anfange des XVII, bis gegen das Ende des XVIII. Jahrhunderts. Zürich, Orell Füssli und Co., 1875.—147-49, 153.

T

TAIT, P. G., "Force". Evening lecture at the Glasgow meeting of the British Association, Sept. 8. In *Nature*, September 21, 1876 (Vol. XIV, No. 360).—164.

THOMSON, THOMAS, *An Outline of the Sciences of Heat and Electricity*. 2nd edition, remodelled and much enlarged. London, H. Baillière, 1840.—185, 188-189, 338-39, 470-73.

THOMSON, WILLIAM AND TAIT, PETER GUTHRIE, *Treatise on Natural Philosophy*. Vol. I, Oxford, Clarendon Press, 1867.—153-154, 168, 170-178.

THOMSON, W. and TAIT, P. G., *Handbuch der theoretischen Physik*. Autorisierte deutsche Übersetzung. Band I, Theil II. Braunschweig, 1874.—483.

TYNDALL, JOHN, Inaugural address, delivered at the forty-fourth annual meeting of the British Association for the Advancement of Science at Belfast. In *Nature*, August 20, 1874 (Vol. X, No. 251).—328-329.

TYNDALL, JOHN, "On Germs. On the Optical Department of the Atmosphere in Reference to the Phenomena of Putrefaction and Infection". Abstract of a paper read before the Royal Society, January 13th, by Prof. Tyndall, F.R.S. (Communicated by the author). In *Nature*. January 27, 1876 (Vol. XIII, No. 327) and February 3, 1876 (Vol. XIII, No. 327).—492.

V

VIRCHOW, RUDOLF, *Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat*. Rede gehalten in der dritten allgemeinen Sitzung der fünfzigsten Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu München am 22. September 1877. Berlin, Wiegand, Hempel und Parey (Paul Parey), 1877. — 36, 74.

VIRCHOW, RUDOLF, *Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre*. 4-te Auflage, Berlin, Hirschwald, 1871. — 102, 334.

W

WAGNER, MORIZ, *Naturwissenschaftliche Streitfragen*. I: „Justus v. Liebig's Ansichten über den Lebensursprung und die Deszendenztheorie“. In Beilage zur *Allgemeinen Zeitung*, Augsburg, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, 1874, Nr. 279, 6. Oktober, S. 4333-4335; Nr. 280, 7. Oktober, S. 4351-4352; Nr. 281, 8. Oktober, S. 4370-4372. — 482-492.

WALLACE, ALFRED RUSSEL, *On Miracles and Modern Spiritualism*. Three essays. London, James Burns, 1875. — 87-98, 103, 105.

WHEWELL, WILLIAM, *History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Times*. 3 vols. London, 1837. — 371.

WHEWELL, WILLIAM, *The Philosophy of the Inductive Sciences, Founded Upon Their History*. 2 vols. London, John W. Parker, 1840. — 371.

WIEDEMANN, GUSTAV, *Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*. 2-te Auflage. 2 B-de. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1872, 1873, 1874. Bd. I, „Die Lehre vom Galvanismus“. Bd. II, „Die Lehre von den Wirkungen des galvanischen Stromes in die Ferne“. Abt. 1, „Elektrodynamik, Elektromagnetismus und Diamagnetismus“. Bd. II, Abt. 2, „Induktion und Schlusskapitel“. — 186-278, 434, 475.

WOLF, RUDOLF, *Geschichte der Astronomie*. München, Oldenbourg, 1877. — 311, 453.

WOLFF, C. F., *Theoria generationis*. Halae, 1759. — 54.

WUNDT, WILHELM, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Dritte völlig ungearbeitete Auflage. Erlangen, Ferdinand Enke, 1873 — 494.

பத்திரிகைப் பட்டியல்

- Acta Eruditorum* (Leipzig) — 147.
Allgemeine Zeitung (Augsburg) — 482.
Annalen der Physik und Chemie (Leipzig)—224.
The Echo (London)—96.
Nature. A Weekly Illustrated Journal of Science (London) — 164, 186, 392, 411, 492.
The Spiritualist Newspaper (London)—97.
Vorwärts — 71, 410.

விஷயக் குறிப்பகராதி

அ

- அங்கக இயற்கை (organic nature)—51-53, 59, 348-349, 361, 406-408, 418-419, 460-461, 495.
அங்கஜீவி (organism)—479-481;
—இயந்திர, பௌதிக, இரசாயன இயக்கத்தின் வடிவங்களின் உயர்மட்ட ஒற்றுமை—408-410, 459-461;
—அதன் ஒற்றுமை—348-349;
—அதன் இடையூறு மாற்றம்—349-350, 403;
—அங்கஜீவிகளின் வளர்ச்சி—53-54, 497;
—அங்கஜீவிகளின் இடையிட்ட வடிவங்கள்—54;
—அங்கஜீவியின் உயிரணு அமைப்பு—322-323, 480-482, 489-492.
அங்கஜீவிகளின் வகைப்பிரித்தல் (classification of organisms)
—53-55, 346-347, 370-371, 374-375.
அணு (atom):
—வஸ்துவின் தனித்துவமான துகளும்— 442, 467-468, 477-478;
—மூலக்கூறும்—109, 400, 442;
—இரசாயனவியலின் ஆய்வுக்குரிய பொருள்—110, 117, 409-411, 419, 507;
—அணுக்களின் இயக்கம்—117-118, 408-411, 419;
—அணு எடை—76-77, 115, 186, 231-232, 337-338, 412-413, 441;
—அணுப் பருமன்—76-77, 412-413;
—அணுவின் சிக்கல்—412-413, 441;
—அணுவை அறிதலில் சிந்தனையின் பாத்திரம்—333-338;
—கிரேக்கத் தத்துவவியல்வாதிகளின் கருத்தில் அணுக்கள்—77-78, 309-310.
அணுவியல் (atomistics)—80-81, 332, 478.

- அண்டப் பிறப்பு கோட்பாடு (cosmogony):
—கான்ட்-லாப்ளாஸ் இவர்களின் அண்டப் பிறப்புத் தத்துவம்—47-49, 54-56, 81-82, 123-124, 335, 397, 448.
- அமீபா (amoeba)—489-490, 492-493.
- அம்ஃபியோக்ஸஸ் (amphioxus)—54, 372-373.
- அரசியல், அரசியல் உறவுகள், அரசியல் அமைப்புமுறை (politics, political relations, political system)—289-291.
- அரசியல் பொருளியல் (political economy)—36, 72-73, 83-84, 169, 335, 503-507;
—மூலச் சிறப்புள்ள பூர்ஷ்வா அரசியல் பொருளியல்—299.
- அரசு (state)—71-72, 289-291.
- அராபியர்கள் (arabs)—38-44, 297, 312-317.
- அல்ஜிப்ரா (algebra)—43, 430, 436-437.
- அவசியமும் தற்செயலும் (necessity and chance):
—அனுபவரீதியான உற்று நோக்கல் மட்டும் அவசியத்தை நிரூபிக்க முடியாது—375;
—அவசியம் தற்செயல் இடையேயுள்ள பரஸ்பர உறவு பற்றி இரண்டு இயக்கமறுப்பியல்வகைக் கருத்தோட்டங்கள்—339-341, 355-361;
—அவசியம் தற்செயல் பற்றி ஹெகல்—359-360;
—டார்வினீஸமும் அவசியம் தற்செயல் ஆகியவற்றின் பிரச்சினையும்—36, 360-361, 497;
—சட்டத்துறையும் தற்செயலும்—51-52, 361;
—அவசியம் தற்செயல் அகியவற்றின் புறநிலைத்தன்மை—361, 363-364;
—அவசியம் தற்செயல் இடையேயுள்ள இயக்கவியல் வகைப்பட்ட தொடர்பு—66-67, 352-353, 363-364, 497;
மேலும் பார்க்க: சுதந்திரமும் அவசியமும்.
- அளவு நிலை (quantity)—
பார்க்க: பண்புநிலையும் அளவுநிலையும்.
- அளவுநிலை பண்புநிலையாக மாறுவதின் நியதி (law on transformation of quantity into quality)—35, 106-116, 347-348, 380-381, 406-407, 411-414, 422-423, 465-466, 478.
- அளவை (measure)—
பார்க்க: கணு நிலைகள், இயக்கத்தின் அளவை.

- அறிவு, அறிநிலை (knowledge, cognition)—320;
—அறிவு வரையற்றது வரம்பற்றது — 36, 73-74, 380-396;
—அறிவின் சார்புத்தன்மை—394-395;
—நிகழ்வுத்தோற்றங்களின் சாராம்சத்தை அறியமுடிகிற நிலை—378-379, 393-395;
—அறிவின் வரலாற்றுநீதியான முன்னேற்றம்—364-368, 393-394.
- அனுபவம் (experience)—86-87, 122-123, 335, 371-372, 376-377, 414-415, 435, 443-444, 470;
பார்க்க: அனுபவவாதம், பரிசோதனை.
- அனுபவவாதம் (empiricism)—75, 101-105, 188, 192-193, 198-199, 205, 226-227, 338-339, 375-376, 384-387, 414, 470.
- அனுமானத் தத்துவம் (hypothesis):
—இயற்கை விஞ்ஞானத்தினுடைய வளர்ச்சி வடிவமாக—393, 419;
—அனுமானத் தத்துவமும் நியதியும்—378, 393;
—வானியலில்—82-83;
—இரசாயனவியலில்—419;
—உயிரியலில்—419.

ஆ

- 17வது நூற்றாண்டின் ஆங்கிலேய தத்துவ இயல் (English philosophy of 17th century)—80-81.
- ஆசியா (Asia)—312, 498.
- ஆயுதங்கள் (weapons)—287.
- ஆவியுலகவாதம் (spiritualism)—87-105.
- ஆற்றலின் அழியாநிலை, உருமாற்றநிலை பற்றிய நியதி (law of conservation and transformation of energy)—35, 76, 119, 120, 131-134, 191-194, 203-204, 227-228, 235-236, 239-240; 261, 275-277, 321-322, 359, 363-368, 389-392, 456, 462-465, 477.
- ஆற்றல் (energy):
—“ஆற்றல்” எனும் சொல்லின் போதாமை—133-135;
—ஆற்றலுக்கும் இயக்கத்துக்கும் இடையேயுள்ள முற்றொருமை—107, 164, 321;
—வில்க்கல் சக்கியின் மற்றொரு பெயர் ஆற்றல்—127, 134, 143;

- விசையியல் ஆற்றல்—175;
- மூலக்கூறு ஆற்றல்—175, 228;
- இரசாயன ஆற்றல்—198-205, 221-223, 227, 230-231, 233-234, 245-246, 251-255, 260, 261, 266-267, 274-275;
- பூமியின் மீது செயற்படுகிற ஆற்றல் முழுவதும் சூரிய னிடமிருந்து பெறப்படுகிற வெப்பத்தின் நிலை மாறு தலேயாம் — 404-405;
- மேலும் பார்க்க: ஆற்றலின் அழியா நிலை, உருமாற்றநிலை பற்றிய நியதி, இயங்காற்றல், ஒடுக்கநிலை ஆற்றல்.

இ

- இங்கிலாந்தில் அனுபவவியல் (empiricism in England)—86-87.
- இங்கிலாந்து (England)—39, 311.
- இடவெளி (space):
 - இடவெளியும் காலமும் இருத்தலின் முக்கியமான வடிவங்களாக—385;
 - இடவெளியும் வஸ்துவும்—387-388, 401; 467-468;
 - இடவெளியும் இயக்கமும்—401;
 - இடவெளியின் வரம்பற்ற நிலை—69, 388-389, 437-438;
 - இடவெளியின் மூன்று பரிமாணங்கள்—100-104, 120;
 - அதன் வடிவங்களும் உறவுகளும்—436.
- இத்தாலி (Italy)—38-39, 303.
- 16வது நூற்றாண்டின் இத்தாலியத் தத்துவ இயல்—42, 316.
- இயக்க இயல் (dialectics)—86-87, 420;
 - இயக்க இயலின் வரையறுப்பு—36, 106, 436;
 - அதன் பொதுத் தன்மை—106-107, 344-347, 434;
 - புறநிலை இயக்க இயலும் அகநிலை இயக்க இயலும்—331-332, 334;
 - இயற்கையில்—78, 418-419, 436, 446-448, 474-475;
 - சமூகத்தில்—182, 436;
 - சிந்தனையில்—78-79, 146, 164, 436, 446;
 - அது இயக்கமறுப்பியலுக்கு எதிரானது—78-83, 106, 245, 331, 343, 346-347;

- பொருள்முதல்வாத இயக்க இயல் கருத்துமுதல்வாத இயக்க இயலுக்கு எதிரானது—82-86, 331-332;
- பண்டைய கிரேக்க இயக்க இயல்—55, 75-76, 79-80, 331, 364-365;
- மூலச்சிறப்புள்ள ஜெர்மன் தத்துவவியலில் இயக்க இயல்—76-86, 244-245, 363-365, 407-409, 416, 434, 538-547;
- மார்க்ஸீய இயக்க இயல்—84-86;
- உன்னதமான ஒரு சிந்தனா முறை—345-347;
- இயக்க இயலின் அடிப்படையான நியதிகள்—35, 106-116, 344-361;
- இயக்க இயலும் தர்க்கவியலும்—76, 329-335, 363-365, 373, 393-394;
- இயக்க இயலும் இயற்கை இயலும்—35-36, 76-86, 102-104, 122-123, 146, 164, 331-334, 343, 345-347, 393-394, 397-399, 405-406, 420-421, 433-434, 446, 479-480;
- இயக்க இயலும் வரலாற்று ஆராய்ச்சியும்—182-183, 331-332, 343, 435-436.
- இயக்கத்தின் அளவை (measure of motion)—146-169, 181, 465-467.
- இயக்கத்தின் அளவு [motion, quantity of (in the sence of momentum)] (Bewegungsgrösse)—146-163.
- இயக்கத்தின் தொகை [இயக்கத்தின் அல்லது ஆற்றலின் மொத்த தொகை] [motion, amount of (in the sence of total amount of motion or energy)] (Bewegungsmenge)—52, 108, 119, 120-121, 125-126, 131-132, 152, 158-160, 277, 368, 401, 462-464, 465-466;
- பரஸ்பரச் செயல் பரமமான முதலிலை இரண்டாம் நிலை அனைத்தையும் விலக்குகிறது—245-248, 269-277, 292-293, 378, 415-416;
- பரஸ்பரச் செயலுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்—120-127, 352-354, 378, 412-414, 499-500;
- பரஸ்பரச் செயலைப் பற்றி ஹெகல்—378, 397, 502-503;
- தாழ்த்தல் (இயக்கத்தின் உயர்நிலை வடிவங்களைக் கீழ் நிலை வடிவங்களாக)—404-406, 410-412.
- இயக்கம் (motion)—375-378, 397, 446-447;
- இயக்கத்தின் சர்வவியாபகத்தன்மை—392;

- இயக்கம் பற்றிய வரையறை—117-118, 397, 401, 416;
 —பொதுப்படையில் இயக்கம்—385-387;
 —பொதுப்படையில் மாற்றமாக இயக்கம்—404-405, 411-416;
 —இயக்கத்தின் சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாத தன்மையும் அழிக்கப்பட முடியாத தன்மையும்—36, 65-66, 68, 119, 387-388, 401-402, 416, 457-458, 462-465.
 இயக்கமறுப்பியல் (metaphysics)—355, 436;
 —பொதுப் பண்புரை—278-279; 331-335;
 —இயக்க இயலுக்கு எதிரானது—78-81, 106, 244-245, 331, 343, 346-347;
 —17, 18வது நூற்றாண்டுகளின் இயக்கமறுப்பியல்—43-50, 80, 366, 434-435, 455;
 —இயற்கையியலில் இயக்கமறுப்பியல்வாதம்—35, 44-55, 79-82, 102-104, 122, 244-245, 334-335, 343, 349-353, 357-358, 382-383, 433, 446 456;
 —இயக்கமறுப்பியல் வகைப்பிரிவுகளின் முக்கியத்துவம்—334-335, 347-350;
 —இயக்கமும் ஓய்வும்—133-134, 164, 401-403;
 —சவர்ச்சி விலக்கல் ஆகியவற்றின் பரஸ்பரச் செயலாக—120-121, 465-466;
 —அதன் அடிப்படை வடிவங்கள்—37, 117-119, 378, 404-405;
 —ஓர் இயக்க வடிவத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுவது—52, 130-132, 321-322, 378, 403-409, 458;
 —இயக்கம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படல்—456-458, 461-463;
 —இயக்கத்தின் வடிவங்களும் விஞ்ஞானங்களை வகைப்பிரித்தலும்—407-409;
 —இயக்க வடிவங்களைப் பற்றிய அறிவு—117-118.
 இயங்காற்றல் (kinetic energy)—168, 175-178, 455;
 மேலும் பார்க்க: ஜீவசக்தி.
 இயந்திரவியல் (mechanics):—130-131, 143-169, 181, 255-256, 403, 406-407, 428-429, 437, 455, 458;
 —வானுலக, நில உலகக் கட்டிடங்களின் இயக்கத்தின் விஞ்ஞானமாக—110;
 —சாதாரண இடப் பெயர்ச்சியின் தத்துவமாக—117;
 —பொதுவான பண்புரை—43, 110, 408-411, 445;

- அதன் வரலாறு—36, 117-118, 301-303, 313, 317, 321, 334;
 —பூவுலக இயந்திரவியல்—37, 125-126, 138, 387-388, 410-411, 436-437, 443;
 —வானுலக இயந்திரவியல்—36, 409-410;
 —கணிதவியல்ரீதியான இயந்திரவியல்—145, 149;
 —தத்துவரீதியான இயந்திரவியல்—168;
 இயந்திரீகக் கண்ணோட்டம் (mechanism)—36, 47, 321, 341, 360, 381, 404-405, 408-417.
 இயந்திரீக இயக்கம் (mechanical motion)—51-52, 58, 64, 181, 378, 404, 417-418, 458;
 —இயக்கத்தின் மிக எளிய வடிவமாக—117-118, 404;
 —இயந்திரவியலின் ஆய்வுக்குரிய பொருளாக—117;
 —இயந்திரீக இயக்கம் வெப்பமாக மாறுவதும் வெப்பம் இயந்திரீக இயக்கமாக மாறுவதும்—52-53, 65-66, 107-108, 163-165, 179-185, 367-368, 378, 404, 418-419, 455, 458;
 —இயந்திரீக இயக்கத்தின் இரண்டு அளவைகள்—162, 163-164.
 இயற்கை (nature):
 —இயற்கையைப் பற்றிய இயக்க மறுப்பியல் கருத்தோட்டம்—44-54;
 —இயற்கையைப் பற்றிய இயக்க இயல் கருத்தோட்டம்—54-56, 119, 292, 325, 344, 436;
 —வரலாற்று வழிப்பட்ட நிகழ்வுப் போக்காக இயற்கை—317, 387-389, 360-364, 377-378;
 —இயற்கையும் மனிதனும்—59, 293-295, 360-364, 376-378.
 இயற்கைத் தத்துவவியல் (natural philosophy)—47, 72, 82-84, 86-87, 102-103, 188, 337-339, 443, 447-448;
 —பண்டைக் காலத்து மாண்புமிக்க இயற்கை-தத்துவவியல் உள்ளாணர்வுகள்—38, 55-56, 315-316.
 இயற்கைத் தேர்வு (natural selection)—88, 416, 498-499.
 இயற்கையியல் (natural science)—353-354, 434-436;
 —அதன் வரலாறு—38-55, 72-73, 76-78, 117-118, 131-132, 136, 296, 301-329;
 —அனுபவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம்—321;

- தத்துவரீதியான இயற்கை விஞ்ஞானம்—64-65, 81-85, 321;
- இயற்கையியலும் தத்துவவியலும்—64-65, 78-81, 119-122, 193, 315-316, 321-325, 330-343, 375-376, 378-379, 393-394, 400-401;
- இயற்கையியலும் இயக்க இயலும்—35-36, 76-86, 102-104, 122, 146, 164, 331-334, 343, 345-347, 393-394, 397-399, 405-406, 420-421, 433-434, 446, 479-480;
- கம்யூனிஸத்தின் கீழ் இயற்கை விஞ்ஞானம்—63-64.
- இயற்கையில் வஸ்துவின் சக்கரவட்டம் (circulation of matter in nature)—52-55, 69, 386-388, 462-464.
- இயற்கைவாதம் (naturalism)—102-104, 185, 377-378.
- இரசவாதம் (alchemy)—43, 384-385.
- இரசாயனவியல் (chemistry)—36, 37, 130-131, 143, 180, 318-319, 334, 409-414, 437-440, 459;
- அணுக்களின் பௌதிகவியலாக—110-111, 117, 409-411, 418, 474-475;
- அதன் வரலாறு—44, 53, 56, 77, 85-86, 186, 301-303, 316, 416, 477;
- இயக்கத்தின் இரசாயன வடிவங்கள்—57, 65-66, 107, 128-132, 140-141, 164, 273-277, 321, 377, 403, 404, 418, 473-474, 475;
- இரசாயனவியலில் வளர்சிதை மாற்றம்—489-490;
- அங்கக இரசாயனம்—303, 318, 320, 406-407, 478, 480;
- புரதப் பொருளின் இரசாயனவியல்—324-325, 406-407, 418;
- அளவுநிலை பண்புநிலையாக உருமாற்றமடைதல்—111-113, 400, 411-412;
- இரசாயனவியலில் பகுப்பாய்வும் தொகுப்பாக்கமும்—373;
- இரசாயனவியலில் கணிதவியலின் அனுட்டானம்—445;
- நமது இரசாயனவியலின் புவிமையத்தன்மை—388-392.
- இரத்த ஓட்டம் (circulation of the blood)—42, 303.
- இருத்தல் (being):
- அதன் முக்கியமான வடிவங்கள்—385-386;
- இருத்தலும் உணர்வும்—82-83, 434, 444.
- இருத்தல், சிந்தனை இவற்றின் ஒற்றுமை (unity of being and thought)—362-364, 434.

- இலக்கியம் (literature)—39, 312.
- இறைச்சி உணவு, மனிதனின் வளர்ச்சியில் அதன் முக்கியத் துவம் (meat diet)—228.
- இன்க்விஸிஷன் (inquisition)—42.
- இன்புசோரியாக்கள் (infusoria)—480, 492, 494-495, 503.
- இன்மை (nothing)—361, 426-428.

FF

ஈதர் (ether):

- அனுமானத் தத்துவம் தான்—48, 119, 399, 466-467, 467-468;
- அதன் வஸ்துத்தன்மை—397-399;
- ஈதர் துகள்கள்—119, 180, 194-196, 442-443;
- ஈதர் அணுக்கள்—477.
- ஈதரின் தொடர்ந்த தன்மை—400, 466-468;
- ஈதர் ஒளிக்குத் தடையை உண்டாக்கிறது—450, 467-468;
- ஈதரின் இயந்திரவியல்—181;
- மின் விசை பற்றிய ஈதர் தத்துவம்—179-180, 194-196.

உ

உடலமைப்பியல் (anatomy):

- அதன் வரலாறு—44, 53, 301, 360-361;
- ஒப்புநோக்கு உடலமைப்பியல்—53, 318-319, 321-322, 360-361.

உடலியல் (physiology)—334, 348-349, 461-462, 479, 503-507;

- உயிருள்ள உடலின் பௌதிகவியலாக, இரசாயனவியலாக—419;

- உடலியலின் வரலாறு—44, 53, 56, 301-303, 324.
- உட்கிடக்கையும் வடிவமும் (content and form)—434-435, 492-497.

உட்சத்து (substance)—363-364, 378.

- உணர்வு (consciousness)—40, 59-62, 65-66, 69-70, 285, 317, 318, 339-342, 501-504.

உண்மை (truth):

- நிரந்தர உண்மை—76, 334.

உயிரணு (cell):

- உயிர்ப்புள்ள உலகின் அடிப்படை வடிவமாகவும் அமைப்பியல் அலகாகவும் — 56, 59, 317, 334, 344-345, 443-444, 497;
- வடிவமற்ற உயிரணுவல்லாத புரத அமைப்புகளிலிருந்து அதன் தோற்றம்—58-59, 480-482, 490;
- வேறுபடுத்தலின் வழியே அதன் மாற்றமும் வளர்ச்சியும்—59, 323, 348-349, 492-497;
- அதன் உட்கருவும் புறச்சவ்வும்— 59, 344, 489, 494;
- பல ஜீவ அணுக்கள் ஓர் உடலாக இணைவது—493-495;
- உயிரணுவின் கண்டுபிடிப்பு—53, 303, 318-323, 334, 337-338;
- விர்ஹோவின் “உயிரணு நிலைகள்”—36;
- டி ரௌபேயின் “செயற்கை ஜீவ அணுக்கள்”—489-492.

உயிரியலில் ராசிகள் (species in biology)—45, 51-55; 286, 334, 348-350, 356-359, 480, 498.

உயிரியல் (biology)—36, 143, 360, 444;

- புரதப் பொருளின் இரசாயனவியல்—411;
- அதன் வரவாறு—44-45, 53-54, 321, 323, 328;
- உயிரியலில் இயக்க இயல்—36, 80, 115, 346, 359-360, 497;
- உயிரியல் புவிமையத்தன்மையது—380-391.

உயிரினப்படைப்பு மரபியல் விதி (biogenetic law)—54-55, 293-294, 336, 363-364.

உய்த்துணரும் முறை (deduction)

- தொகுப்பாய்வு முறையும் உய்த்துணரும் முறையையும் பார்க்க.

உய்த்துணர்தல் (reason):

- உய்த்துணர்தலும் பகுத்தறிவும்—363-365.

உய்த்துணர்தல் (understanding)—335, 337-338, 347;

- உய்த்துணர்தலும் பகுத்தறிவும்—363-365.

உராய்வு (friction):

- உராய்வும் மோதலும் —156-159, 175, 179, 366-367, 405-406, 417-419, 455, 474-475.

மேலும் பார்க்க: ஏற்றவற்ற உராய்வு, தீ.

உழைப்பு (labour):

- மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதகை மாறிய இடைநிலைப்படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்—59-62, 278-294;

—கருவிகளைச் செய்வதிலிருந்து உழைப்பு தொடங்குகிறது—288;

—அரசியல் பொருளாதாரத்தில் வகைப்பிரிவாக உழைப்பு—170, 503-507;

—எல்லாச் செல்வத்துக்கும் தோற்றுவாயாக உழைப்பு—278;

—உண்மைக்குத் தீர்ப்பளவை மனிதனின் செயற்பாடு—374-376;

மேலும் பார்க்க: தொழில் பிரிவினை.

உழைப்புக்குரிய கருவி (tool):

—தனிக்குறிப்பாயுள்ள மனித நடவடிக்கையின் தொடக்கமாகக் கருவிகளின் தோற்றம்—60-61, 286-288;

—அவைகளின் புனைவு—183, 279, 286-288;

—விவங்குகளிடையே கருவிகளின் மூலப்படிக்கூறுகள்—60, 502-503.

உழைப்புப் பிரிவினை (division of labour)—41;

—இயற்கை விஞ்ஞானத்தில்—51.

உலகக் கண்ணோட்டம் (world outlook)—80;

—பொருள்முதல்வாத உலகக் கண்ணோட்டம்—325.

உறவுகள் (relations):

—கணிதவியலின் ஆய்வுப் பொருளாக அளவுநிலை உறவுகளும் இடவெளி உறவுகளும்—435.

உற்பத்தி (production):—293-303, 311-312;

—தனிக்குறிப்பான மனித நடவடிக்கையாக, மனிதனின் மற்றெல்லா நடவடிக்கைகளுக்கும் உரிய பொருளாயத் அடிப்படையாக—59-63, 499-503;

—உற்பத்தி முறையும் சமுதாய அமைப்பு முறையும்—297-299;

மேலும் பார்க்க: முதலாளித்துவ உற்பத்தி முறை, கம்யூனிஸம்.

உற்பத்திச் சக்திகள் (productive forces):

—முதலாளித்துவச் சமூக அமைப்பின் கீழ் உற்பத்திச் சக்திகள்—501-502.

உற்பத்தி முறை (mode of production) —

பார்க்க: உற்பத்தி.

எ

எகிப்து (Egypt) — 301.

எண் (number) —422-430, 436;

—பிதகோரஸ்—305, 417.

எண் கணிதம் (arithmetic)—421-424, 435.

எதிர்நிலை (negative) —

பார்க்க: நேர்நிலையும் எதிர்நிலையும்.

எதிர்மறைகளின் ஒற்றுமை போராட்டம் பற்றிய நியதி (law of unity and struggle of opposites) —35, 102-104, 106, 138-139, 244-245, 300, 344-360, 425.

எதிர்மறைகள் (opposites) — 35, 122, 329-334, 344-349, 423, 467-470.

பார்க்கவும்: துருவத் தன்மை, வர்க்கங்கள், உழைப்பு, எதிர்மறைகளின் ஒற்றுமையும் போராட்டமும் பற்றிய நியதி.

என்ட்ராபி (entropy) —465.

ஏ

ஏற்றவற்ற உராய்வு (tidal friction)—37, 50, 82-83, 170-178, 454.

ஐ

ஐரிஷ் மக்கள் (the Irish) — 297.

ஐரோப்பா (Europe) —295-299, 303, 311-312.

ஓ

ஒடுக்க நிலை ஆற்றல் (potential energy) — 110, 160, 163-164, 175-178, 455.

ஒப்பியல் நிலை (relativity)—371-372, 392.

ஒப்புநோக்குதல் (comparison) —380, 423.

ஒப்புமை (analogy) —114-115, 434-435, 439-443, 458, 489-490;

—இயக்க இயல் முறை யதார்த்தத்தின் மாதிரி-அமைப்பு —76.

ஒருமைத் தத்துவம் (monism) —339-340, 410-412.

ஒரே மாதிரியான உறவு உள்ள பொருட்களின் தொடர்வகை (homologous series) —

பார்க்க: கார்பன்.

ஒளி (light) —52, 65-66, 134-137, 180, 185, 192-193, 194, 320, 374, 377, 378, 405-406, 417-419, 442, 447-450, 454, 467-470.

ஒளிமுகில் அனுமானவுரை (nebular hypothesis) —
பார்க்க: அண்டப் பிறப்புக் கோட்பாடு தத்துவம்.

ஒளியியல் (optics)—44.

ஒற்றுமை (அளவுவகைப்பட்டது) [unity (quantitative)].
ஒற்றையானதும் கூட்டிணைப்பானதும் (simple and compound)—
347-350.

ஓ

ஓய்வு (rest)—

பார்க்க: இயக்கம்.

ஓரணு உயிரிகள் (unicellular organisms)—54-55, 481-482, 492-496, 503.

மேலும் பார்க்க: அமீபா, இன்புசோரியாக்கள்.

ஓரிறைமைக் கோட்பாடுள்ள மதங்களின் இறைவன் (god of monotheistic religions) — 46, 50-51, 66-67, 89-90, 123-125, 321, 327-329, 337-339, 357-358, 447.

க

கட்டி (mass):

—வஸ்துவின் தனித்துவமான துகளாக—440-444, 477-478;

—கட்டிகளும் கூட்டணுக்களும்—109, 437-440;

—பூவுலகக் கட்டிகளின் இயந்திரவியல்—117-118, 436-437;

—கட்டிகளின் அசைவோட்டம்—117-119, 131-134, 164, 175, 178-179, 198-199, 408-409, 418, 438-440, 465-466, 466-467.

கணிதவியல் (mathematics) — 104, 319;

—கணிதவியல் பற்றிய வரையறை—420;

—நடைமுறைத் தேவைகளிலிருந்து கணிதவியலின் தோற்றம்—301;

—அதன் வரலாறு—303, 317, 422;

—யதார்த்தத்தின் பிரதிபலிப்பாக—35, 349, 434-445;

—கணிதவியலில் இயக்க இயல்—35, 37, 334-335, 349-350, 420-445;

—கீழ்நிலைக் கணிதவியலும் உயர்நிலைக் கணிதவியலும்—332-335;

—பிற விஞ்ஞானங்களில் அதன் அனுட்டானம்—445.
(கணிதவியலில்) வெளிப்படை உண்மைகள் (axioms, mathematical) — 420, 436.

கணு நிலைகள் (nodal points):

—அளவு நிலையான மாற்றம் பண்பு நிலையானதாக மாறும் கணு நிலைகள்—111, 465-466, 477-478.

கண்டுபிடிப்புகள் (inventions) —182-183, 311-315.

கண்டுபிடிப்புகள் (discoveries):

—முப்பெரும் கண்டுபிடிப்புகள்— 321-324.

கதம்பவாதம் (eclecticism)—78.

கத்தோலிக்க திருச்சபை (catholicism) —44, 51, 316.

கபாலவிலக்கணம் (phrenology) —89-93, 391-393.

கம்யூனிஸம் (communism):

—கற்பனைவாத கம்யூனிஸம்—39, 315.

மேலும் பார்க்க: சோஷலிஸம்.

கம்யூனிஸம்(communism)அரசியல்-பொருளாதார உருவாக்கம் (social-economic formation):

—கம்யூனிஸத்தின் கீழ் உற்பத்தி—63;

—கம்யூனிஸத்தின் கீழ் விநியோகம்—63;

—கம்யூனிஸத்தின் கீழ் வர்க்க வேறுபாடுகள் அழிதல்—297;

—கம்யூனிஸத்தின் கீழ் விஞ்ஞானம்—63;

—கம்யூனிஸத்தின் கீழ் தனிநபரின் முழுமையான வளர்ச்சி—63.

கருத்தியல் (யதார்த்தம் பற்றிய கருத்துமுதல்வாத வகைப் பட்ட அறிவு எனும் முறையில்) (ideology) — 292, 342-343.

கருத்துமுதல்வாதம் (idealism) —320, 395-396;

—அதன் தோற்றம்—290-292;

—அது ஆதிக்கம் செலுத்திய காலப்பகுதி—324-325;

—ஹெகலின் கருத்துமுதல்வாதத்தை விமர்சனம் செய்தல்—82-85, 106-107, 330-333, 408-409.

கருத்துருவம் (concept) —372-373;

—கருத்துருவமும் இயக்க இயல் சிந்தனையும்—145, 363-364;

கருவியல் (embryology)—337-338, 363-364;

—அதன் வரலாறு—53, 318-323, 359-360.

கலோரிக் (caloric) —375-376, 455.

கலைத்துறை (art) —38-40, 281, 290-291, 315.

கவர்ச்சியும் விலக்கலும் (attraction and repulsion) —37, 65-66, 401, 473-474, 477-478;

—வஸ்துவின் சாரம்—45, 397-399;

—கவர்ச்சி விலக்கல் இடையேயுள்ள பரஸ்பர வினையே

இயக்கம் என்பது—120-122, 465-466;

—இயக்கத்தின் எளிய வடிவங்கள்—124-143;

—கவர்ச்சி விலக்கல் சக்தியாக நிலை மாறுதல் பெறுவதும், இதன் தலைமாறான நிலைமாறுதலும்—399, 403, 465-466;

—இயந்திரவியலில்—127-129, 143-144, 401-404;

—பொளதிகவியலில்—128-129, 143, 198-199, 460-461;

—இரசாயனவியலில்—140-143, 315-316.

கற்பனைவாத சோஷலிஸம் (utopian socialism) — பார்க்க: கற்பனைவாதிகள்.

கற்பனைவாதிகள் (utopians)—89.

கனிப்பொருளியல் (mineralogy) —44, 318.

காந்தச் சட்டத்தின் துருவங்கள் (magnetic poles) —122, 352-354, 473-474.

காந்தவிசை(magnetism)—51-52, 57, 64-65, 128-130, 131-132, 181, 185, 191-192, 197-199, 277-278, 321, 344, 347, 378, 402, 406-407, 458.

காரணகாரியவாதம் (teleology) —47, 318, 339-341, 416.

காரணங்களின் செயற்பாடு (causality):

—அதன் புறநிலைத்தன்மை—137, 378-379;

—காரணங்களின் செயற்பாடும் மனிதரின் நடைமுறைச் செயலும்—375-376;

—அதைப் பற்றிய இயக்க மறுப்பியல்ரீதியான கருத்தோட்டம்—356-361;

—அதைப் பற்றிய இயக்கியல்ரீதியான கருத்தோட்டம்—329, 352-353, 363-364, 378-380, 456;

—காரணமாக இல்லாமற்போவது காரியமாகவும் இல்லாமற்போகும்—476;

—பொருளின் சத்து தன்னுடைய காரணமாக இருக்கிறது—378, 416.

—நோக்கம் கொண்ட காரணங்களும் செயல்படும் காரணங்களும்—339-340, 378, 397, 416, 417.

கார்பன் (carbon):

—அங்கக வாழ்வின் சாராம்சமான தாங்கியாக—412-413, 487-493;

—ஒரே மாதிரியான உறவு உள்ள கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களின் தொடர்வகை—112-114.

- காலநிலையியல் (meteorology) — 303, 389-390, 392, 409-410.
- காலம் (time) — 312-313;
— இடவெளியும் காலமும் இருத்தலின் முக்கியமான வடிவங்கள்—385;
— காலமும் வஸ்துவும்—387-388, 400;
— காலமும் இயக்கமும்—400;
— அதன் வரம்பற்ற நிலை—69, 388-389.
- கால்வானிஸம் (galvanism)—128-129, 186-187, 198-199, 202-203, 277.
- கியூபா (Cuba) — 299-300.
- கிறிஸ்துவமதம் (christianity)—296.
- குடும்பம் (family):
— புராதனக் குடும்பத்தில் உழைப்புப் பிரிவினை — 290-291.
- கூட்டணு, மூலக்கூறு (molecule):
— வஸ்துவின் தனித்துவமான துகளாக—109, 434, 437-443, 465-468;
— கூட்டணுவும் அணுவும்—109-110, 400, 442-443;
— கூட்டணுவும் கட்டியும்—109, 437;
— பௌதிகவியலின் ஆய்வுக்குரிய பொருளாக—36, 110-111, 117, 179-180, 408-410, 417-418, 474-475;
— கூட்டணுக்களின் இயக்கம்—36, 117-118, 164, 175, 179-180, 404-406, 408-410, 411-412, 418, 429, 438-440, 456, 465-467, 476;
— கூட்டணுவை அறிவதில் சிந்தனையின் பாத்திரம்—334-336;
— மூலக்கூறுத் தத்துவம்—477.
- கூலி (wages):
— தேர்ச்சியுள்ள தொழிலாளியின் கூலி—505.
- கை (hand):
— மனிதனின் கையும் மனிதக்குரங்கின் கையும்—59-60, 278-286;
— உழைப்பின் உறுப்பாகவும் விளைவாகவும்— 281;
— மனிதகுலத்தின் பண்பாட்டில் அதன் பாத்திரம்—59-61, 281, 286.
- கைத்தொழில் உற்பத்தி (handicraft production)—39, 301;
— கைத்தொழிலிலிருந்து பட்டறைத் தொழில் முறைக்கு மாறுவது—39.

ச

சக்தி (force):

- சக்தி என்கிற கருத்துப்போக்கு மனிதன் தன் சூழ்நிலைக்குள் செய்யும் நடவடிக்கையிலிருந்து பெறப்பட்டது—134, 459-461;
— இயக்கத்தின் செயல்திறனுள்ள அம்சமாக—139, 456-458;
— அதன் வெளிப்பாடு கொண்டு அது அளக்கப்படுகிறது—458;
— சக்தி என்கிற கருத்துருவத்தை விமர்சனம் செய்தல்—37, 53, 69, 119-127, 131-140, 143, 194, 254-255, 275-277, 458-462.
- சடத்துவம் (inertia) — 36, 461-462.
- சட்டம் [உரிமை] [law (right)]:
— மேல்கட்டுமானமாகச் சட்டத் துறைக் கருத்துக்களும் நிறுவனங்களும்—290-291.
- சந்தேகவாதம் (scepticism) — 227, 377, 395-396.
- சமனநிலை (equilibrium) — 66-67, 110, 401-403, 406-407.
- சமுசயவாதம் [விமர்சனம்] (agnosticism, its criticism).
பார்க்க: புலனறிதல்.
- சமூகம் (society) — 297;
— மனித சமூகத்தின் தன்மைக் குறிப்பான சிறப்புக்கூறாக உழைப்பு—286-287;
— இயற்கையின் நியதிகளை மனித சமூகத்துக்கு மாற்றி விடுவதை அனுமதிக்க முடியாது—330, 499-501.
- சர்வவியாபகத் தன்மை (universal) —
பார்க்க: தனியொன்று, பிரத்தியேகத் தன்மையும், சர்வவியாபகத் தன்மையும்.
- சாத்தியப்பாடும் யதார்த்தமும் (possibility and reality)—65-67, 114, 425, 492.
- சாரமும் தோற்றமும் (essence and appearance) — 331;
— பொருட்களின் சாராம்சத்தை அறிய இயலாது என்ற எண்ணம் பொருளற்றது—393-395;
— வஸ்துவின் சாராம்சம்—397-399;
— சாராம்சத்தைப் பற்றிய ஹெகலின் தத்துவம்—329-334, 348-349, 393-394, 399.
- சிந்தனை விசாரம் (contemplation) — 80.
- சிந்தித்தல், சிந்தனை (thinking, thought)—347, 363-364;
— வளர்ந்துவரும் வஸ்துவின் விளைவாக—70, 321, 326-327;

- இயக்கத்தின் வடிவமாக—117-118, 405-406;
 - சிந்தனையும் இருத்தலும்—344, 434, 444;
 - அதன் நியதிகள்—76-77, 106, 366;
 - சிந்தனையின் நியதிகளும் இயற்கையின் நியதிகளும்—106, 365-367, 434-435;
 - அதன் வடிவங்கள்—364-365, 393-394;
 - சம்பிரதாயத் தர்க்கவியலுக்கும் இயக்கவியலுக்கும் ஆய்வுப்பொருளாக—106, 343, 364-365, 393-394;
 - மனிதர்கள் விலங்குகள் இடையே சிந்தனை—363-365;
 - தத்துவச் சிந்தனையின் வரலாற்றுத்தன்மை—65-66, 102-104, 334-336, 393, 399, 417;
 - சூக்கும சிந்தனையின் முக்கியத்துவம்—64-66, 102-103, 332-338, 378-380, 392-394, 419;
 - அனுபவவாத இயற்கை விஞ்ஞானிகளும் சிந்தனையும்—50, 153-154, 168-170, 188, 192-193, 225-227, 337-339, 342-343, 378-380.
 - இயக்க மறுப்பியல்ரீதியான சிந்தனை—78-80, 122, 244, 334-335, 343, 345-350, 446-447;
 - இயக்க இயல்ரீதியான சிந்தனை—78-80, 146, 346-347, 363-365, 436, 446;
 - அதன் வளர்ச்சியில் முரண்பாடு—382-384;
 - சிந்தனையும் நடைமுறையும்—286-287, 289-291, 375-377;
 - சிந்தனையும் மொழியும்—286.
- சீனா (China) — 314-315.
- சுதந்திர வியாபாரம் (free trade) — 84-85.
- சுதந்திரமும் அவசியமும் (freedom and necessity) — 296.
- சுழற்சி (rotation) — 49, 124-125, 170-177, 446, 447, 478.
- சூக்குமம் (abstraction):
- விலங்குகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும் இயல்பான சூக்குமப் படுத்தும் ஆற்றல்—363-364;
 - பொதுமைப்படுத்தும் திறனின் வளர்ச்சியும் உழைப்பும்—287;
 - சூக்கும சிந்தனையின் அவசியமும் முக்கியத்துவமும்—333-335, 378-379, 384-387;
 - சூக்கமமும் ஸ்தூலமும்—363-364;
 - சூக்குமப் பொருளின் எடுத்துக்காட்டுகள்—193, 374-375, 414-417;

- வஸ்து ஒரு சூக்குமப் பொருள் எனும் கருத்துருவம்—397, 416-417;
 - இடவெளியும் காலமும் சூக்குமப் பொருட்கள் எனும் கருத்துருவங்கள்—384-387;
 - கணிதவியல் சூக்குமங்கள் (mathematical abstraction) —375, 430-431, 437-444.
- செயலும் எதிர்ச்செயலும் (action and reaction)—134-135, 138-139.
- செயற்கைத் தேர்வு (artificial selection) —416.
- சொத்து (property):
- பொது (வான) சொத்து—297-299;
 - உற்பத்தியாளர்கள் தம் சொந்த உழைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ள தனிச் சொத்து—300.
- சோஷலிஸப் புரட்சி (socialist revolution) — 63, 297, 346, 501-502.
- சோஷலிஸம் (socialism):
- விஞ்ஞான சோஷலிஸம்—331, 335;
 - ஆங்கிலேய சோஷலிஸம்—88;
 - ஜெர்மன் சோஷலிஸம்—74.
- மேலும் பார்க்க: கம்யூனிஸம்.

ஜ

- ஜியோமிதி (geometry)—375-376, 431-432, 436;
- தொகுப்பு முறை ஜியோமிதி—433-434;
 - பகுப்பு முறை ஜியோமிதி—43, 352-353, 429-432.
- ஜீவசக்தி (இயங்காற்றல்) — [vis viva (kinetic energy)] —131-134, 146-164, 166-169, 179, 223-225.
- ஜீவவாதம் (vitalism) — 339, 340, 460-462.
- ஜெர்மனி (Germany)—71-73, 78, 324-326, 329, 345-346, 378.
- ஜெர்மானிய இனம் (germans) —311-312, 378.
- ஜெர்மனியில் விவசாயிகளின் போர் (Peasant War in Germany) —39.

ஸ

- ஸெரடோடஸ் (ceratodus) — 54.
- ஸ்காண்டிநேவியா (Scandinavia) —312.
- ஸ்தூலம் (concrete) —
பார்க்க: சூக்குமம்.

ஸ்பெயின் (Spain) —39, 311.
ஸ்லாவ் இனத்தவர் (Slavs) —311.

ஹ

ஹெகலியவாதம் (Hegelianism) —78, 82-84, 137-138.
ஹங்கேரி (Hungary) —312.

L

டார்வினிஸம் (darwinism) 36, 54, 278, 323, 329, 417;
—தற்செயலும் அவசியமும் பற்றிய பிரச்சினை—36, 361-384, 497.

மேலும் பார்க்கவும்: இயற்கைத் தேர்வு, தகவமைப்பு இயல்பு, பிழைப்புப் போராட்டம், மரபுவழி இயல்பு. 1864 டென்மார்க் யுத்தம் (Danish war of 1864) —161.
டேக்கார்ட்டின் ஆதரவாளர்கள் (cartesians) —147, 150-151, 163.

த

தகவமைப்பு இயல்பு (adaptation) —345;
—மரபுவழி இயல்புக்கும் தகவமைப்பு இயல்புக்கும் இடையே பரஸ்பரத் தகவமைப்பு —344-345, 498;
—உயிரினங்கள் சுற்றுச் சார்புகளுக்கேற்றவாறு தங்களைச் சரிப்படுத்திக் கொள்வது —51.

தத்துவம் (theory):

—தத்துவமும் அனுபவவாதமும்—75, 338-339;
—தத்துவச் சிந்தனையின் முக்கியத்துவம்—75-78, 102-103, 334-335;
—பொய்யான தத்துவங்களின் தீமை—185, 375, 376;
—வரலாற்றுரீதியான விளைபொருட்களாகத் தத்துவங்கள்—75-77.

தத்துவவியல் (philosophy):

—தத்துவவியலின் ஆய்வுப்பொருளின் மாற்றம் — 343;
—தத்துவவியலில் இரண்டு கருத்துப் போக்குகள்—331;
—தத்துவவியலின் வரலாறு—45-47; 71-86, 377, 394, 414, 467-468;

—தத்துவவியலும் இயற்கையியலும்—65-66, 75-86, 119-122, 184, 193, 316, 321-323, 329-343, 377, 393-394, 400-401.

மேலும் பார்க்க: பண்டைய கிரேக்க தத்துவவியல், 16வது நூற்றாண்டின் இத்தாலிய தத்துவவியல், 17வது நூற்றாண்டின் ஆங்கிலேய தத்துவவியல், மூலச்சிறப்புள்ள ஜெர்மன் தத்துவவியல், இயற்கைத் தத்துவவியல்.

தர்க்கவியல் (logic):

—சிந்தனையைப் பற்றிய விஞ்ஞானமாக—343;
—அதன் வரலாற்றுத் தன்மை —75, 76, 393;
—தத்துவ இயலின் உட்கிடக்கையாக சிந்தனை பற்றிய தத்துவம்—343;
—தர்க்கவியலும் இயக்க இயலும்—76, 330-335, 363-365, 371-372, 393-394;
—தர்க்கவியலும் கணிதவியலும்—333-335.

தற்செயல் (chance)—

பார்க்க: அவசியமும் தற்செயலும். தனியொன்று, பிரத்தியேகத்தன்மை, சர்வவியாபகத் தன்மை (individual, particular and universal) —337-38, 363-373, 381-384.

தனிவேறான வித்தியாசம் (discreteness)—

பார்க்க: தொடர்ச்சியும் தனிவேறான வித்தியாசமும் (continuity and discreteness).

தன்னியல்பான உயிர்தோற்றம் (spontaneous generation) —480-481.

தன்னிலைப் பொருள் [thing-in-itself (in Kant)] —78, 394-396.

தாவர உணவை உட்கொள்வது (vegetarianism)—287-288.
தாவரங்கள் (plants):

—தாவரங்களும் விலங்குகளும்—59, 344;
—முதல் தாவரங்களின் தோற்றம்—57-59, 494-496.
—தாவரங்களை மனிதன் மாற்றியது—59-60, 292-293.
தாவரவியல் (botany) —44, 54, 301-312, 355-360.
திரட்சி நிலைகள் (aggregation states of) —107-108, 126-277, 378.

திரிகோணமிதி (trigonometry)—430, 433-434.

தீ (fire), தீயைக் கண்டுபிடித்ததின் முக்கியத்துவம்—181-183, 288-289, 366.

தீர்ப்புகள் (judgement) —348-349;

—தீர்ப்புகளின் வகைப்பிரிவு—364-368.

- துருவத்தன்மை (polarity, polarisation) —128-129, 254-255, 329-334, 339-340, 344-347, 352-355, 369-371;
—துருவ நிலை எதிர்மறைகளின் இயக்க இயல்—35, 122.
மேலும் பார்க்க: காந்தச் சட்டத்தின் துருவங்கள்.
தூண்டல்கள்(stimuli)—59, 323.
தூண்டுகை (impulse):
—இயந்திரவியலில் தூண்டுகை—139;
—“ஆதித் தூண்டுதல்”—45-48, 327, 446, 465-466;
மேலும் பார்க்க: உராய்வு.
தனித்த ஜீவன், தனிநபர் (individual) —334, 336, 337, 434-435;
—உயிரியலில் இந்த எண்ணப்போக்கின் சார்புத்தன்மை—496.
தெய்வத் தத்துவம் (theology)—42, 45-46, 226-227, 359.
தேசங்கள் (nations) —38, 290-291.
தொகுப்பாக்கம் (synthesis) —
பார்க்க: பகுப்பாய்வும் தொகுப்பாக்கமும்.
தொகுப்பாய்வு முறையும் உய்த்துணரும் முறையும் (induction and deduction)—87-88, 335, 363-364, 369-375;
—விலங்குகளிடையே—363-364;
—தொகுப்பாய்வு முறையும் பகுப்பாய்வும்—374-376;
—தொகுப்பாய்வு முறையும் வகைப்பிரித்தலும்—369-375.
தொடர்ச்சியும் தனிவேறான வித்தியாசமும் (continuity and discreteness):
—வஸ்துவின் (தொடர்ந்த, தனித்துவமான தன்மை) —109-110, 334-335, 400, 444, 466-468, 478;
—விஞ்ஞானங்களின் அமைப்புமுறையின் — 411-412.
தொடர்பு (connection):
—இயற்கையிலும் சமூகத்திலும் சிந்தனையிலும் நிகழ்ச்சித் தோற்றங்களின் சர்வவியாபகமான பரஸ்பரத் தொடர்பு—77, 80-84, 119, 122, 292, 326, 375-376, 378, 410-411, 417, 434;
—இயக்க இயல் சர்வவியாபகமான பரஸ்பரத் தொடர்பின் விஞ்ஞானமாக—36, 111.
தொல்லுயிரியல் (palaeontology)—318, 336, 363-364;
—அதன் ஆய்வுக்குரிய பொருள்—317;
—அதன் வரலாறு—44, 53, 303, 318-321; 361.

தொழில் (industry) —375-376.

மேலும் பார்க்க: பெரும் அளவு இயந்திரத் தொழில், பட்டறைத் தொழில், கைத்தொழில்.

தோற்றம் (appearance)—

பார்க்க: சாரமும் தோற்றமும்.

ந

- நடைமுறை (practice) —43, 77, 184, 301-303, 311-312, 375-377.
நரம்பு மண்டலம் (nervous system)—59, 293-294, 373, 501-502.
நிலப்பிரபுத்துவ வர்க்கம் (nobility) —38, 316.
நாஸ்திகம் (atheism) —330.
நியதி (law) —356, 418, 499-501;
—சர்வவியாபகத்தின் வடிவமாக—384-385;
—அதன் ஸ்தூல நிலை—363-364;
—நியதியும் அனுமானத் தத்துவமும்—379, 393-394;
—வஸ்துவின் இயக்கம் பற்றிய நியதிகளின் நித்தியத் தன்மை—69-70;
—இயக்கத்தின் சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாத, அழிக்கப்பட முடியாத தன்மை பற்றிய நியதி—121;
—இயற்கையின் நியதிகள்—134, 296;
—இயற்கையின் சாகுவத நியதிகள் வரலாற்று நியதிகளாகவும் நிலைமாற்றம் பெற்றுவருகின்றன—389-391;
—ஆற்றலின் அழியா நிலை உருமாற்ற நிலை பற்றிய நியதி இயற்கையின் ஒரு பரம நியதியாகும்—366-368;
—சிந்தனையின் நியதிகள்—75-76, 106, 367-368;
—சிந்தனையின் நியதிகளும் இயற்கையின் நியதிகளும் அவசியத்தை முன்னிட்டு ஒன்றுக்கொன்று உடன் பாடானவை—367-368;
—இயக்க இயல் சிந்தனையின் நியதிகள்—106.
நிர்ணயவாதம் (determinism)—357-360.
நிலைமறுப்பு (negation) —345, 361, 429, 479;
மேலும் பார்க்க : நிலைமறுப்பு நிலைமறுக்கப்படலின் நியதி.
நிலைமறுப்பு நிலைமறுக்கப்படல் என்னும் நியதி (law of negation of the negation) — 35, 106, 313, 362-363.
நிறமாலைப் பகுப்பாய்வு (spectral analysis) —50, 56, 379, 449-452.

- நீராவி எஞ்சின் (steam-engine)—60, 162-163, 182-183, 227, 251-253, 276, 297, 374-376, 506.
- நீர்ப்பாசனம் (கிழக்கத்திய நாடுகளின் வரலாற்றில் அதன் பாத்திரம்)—301.
- நீர்நில வாழ் உயிரினம் (amphibia)—371-372, 497-498.
- நீளத்தொடர்வரைகள் (asymptotes) — 383-384, 431-432.
- நெருக்கடிகள் (crises):
- முதலாளித்துவத்தின் கீழ் நெருக்கடிகளின் தவிர்க்க வொண்ணாத தன்மை—63, 300, 501-502;
 - 1873-74 பொருளாதார நெருக்கடி—300.
- நேர்நிலையும் எதிர்நிலையும் (positive and negative)
- 133-134, 344-345, 347-349, 352-354, 363-364, 398-399.
- நேர் என்பதும் வளைவு என்பதும் (straight and curved) — 431-434.
- நோக்கம் (purpose):
- அங்கக இயற்கையின்பால் “நோக்கம்” எனும் கருத்தருவத்தின் செயற்பாட்டுத்திறம்—339-341;
 - மனித நடவடிக்கையின் நோக்கமும் விளைவும்—62, 293-297;
 - கான்ட், ஹெகலின் நூல்களில் உள்நோக்கம்—339-341;
- மேலும் பார்க்க: காரணகாரியவாதம்.
- நோய் தெளி நூல் (diagnostics) —318.

ப

- பகுதியும் முழுமையும் (part and whole) —80, 348-349.
- பகுப்பாய்வும் தொகுப்பாக்கமும் (analysis and synthesis)
- 363-364, 372-373;
 - விலங்குகளுக்கு இயல்பான—363-364;
 - தொகுப்பாய்வு முறையும் பகுப்பாய்வும்—374-375.
- பட்டறைத் தொழில் முறை (manufacture):
- கைத்தொழிலிருந்து பட்டறைத் தொழில் முறைக்கு மாறுவது—39.
- பண்டைக்கால கிரேக்க நாடு (ancient Greece)—79-81.
- பண்டைய கிரேக்க தத்துவவியல் (ancient Greek philosophy)
- 39, 46,-47, 55-57, 76-81, 304-311; 324-325, 362-364.

- பண்புநிலையும் அளவுநிலையும் (quality and quantity)—65-66, 110-111, 334, 379-381, 382-383, 417, 422-423, 464-465, 477-478.
- மேலும் பார்க்க: அளவுநிலை பண்புநிலையாக மாறுவதின் நியதி.
- பரஸ்பர எதிரீட்டுச் செயல் (interaction)—
- பார்க்க: பரஸ்பரச் செயல் (reciprocal action).
- பரஸ்பரச் செயல், சம எதிரீட்டுச் செயல் (reciprocal action, interaction):
- அதன் உட்பொருள்—118-119;
 - இயற்கை, சமுதாயம், சிந்தனை ஆகியவற்றில் சர்வ வியாபகமான பரஸ்பரச் செயல்—292-293, 378-380, 415-416.
- பரிசோதனை (experiment) —259-260, 303, 364-365, 373, 375-376.
- பரிமாணங்கள் (magnitude):
- கணிதவியலின் ஆய்வுக்குரிய பொருளாக—420-421;
 - இயற்கையில் கணிதவியல் பரிமாணங்களின் மூலமுன் மாதிரிகள்—436-444;
 - நேர்நிலைப் பரிமாணங்களும் எதிர்நிலைப் பரிமாணங்களும்—430;
 - கற்பனைப் பரிமாணங்கள்—104, 430-431;
 - மாறும் பரிமாணம் கணிதவியலின் திரும்புமுனை—421-422.
- பழையதும் புதியதும் (old and new):
- விஞ்ஞானத்துக்குத் தடங்கல் என்கிற முறையில் பழைய மரபுகள்—51, 226-227, 262, 477.
- பாக்டீரியா (bacteria) —482, 485.
- பாட்டாளி வர்க்கம் (proletariat):
- அதன் வளர்ச்சியின் வரலாறு—38, 316.
 - முதலாளி, பாட்டாளி வர்க்கங்களிடையில் வர்க்கப் போராட்டம்—297.
- பாய்ச்சல்கள் (பண்பு வகைப்பட்ட) [leaps (qualitative)!]
- 443.
- பிதகோரலைப் பின்பற்றுகிறவர்கள் (Pythagoreans)—307-308.
- பிரதிபிம்பம் (reflection):
- இருத்தலின் பிரதிபிம்பமாக உணர்வு—84-85;
 - பல்வேறு இயக்க வடிவங்களின் பிரதிபிம்பமாக விஞ்ஞானம்—407-409;

- பண்டைய கிரேக்க பொருள்முதல்வாதம்—304-308, 325;
- 17வது நூற்றாண்டின் ஆங்கிலேயப் பொருள்முதல்வாதம்—80;
- 18வது நூற்றாண்டின் பிரெஞ்சுப் பொருள்முதல்வாதம்—40, 47, 331, 341, 357, 407-408, 415, 417, 435;
- பாயர்பாக்கின் பொருள்முதல்வாதம்—320, 327;
- இயற்கை விஞ்ஞான வகைப்பட்ட பொருள்முதல்வாதம்—327, 339-341;
- சோஷலிஸ்டுப் பொருள்முதல்வாதிகள்—81-82;
- விஞ்ஞானக்கோடான பொருள்முதல்வாதம்—78, 319-320, 330, 335.

போட்டி (competition) — 63, 499-500.

போர்கள் (wars)—

பார்க்க: ஜெர்மனியில் விவசாயிகளின் போர், 1864ம் ஆண்டில் டென்மார்க் போர்.

போலந்து (Poland)—303, 312.

பௌதிகவியல் (physics) — 36, 37, 129-130, 143, 318, 352-353, 400, 407-416, 437, 444, 458;

—அதன் வரலாறு—44, 51-53, 76-78, 83-86, 303, 321, 416, 494;

—மூலக்கூறுகளின் இயந்திரவியலாக—110-111, 117-119, 179-180, 409-412, 416-418, 474-475;

—இயக்கத்தின் பௌதிக வடிவங்கள்—57-58;

—பௌதிக நிலைப்பரிமாணங்கள்—111;

—நமது பௌதிகவியலின் புவிமையத்தன்மை—388-392;

—பௌதிகவியலும் இயக்கமறுப்பு இயலும்—50, 343.

பௌத்தம் (buddhism) — 364.

ம

மகாசீர்த்திருத்தகாலம் (Reformation) — 38-41, 311, 316-318.

மதம் (religion)—467-468;

—மனிதனுடைய உள்ளத்தில் சமுதாய வாழ்நிலையின் வினோதமான பிரதிபிம்பமாக மதம் —290-291;

—அதற்கு இயற்கை விஞ்ஞானிகளின் போக்கு—42, 317, 325, 326;

—இயற்கை விஞ்ஞானிகளும் மதமும்—41-42, 316-318, 323-325;

மேலும் பார்க்க: கிரிஸ்துவ மதம், இன்விலிஷன், பிராடெஸ்டன்டு மதம், மகாசீர்த்திருத்தகாலம், ஆவியுலகவாதம், கத்தோலிக்க மதம், ஓரிறைமைக் கோட்பாடு உள்ள மதங்களின் இறைவன்.

மரணம் (இயக்கவியல் பொருள்முதல்வாத வியாக்கியானம்) [death (dialectical materialist interpretation)] —479-480;

மேலும் பார்க்க: இயற்கைத்தேர்வு, தகவமைப்பு இயல்பு, பிழைப்புப் போராட்டம், மரபுவழி இயல்பு.

மரபுவழி இயல்பு (heredity):

—மரபுவழி இயல்புக்கும் தகவமைப்பு இயல்புக்குமிடையே பரஸ்பர சம்பந்தம்—345, 498;

—அடையப்படுகிற பண்புகள் மரபு வழியாகப் பெறுபடுவன—435;

—உழைப்பின் பரிணாமத்தில் அதன் பாத்திரம்—279-281;

—கணித வியலின் வெளிப்படை உண்மைகளின் “சுயதெளிவு” சேமிக்கப்பட்ட மரபுவழி இயல்பின் விளைவுதான்—420, 435-436.

மருத்துவ நூல் (therapeutics) — 318.

மறுமலர்ச்சி யுகம் (Renaissance epoch) —38-40, 316-317.

மனித இன நூல் (anthropology)—303.

மனிதன் (man):

—விலங்கு உலகிலிருந்து மனிதனின் தோற்றம்—59-63, 278-293, 318;

—மனிதக் குரங்கிலிருந்து மனிதனாக மாறிய இடைநிலைப்படியில் உழைப்பின் பாத்திரம்—36, 59-63, 278-293;

—மனிதனும் விலங்கும்—59-62, 281, 293, 318, 363-366, 499, 503;

—மனிதனும் இயற்கையும்—59, 293-295, 361-364, 377-378.

மனோவசிய நிலை (hypnosis)—88-92.

மாபெரும் பூகோளக் கண்டுபிடிப்புகள் (great geographical discoveries)—303, 312.

மால்தஸ்வாதம் (malthusianism)—498, 499-500.

மாற்றப்போக்கு (process) —77, 80;

—அதன் பின்னோக்கிச் செலுத்தத்தக்க தன்மை —179, 182, 230-231;

—முதல் நிலை இரண்டாம் நிலை மாற்றப் போக்குகள்—230-248, 378-379.

மாற்றம் (change):

- மாற்றமும் இயக்கமும்—404-405;
 —மாற்றமும் சூக்கும முற்றொருமையும்—348-350;
 —அளவுநிலை, பண்பு நிலை மாறுபாடுகள்.
 மிதவாதம் (liberalism)—346.
 மின்-இரசாயனம் (electro-chemistry) — 229, 273-274, 277, 474-475.
 மின்விசை (electricity) —37, 139, 185-277, 344, 348-349, 387, 401, 470-475;
 —இயக்கத்தின் ஒரு வடிவமாக —65-66, 134, 179, 194, 321, 378, 401-405, 458, 470-471;
 —மின்விசைக்கும் மற்ற ஆற்றல் வகைகளுக்கும் இடையே பரஸ்பர உருமாற்றம் — 52-53, 58, 65-66, 107, 131-132, 179, 378, 404-405, 407-408, 417-419, 458, 474-475;
 —மின்விசையும் காந்தவிசையும்—180;
 —நிலையான மின்னியக்கமும் விசையியல் மின்னியக்கமும் —128-129, 198-199, 472-474;
 —மின்விசையின் ஈதர் சித்தாந்தம்—180, 194-196.
 மின்னாற்பகுப்பு (electrolysis)—227-233, 236-237.
 முடியரசு (monarchy) —38, 315.
 முடிவு (conclusion):
 —முடிவின் வடிவங்கள்—365, 368-372;
 —முடிவின் அதிகப்பட்டுவரும் திறன் உழைப்பின் மீதும் பேச்சின்மீதும் ஏற்படுத்திய எதிர்ச்செயற்பாடு—287.
 முதலாளித்துவ உற்பத்தி முறை (capitalist mode of production)—297-300, 501-502.
 முதுகெலும்பிகள் (vertebrates) —59, 371-375, 492, 497, 502.
 முரண்பாடு (contradiction);
 —கணிதவியலில் —334;
 —இயற்கை இயலில்—50-51, 123-124, 228, 248-249, 266-267, 276, 444, 447-448;
 —முரண்பாட்டின் மூலம் வளர்ச்சி அல்லது நிலைமறுப்பு நிலைமறுக்கப்படல்—35.
 முறை (method):
 —இயக்கஇயல் முறை—83-84, 346-347, 363-365;
 —பகுப்பாய்வு முறை—86-87;
 —ஓப்புநோக்கும் முறை—53, 56, 318;
 —இயக்கமறுப்பியல் முறை—346-347;

- சம்பிரதாயத் தர்க்கவியல் முறை—363-365;
 —பழைய முறைகள் தடங்கல்கள் ஆக நிற்கின்றன—477.
 மேலும் பார்க்க: இயக்கஇயலும் இயக்கமறுப்பியலும்.
 முற்றொருமை (identity):
 —இயற்கைச் சக்திகளின் முற்றொருமையும் அவற்றின் பரஸ்பர மாற்றத்தன்மையும்—334;
 —வடிவம், உட்கிடக்கை முற்றொருமையுள்ளவை அல்லது பிரிக்கவொண்ணாதவை—494;
 —ஹெகல் வழியிலே சிந்தனை, இருத்தல் இடையே முற்றொருமை—444;
 —முற்றொருமை பற்றிய இயக்கமறுப்பியல் வழிப்பட்ட கருத்தோட்டம் நிலைக்கவொண்ணாதது—348-353;
 —முற்றொருமைக்கும் வேற்றுமைக்கும் இடையே இயக்க இயல் வகைப்பட்ட உறவு—331, 348-353, 433-434.
 முழுமை (whole)—
 பார்க்க: பகுதியும் முழுமையும்.
 முன்னேற்றமும் பின்னடைவும் (progress and regress)—499.
 மூலகங்கள் (இரசாயனவியலில்) [elements (chemical)]—114, 270-271, 389-390, 412-413.
 மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை (periodic system of elements)—114-115, 412-413.
 மூலச்சிறப்புள்ள ஜெர்மன் தத்துவவியல் (classical German philosophy) —78-86, 330-331, 435.
 கார்ல் மார்க்ஸ், “மூலதனம்” (பொதுவான விவரணம்) [Capital by Karl Marx (general characterisation)] — 83-84.
 மூளை (brain, human) — 290-291, 412-413;
 —அதன் வளர்ச்சி—286, 288, 324, 339-342;
 —மூளையும் சிந்தனையும்—326-327, 405-406;
 —மூளையும் புலன்களும்—286.
 மெஸ்மெரிஸம் (mesmerism)—88.
 மொழி (language):
 —உழைப்பின் நிகழ்வுப் போக்கில் மொழியின் தோற்றமும் வளர்ச்சியும்—59, 281-286, 289;
 —மொழியும் சிந்தனையும்—286.
 மொழியியல் (linguistics) — 353-354.
 மொனேரா (monera) —59, 482, 491, 493.

ய

- யதார்த்தம் (reality) —
 பார்க்க: சாத்தியப்பாடும் யதார்த்தமும்.

ல

லாமார்க்கிஸம் (Lamarckianism) — 342, 486.

வ

வகைப்பிரிவுகள் (categories) — 331-335, 342, 393, 458-459, 501-507;

பார்க்க: அளவுநிலையும் பண்புநிலையும், இடவெளி, இயக்கம், உட்கிடக்கையும் வடிவமும், காரணங்களின் செயற்பாடு, காலம், சாத்தியபாடும் யதார்த்தமும், சாரமும் தோற்றமும், சூக்குமம், தற்செயலும் அவசியமும், வஸ்து, வரலாற்றுரீதியானதும் தர்க்கமுறையானதும்.

வகையீட்டு, தொகையீட்டு நுண்கணிதம் (differential and integral calculus)—43, 422, 432—445.

வடிவம் (form)—

பார்க்க: உட்கிடக்கையும் வடிவமும்.

வரம்பற்ற நிலை (infinity):

—வரம்புள்ளதும் வரம்பற்றதும்—119, 382-390;

—இடவெளி, காலம் இவற்றின் வரம்பற்ற நிலை—78, 387-389, 435-437;

—கணிதவியலில் வரம்பற்ற நிலை—35, 423, 434-445;

—வரம்பற்ற நிலையும் அறிவுநிலையும்—371-390;

—சீர்கேடான வரம்பற்ற நிலை—333, 383-384, 387-389;

—ஹெகலின் கருத்துப்படி வரம்பற்ற முன்னேற்றம்—387-389.

வரலாறு (history) — 38, 336, 434-435;

—இயற்கையின் வரலாறு—45-46, 50, 106, 387-389, 418;

—விலங்கு வரலாறு—62;

—மனித வரலாறு—45, 62, 106, 180-182, 494-496;

—சிந்தனையின் வரலாறு—323-324, 363-364;

—வரலாற்றைப் பற்றிய இயற்கைவாதக் கருத்தோட்டம் நிலைக்கவொண்ணாதது—377-378;

—வரலாறு பற்றிய இயக்கவியல் கருத்தோட்டம்—183, 334, 348-350, 435;

—வர்க்கப் போராட்டமாக—501-502;

—வரலாற்றில் எதிர்மறைகளின் ஒற்றுமையும் போராட்டமும் பற்றிய நியதி—344-346;

—வரலாற்றில் அளவு நிலை பண்பு நிலையாக மாறுபாடு அடைவது பற்றிய நியதி—115-116;

—வரலாற்றில் நிலைமறுப்பு நிலைமறுக்கப்படலின் நியதி—313;

—விஞ்ஞானமாக—343.

வரலாற்றுமுறை (historism) — 75-76.

வரலாற்றுரீதியானதும் தர்க்கரீதியானதும் (historical and logical)—293-294, 363-364.

வர்க்கப் போராட்டம் (class struggle) — 297, 501-503.

வர்க்கங்கள் (classes):

—பொருளாதார உறவுகளின் விளை பொருளாக — 297-299;

—அவைகளின் தோற்றம்—297-299;

—அவைகளின் பகைமை—297-299;

—அவைகளின் அழிவு—297.

வளர்சிதை மாற்றம் (metabolism)—489-490.

வளர்ச்சி (development):

—இயற்கை, மனித சமுதாயம், சிந்தனை ஆகியவற்றின் இயக்கத்துக்கும் வளர்ச்சிக்கும் உரிய பொது விதிகள் பற்றிய விஞ்ஞானமாக இயக்கஇயல்—436.

வஸ்து (matter):

—பொதுவாக வஸ்து—378, 385-388, 397, 417.

—வஸ்துவின் சிருஷ்டிக்கப்பட முடியாததும் அழிக்கப்பட முடியாததுமான தன்மை—69-70, 119, 386-389, 401, 416, 462-466;

—வஸ்துவும் இயக்கமும்—52, 64-70, 117-122, 133-134, 375-376, 378, 386-387, 397-401, 404, 411-414, 447;

—வஸ்துவும் சிந்தனையும்—68-70, 295, 319, 326, 339-342, 362-364, 378, 385, 434-435;

—ஆதிமுதலான வஸ்து—397;

—வஸ்துவின் ஆக்கம்—397-401, 414, 417, 442-445, 477-478.

வஸ்துவின் வகுபடக் கூடிய தன்மை (divisibility of matter) பார்க்க: தொடர்ச்சியும் தனிவேறான வித்தியாசமும் (continuity and discreteness).

வாணிபம் (trade):

—உலகரீதியான வாணிபம்—39, 316.

வாத்தலகி (platypus) — 370-371.

வாயுக்களின் இயங்காற்றல் தத்துவம் (kinetic theory of gases) — 499, 465-468.