படலம் 1

இயல் உலகம்

1.1 இயற்பியல் என்றால் என்ன?
1.2 இயற்பியலின் நோக்கவீச்சும் ஆர்வமும்
1.3 இயற்பியலும் தொழினுட்பமும் சமூகமும்
1.4 இயற்கையின் அடிப்படைவிசைகள்
1.5 இயற்பிய விதிகளின் இயல்பு

1.1 இயற்பியல் என்றால் என்ன?

மனிதர்கள் எப்போதும் தங்ககளைச்சார்ந்த உலகத்தைப்பற்றி அறிய ஆர்வமாகவே இருந்துள்ளனர். இரவில் வானில் தோன்றும் ஒளிர்பொருள்கள் நினைவுகடந்த காலத்தி லிருந்து மனிதர்களை கவர்ந்துள்ளன. பகலும் இரவும் ஒழுங்காக மீள்வரல், பருவங்களின் ஆண்டுச்சுழற்சி, கோள்கள், அலைகள், எரிமலைகள், வானவில் ஆகியவை எப்போதும் எல்லார்க்கும் வியப்பூட்டுகின்றன. உலகில் வியக்கவைக்கும் பல்வேறுவகையான பொருண் மங்களும் வாழ்க்கையில் திகைப்பூட்டும் பன்மயமும் உள்ளன. எதையும் துருவி ஆராயும் அறியார்வமும் கற்பனைத்திறனுமுள்ள மனித மனம் இயற்கையின் வியப்புகளையும் பெருமைகளையும் வெவ்வேறு வழிகளில் அணுகியுள்ளது. அவற்றுளொன்றாக முற் காலத்திலிருந்தே வழக்கமாயிருப்பது புறச்சூழ் நிலைகளை கவனமாக கண்காணிப்பதும், இயற்கையின் தோற்றப்பாடுகளில் பொருளுள்ள எந்த ஒரு பாங்கையோ அவற்றிடையான உறவுகளையோ தேடுவதும், இயற்கையுடன் மேலும் தொடர்புகொள்ள புதிய கருவிகளை உருவாக்க முயல்வதுமான அணுகுமுறை. மனிதனின் இந்த முயற்சி காலப்போக்கில் இக்கால அறிவியலுக்கும் தொழினுட்பத்துக்கும் அடிகோலியது.

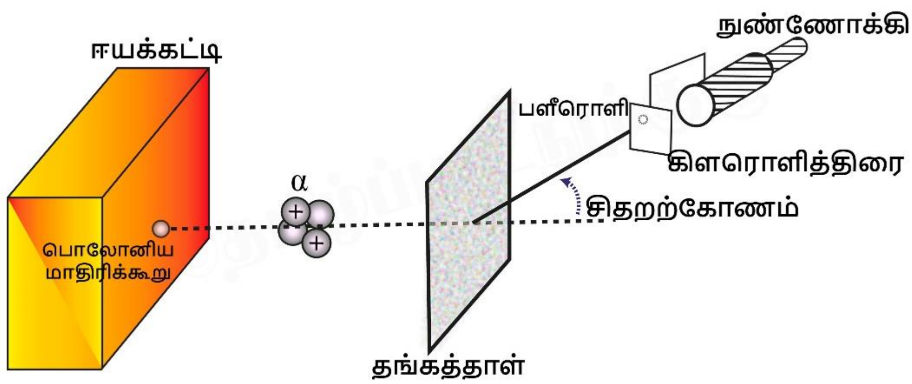
அறிவியல் என்ற சொல் அறிந்துகொள்ளல் என்ற அடிப்படையில் தோன்றியது. அதன் ஆங்கில வடிவமான சயன்சு என்பதும் இலத்தீனில் வினைச்சொல்லான "சயென்சியா" விலிருந்து தோன்றியது, இதுவும் 'தெரிந்து கொள்வது' என்ற பொருளுள்ளது. "விஞ்ஞான்" எனும் சங்கதச்சொல்லும் "இலிம்" எனும் அரபுச்சொல்லும் 'அறிவு' என்பதையே குறிக்கின்றன. ஒரு வகையில் பார்த்தால், மனித இனம் தொடங்கியபோதே அறிவியலும் தொடங்கிவிட்டது. எகித்து, இந்தியா, சீனா, கிரேக்கம், மெசபடோமியா போன்ற பல தொன்மையான நாகரிகங்கள் அதன் முன்னேற்றத்துக்கு முக்கியமாக பங்களித்தன. பதினாறாம் நூற்றாண்டுமுதல் ஐரோப்பாவில் அறிவியலில் பெரும் முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டன. இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் அறிவியல் ஒரு உண்மையான அனைத்துலகப் பணிமுனைவமாக மாறியது. பல பண்பாடு களும் நாடுகளும் இதன் விரைவான வளர்ச்சிக்கு பங்களித்தன.

அறிவியல் என்றால் என்ன? **அறிவியமுறை** என்று எதை அழைக்கிறோம்? இயற்கையின் தோற்றப்பாடுகளை இயன்றவரை விரிவாகவும் ஆழமாகவும் புரிந்துகொள்ளவும் அதனால் பெறும் அறிவால் அவற்றை முன்னறியவும் மாற்றவும் கட்டுப்படுத்தவும் அமைமுறையாக முயல்வதே அறிவியல். நம்மைச்சுற்றி இருப்பதை ஆராய்வதும் பரிசோதித்தலும் அவற்றால் முன்னறிவதும் அறிவியல். உலகத்தை அறியும் ஆர்வமும் இயற்கையின் மறைபொருள்களை அறிவதும் அறிவியலின் கண்டுபிடிப்புக்கான முதற்படி. அறிவியமுறையில் ஒன்றுடனொன்று தொடர்புள்ள பல படிகள் உள்ளன. அவை அமைமுறையான கண்டறிதல்கள், கட்டுப்படுத் திய பரிசோதனைகள், பண்பியமும் அளவியமு மான பகுப்பாய்வுகள், கணிதவொப்புருவாக்கம், முன்னறிதல், கோட்பாடுகளை சரிபார்த்து ஏற்பதும் தள்ளுவதும் போன்றவை. நம்பூகத்துக் கும் உய்மானத்துக்கும் அறிவியலில் இடமுண்டு; ஆனால் இறுதியில் தொடர்புள்ள கண்டறிதல்க ளாலோ சோதனைகளாலோ சரிபார்த்தபின்பே

அதை ஒரு அறிவியற்கோட்பாடாக ஏற்கிறோம். அறிவியலின் தன்மையையும் முறைகளையும் பற்றி தத்துவநோக்கில் நாம் இங்கு அதிகம் விவாதிப்பது தேவையில்லை.

கோட்பாடும் (பரிசோதனைக்)கண்டறிதலும் இடைவினையாற்றுவது அறிவியலின் முன்னேற்றத்துக்கு அடிப்படை. அறிவியல் எப்போதும் மாறுதலுக்குட்பட்டது. அறிவியலில் இறுதிக்கோட்பாடு என்ற ஒன்றுமில்லை; அறிவியலர்களுள் கேள்வியெழுப்பக்கூடாத அதிகாரி யாருமில்லை. கண்டறிதல்களின் விவரம் விரிவாகும்போதும் துல்லியமாகும் போதும் சோதனைகள் புதிய முடிவுகளை தரும்போதும் அவற்றை விளக்க கோட்பாடு களை தேவையானபடி மாற்றியமைக்க வேண்டும். சில நேரங்களில் மாற்றங்கள் பெரிதாயில்லாமல் ஏற்கனவே இருக்கும் கோட்பாட்டின் கட்டமைப்புக்குள் அடங்கலாம். சான்றாக, இயோகானசு கெப்பிளர் (1571-1630) கோள்களின் இயக்கங்களைப்பற்றி தைக்கோ பிராகி (1546-1601) சேகரித்த விரிவான தரவுகளை ஆராய்ந்தபோது, நிக்கலசு கோப்பர்நிக்கசு (1473-1543) முன்வைத்திருந்த கதிரவமமையக்கோட்பாட்டிலுள்ள கோள்களின் வட்டமான சுற்றுப்பாதைகளை நீள்வட்டமான சுற்றுப்பாதைகளாக்கும்போது தரவுகள் சிறப்பாக பொருத்துவதாக காட்டினார். ஆனால் வேறு சில நேரங்களில், ஏற்கனவே உள்ள கோட்பாடுகளால் புதிய கண்டறிதல்களை விளக்க இயல்வதில்லை. இது அறிவியலில் பெரும் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் அதுவரை மிகவும் வெற்றிகரமான கோட்பாடாக இருந்த நியூட்டனிய எந்திரவியல் அணுவின் தோற்றப்பாடுகளின் சில அடிப்படைக் கூறுகளை விளக்கவில்லை. சான்றாக, ஒளிமின்விளைவுகளை அது விளக்கத்தவறியது. இது அணு, மூலக்கூறு ஆகியவற்றின் தோற்றப் பாடுகளை சமாளிக்க துணுக்கவெந்திரவியல் எனும் ஒரு முற்றிலும் புதிய கோட்பாட்டை உருவாக்க வழிவகுத்தது.

ஒரு புதிய பரிசோதனை ஒரு கோட்பாட்டு ஒப்புருவில் மாற்றங்களை பரிந்துரைக்கலாம்; மறுபக்கமாக, ஒரு கோட்பாடு முன்னேற்ற மடையும்போது அது சில பரிசோதனைகளை பரிந்துரைக்கலாம். எருனசுடு இரதர்போடு (1871-1937) 1911இல் தங்கமாழைத்தாளி லிருந்து சிதறிய ஆல்பாத்துகளைப்பற்றிய பரிசோதனையின் விளைவாக அணுவின் அணுக்கருவொப்புருவை நிலைநாட்டினார். இது 1913இல் நீல்சு போர் (1885-1962) முன்வைத்த ஐதரச அணுவின் துணுக்கக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையாக அமைந்தது. இதன் மறுபக்கமாக, பால் தைராக்கு (1902-1984) 1930இல் முதன்முதலில் கோட்பாட்டளவில் அறிமுக மாக்கிய மாற்றுத்துகள் என்ற கருத்துருவை இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப்பிறகு காரல் ஆண்டர்சன் மாற்றெதிர்மின்னியை சோதனை யால் கண்டுபிடித்ததன்மூலம் உறுதிப்படுத் தினார்.



படம் 1.1 கோட்பாடும் பரிசோதனையும் இயற்பியலில் கைகோத்து ஒன்றையொன்று முன்னேற உதவுகின்றன. இரதர்படு நிகழ்த்திய ஆல்பாத்துகள்களின் சிதறற்சோதனை அணுவின் அணுக்கருவொப்புருவை அளித்தது.

இயற்பியல் என்பது **இயற்கையறிவிய**லின் ஒரு அடிப்படையான படிப்புத்துறை. வேதியியலும் உயிரியலும் இதிலுள்ள பிற துறைகள். இயற்கை யின் இயல்புகளை அறியும் துறையாதலால் இயற்பியல் என்ற பெயர் ஏற்பட்டது. Physics என்ற இதன் ஆங்கிலச் சொல்லும் இயற்கையைக்குறிக்கும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து வந்தது. அதற்கு சமமான பௌதிகி என்ற சங்கதச்சொல் இயலுலகின் ஆய்பொருளை குறிக்க பயன்படுகிறது. இந்த படிப்புத்துறையை துல்லியமாக வரையறுத்தல் சாத்தியமன்று; அது தேவையுமன்று. இயற்பியலை இயற்கையின் அடிப்படை விதிகளைப்பற்றியும் பல்வேறு இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளில் அவற்றின் வெளிப்பாடு பற்றியுமான ஒரு ஆய்வு என்று நாம் பரவலாக விவரிக்கலாம். இயற்பியலின் நோக்கவீச்சை அடுத்த பகுதியில் சுருக்கமாக விவரிப்போம். இயற்பியலின் இரண்டு முதன்மையான முனைப்புகளான **ஒன்றாக்கல், குறைப்பு** ஆகிய இரண்டையும் இங்கு குறிப்பிடுகிறோம்.

இயற்பியலில், ***ஒரு சில கருத்துருகளாலும் விதிகளாலும்*** இயற்கையின் பல்வேறு தோற்றப் பாடுகளை விளக்க முயல்கிறோம். இது

இயலுலகின் வெவ்வேறு செயற்களங்களிலும் நிலைமைகளிலும் சில அனைத்துவ விதிகளே துலங்குவதாக இயலுலகத்தை நோக்கும் ஒரு முயற்சி. சான்றாக, நியூட்டன் வழங்கிய நிறையீர்ப்புவிதி ஆப்பிள் தரையில் விழுவதேன் எனபதையும் புவியைச்சுற்றும் நிலாவின் அசைவையும் கதிரவனைச்சுற்றும் கோள்களின் அசைவையும் விவரிக்கிறது. இதைப்போல், மின்காந்தத்தின் அடிப்படைவிதிகள் (மேக்குவல் லின் சமன்பாடுகள்) அனைத்து மின்காந்தத் தோற்றப்பாடுகளையும் விளக்குகின்றன. இயற்கையின் அடிப்படையான விசைகளை **ஒன்றாக்கும்** முயற்சிகள் (1.1ஆம் பகுதி) இதைப்போன்ற தேடலை காட்டுகின்றன.

இதனுடன் தொடர்புள்ள மற்றொரு முயற்சி பெரியதும் உட்சிக்கலுமான ஒரு அமைப்பின் எளிமையான பாகங்களிலிருந்தும் அவற்றின் இடைவினைகளிலிருந்தும் அமைப்பின் பண்புகளை பெறுவது. **குறைப்பியம்** எனப்படும் இந்த அணுகுமுறை இயற்பியலின் மையக்கருத்து. சான்றாக, பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் வளராகிய ஆற்றலியக்கம் பருமஅமைப்புகளை வெப்பநிலை, அகவாற்றல், சீர்குலைவு போன்ற பருமஅளவுகளால் கையாள்கிறது. அதன்பிறகு, இயங்கியற்கோட்பாடும் புள்ளியிய எந்திரவியலும் பருமஅமைப்பில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் பண்புகளால் அந்த அளவுகளை விளக்கியது.

1.2 இயற்பியலின் நோக்கவீச்சும் ஆர்வமும்

இயற்பியலின் பல்வேறு துறைகளை நோக்குவதன்மூலம் அதன் நோக்கவீச்சைப்பற்றி நாம் சிறிது தெளிவுபெறலாம். அடிப்படையில், பருமளவக்களமும் நுண்ணளவக்களமும் ஆகிய இரண்டு செயற்களங்கள் கவனத்துக்குரியவை. பருமளவக்களத்தில் சோதனைக்கூடம், புவி, வான் ஆகிய அளவங்களில் நிகழும் தோற்றப்பாடுகள் அடங்குகின்றன. நுண்ணளவக்களத்தில் அணு, மூலக்கூறு, அணுக்கரு ஆகியவற்றின் தோற்றப்பாடுகள் அடங்குகின்றன[1]. தொன்மையியற்பியல் **எந்திரவியல், மின்னியங்கியல், ஒளியியல், ஆற்றலியக்கம்** போன்ற பாடங்களை உள்ளடக்கி பருமளவத்தோற்றப்பாடுகளை முதன்மையாக கையாள்கிறது.

நியூட்டனின் அசைவுவிதிகளாலும் நிறையீர்ப்புவிதிகளாலும் நிறுவப்பட்ட எந்திரவியல் துகள்கள், நெளியாப்பொருள்கள், உருத்திரியும் பொருள்கள், துகளமைப்புகள் ஆகியவற்றின் அசைவுகளையும் சமநிலைகளையும் பற்றியது. வளிமங்களை வெளியேற்றும் உமிழம் ஒரு ஏவூர்தியை உந்துதல், நீரில் அலைகளும் காற்றில் ஒலியலைகளும் பரவுதல், ஒரு சுமையால் வளைந்த தடியின் சமநிலை போன்றவை எந்திரவியல் தீர்க்கும் சிக்கல்கள். மின்மமேற்ற பொருள்களுடனும் காந்தப் பொருள்களுடனும் தொடர்பான மின்காந்தத் தோற்றப்பாடுகளை மின்னியங்கியல் கையாள்கிறது. கூலும், அருசுட்டடு, ஆம்பியர், பாரடே ஆகியோர் வளராக்கிய அதன் அடிப்படை விதிகளை மேக்குவல் தன் புகழ்பெற்ற சமன்பாடுகளில் சுருக்கிப்பொதிந்து வழங்கினார். ஒரு காந்தப்புலத்தில் மின்னோட்டத்தை எடுத்துச்செல்லும் கடத்தியின் அசைவு, ஒரு திசைமாறும் மின்னோட்டத்தின் மின்னழுத்தத்தால் (மின்சமிக்கை) மின்சுற்றில் ஏற்படும் மறுவினை, ஒரு உணர்கொடி வேலைசெய்யும் விதம், அயனிக்கோளத்தில் வானலைகளின் பரவுநடை போன்றவை மின்னியக்கவியலில் அடங்குகின்றன. ஒளியியல் ஒளியுடன் தொடர்பான தோற்றப்பாடுகளை கையாள்கிறது. தொலைநோக்கிகளும் நுண்ணோக்கிகளும் வேலைசெய்யும் விதம், மென்படலாடைகளில் வெளிப்படும் வண்ணங்கள் போன்றவை ஒளியியலின் தலைப்புகள். ஆற்றலியக்கம் எந்திரவியலைப்போல் பொருள்களின் மொத்த அசைவுகளை கையாளாமல், பருமளவச்சம நிலையிலுள்ள அமைப்புகள் வேலை செய்யும் போதும் வெப்பத்தையும் மற்ற ஆற்றலையும் மாற்றலாக்கும்போதும் அகவாற்றல், வெப்பநிலை, சீர்குலைவு, இன்ன பிறவற்றின் மாற்றங்களை கையாள்கிறது. வெப்பப் பொறிகள், குளிர்ப்பெட்டிகள் போன்றவற்றின் பயன்றிறன், இயல்வேதிநிகழ்முறைகளின் திசை முதலியன ஆற்றலியக்கத்தின் முக்கிய தலைப்புகள்.

இயற்பியலின் நுண்ணளவச்செயற்களம் அணுக்களுக்கும் உட்கருக்களுக்குமான மிகச்சிறு அளவங்களில் (அதனினும் குறைந்த அளவங்களிலும்) பருப்பொருளின் உள்ளடக்கம், கட்டமைப்பு போன்றவற்றையும் எதிர்மின்னிகள், ஒளியங்கள், பிற அடிப்படைத்துகள்கள் போன்ற பல்வேறு துருவாய்விகளுடன் பருப்பொருளின் இடைவினைகளையும் கையாள்கிறது. இந்த செயற்களத்தை தொன்மையியற்பியலால் கையாள இயலவில்லை; துணுக்கக்கோட்பாடு இப்போது நுண்ணளவ தோற்றப்பாடுகளை விளக்கும் சரியான சட்டகமாக ஏற்றுக்கொள்ளப் படுகிறது. ஆக மொத்தத்தில், இயற்பியல் எனும் மாபெரும் மாளிகை எவ்வளவு அழகானது என்பதை நீங்கள் இப்பாடப்பகுதியை தொடர்ந்து பயிலும்போது உணர்ந்து மகிழ்வீர்கள்.

இயற்பியலின் நோக்கவீச்சு மிகவும் விரிவானது என்பதை இப்போது நீங்கள் உணரலாம். இயற்பியல் நீளம், நிறை, நேரம், ஆற்றல் போன்ற இயல் அளவுகளின் மாபெரும்

[1] *அண்மைக்காலத்தில், இடையளவ இயற்பியல் என்று அழைக்கப்படும் களம் பருமளவக்களத்துக்கும் நுண்ணளவக்களத்துக்கும் இடையான செயற்களமாக உருவெடுத்துள்ளது. இது சில நூற்றுக்கணக்கான அணுக்களை கையாளும் ஒரு அற்புதமான ஆராய்ச்சித்துறை.*

வீச்சுகளை உள்ளடக்கிய மிகப்பெரிய கலைத்துறை. இது ஒரு நுனியில் அளவில் மிகச்சிறிய $(10^{-14}\ m)$ எதிர்மின்னிகள், நேர்மின்னிகள் போன்றவற்றின் இயற்பியத் தோற்றப்பாடுகளை ஆய்ந்தறிகிறது; மறுநுனி யில், அளவில் மிகப்பெறிய உடுத்திரள்கள், முழுப்புடவி $(10^{26}\ m)$ போன்ற வானியத் தோற்றப்பாடுகளையும் கையாள்கிறது. இவ் விரண்டு நீள அளவங்களும் 10^{40} என்ற காரணியால் வேறுபடுகின்றன. நீள அளவங் களை ஒளியின் வேகத்தால் வகுப்பதன்மூலம் நேர அளவங்களின் வீச்சை $10^{-22}\ s$ முதல் $10^{18}\ s$ வரை என்று பெறலாம். நிறையின் வீச்சு $10^{-30}\ kg$ (ஒரு எதிர்மின்னியின் நிறை) முதல் $10^{55}\ kg$ (இதுவரை அறிந்த புடவியின் நிறை) வரை. நிலப்பரப்பின் எல்லா இயற்பியத்தோற்றப் பாடுகளும் இந்த வீச்சின் இடையில் எங்கோ உள்ளன.

இயற்பியல் பலவகைகளில் கிளர்ச்சியூட்டக் கூடியது. சிலருக்கு அந்த உற்சாகம் அதன் அடிப்படைக்கோட்பாடுகளின் எழிலிலும் அனைத்துவத்திலுமிருந்து எழுகிறது; அதாவது, மிகவிரிந்த வீச்சுகளுள்ள இயலளவுகளில் நிகழும் எல்லாத்தோற்றப்பாடுகளையும் ஒரு சில அடிப்படைக்கருத்துருகளாலும் விதிகளாலும் விளக்கவியல்வதால் எழுகிறது. வேறு சிலருக்கு, இயற்கையின் மறைபொருள்களை வெளிக்கொ ணரவும் விதிகளை சரிபார்க்கவோ மறுக்கவோ வும் புதிய ஆக்கவழியான பரிசோதனைகளை மேற்கொள்வது எழுச்சியூட்டுகிறது. பயன்பாட்டு இயற்பியலும் இதற்குச்சமமாக ஆர்வமானது. பயனுள்ள அமைகருவிகளை உருவாக்க இயற் பியலின் விதிகளை பயனாக்குவதும் பயனுகர்வ தும் மிகவும் ஆர்வமான சிலிர்ப்பூட்டும் செயல்; இதற்கு மிகுந்த கூர்மதியும் விடாமுயற்சியும் தேவைப்படுகிறது.

கடந்த சில நூற்றாண்டுகளில் இயற்பியலின் தனிச்சிறந்த முன்னேற்றத்தை முடுக்கியது எது? பொதுவாக, பெரிய முன்னேற்றம் நமது அடிப்படையான உணர்வுகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களுடன் தொடர்புள்ளது. முதலாவதாக, அறிவியலின் முன்னேற்றத்துக்கு பண்பியமான சிந்தனை முக்கியமெனினும் அது மட்டுமே போதாது. இயற்கையின் விதிகளை துல்லிய மான கணிதச்சமன்பாடுகளால் விவரிக்க இயல்வதால் அளவடிப்படையான மதிப்பிடல் அறிவியலின், குறிப்பாக இயற்பியலின், வளர்ச்சிக்கு மையமாகிறது. இரண்டாவது அதிமுக்கியமான உண்ணோக்கு என்ன வென்றால், இயற்பியலின் அடிப்படைவிதிகள் அனைத்துவமானவை என்பது; அதாவது, ஒரே விதிகள் பரவலாக பல்வேறு சூழல்களில் பயன்படுகின்றன. இறுதியாக, தோராயமாக்கும் உத்திமம் மிகவும் வெற்றிகரமானதாக அமைந்துவிட்டது. அன்றாட வாழ்க்கையின் பெரும்பாலான தோற்றப்பாடுகள் அடிப்படை விதிகளின் வெவ்வேறுவடிவிலான துலங்கல்கள். அறிவியலர்கள் ஒரு தோற்றப்பாட்டின் அவசியமான பண்புக்கூறுகளை மேலும் அடிப்படையான பண்புகளிலிருந்து வருவிப்ப தன் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்தனர். ஒரு தோற்றப்பாட்டின் எல்லா உட்சிக்கல்களையும் ஒரே நேரத்தில் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்வது நடைமுறையில் சாத்தியமில்லை. அவசியமான பண்புக்கூறுகளில் முதலில் கவனத்தை செலுத்தி அடிப்படைக்கோட்பாடுகளை கண்டறிந்து பின்னர் திருத்தங்களை செய்து பண்பட்ட கோட்பாட்டை உருவாக்குவது ஒரு நல்ல உத்திமம். சான்றாக, ஒரே உயரத்திலிருந்து விழவிட்ட கல்லும் இறகும் ஒரே நேரத்தில் தரையை அடையவில்லை. காரணம், இந்த தோற்றப்பாட்டில் புவியீர்ப்புவிசையால் தடங்கலில்லாத வீழ்ச்சி என்ற இன்றியமையாத நோக்கக்கூறு வளித்தடையத்தால் சிக்கலாகிறது. புவியீர்ப்புவிசையின் தடங்கலிலாவீழ்ச்சியின் விதியை பெற, வளித்தடையம் புறக்கணிக்கக் கூடிய அளவில் மிகக்குறைவாக இருக்கும் சூழ்நிலையை உருவாக்கவேண்டும். சான்றாக, நாம் கல்லையும் இறகையும் ஒரு நீண்ட வெற்றிடமாக்கிய குழாயில் விழவிடலாம். இப்படி செய்யும்போது இரண்டு பொருள்களும் ஏறக்குறைய ஒரே வேகத்தில் விழுகின்றன. இது புவியீர்ப்புவிசையான முடுக்கம் பொருளின் நிறையை சாரவில்லை என்ற அடிப்படை விதியை தருகிறது. இவ்வாறு கண்டுபிடித்த அடிப்படைவிதியுடன் இறகுப்பரிசோதனைக்கு மீண்டும் சென்று வளித்தடையத்துக்கான திருத்தங்களை புகுத்தி, புவியீர்ப்புவிசையால் விழும் பொருள்களின் மேலும் சரியான கோட்பாட்டை உருவாக்க முயலலாம்.

கருதுகோளும் அடிக்கோளும் ஒப்புருவும்

எல்லாவற்றையும் இயற்பியலாலும் கணி தத்தாலும் நிறுவவியலும் என்று நினைத்து விடக்கூடாது. இயற்பியலும் கணிதமும் கருது கோள், அடிக்கோள், உரைகோள் எனப்படும் பலவிதமான எடுகோள்களின் அடிப்படையி லானவை.

சான்றாக, நியூட்டன் முன்மொழிந்த அனைத்துவ நிறையீர்ப்புவிதி ஒரு எடுகோள், அதாவது கருதுகோள். இதை அவர் தனது சிந்தனையால் முன்மொழிந்தார். அவருக்கு முந்திய காலத்தில் கதிரவனைச்சுற்றிய கோள்களின் இயக்கம், புவியைச்சுற்றிய நிலாவின் இயக்கம், ஊசல், புவியைநோக்கி விழும் நிறைகள் போன்ற பல கண்டறிதல்களையும் பரிசோதனைகளையும் பற்றிய தகவல்கள் இருந்தன. இவை ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனி விளக்கம் தேவைப்பட்டது. அவை ஏறக்குறைய பண்பிய மானவை. அனைத்துவ நிறையீர்ப்புவிதி சொல்வது என்னவென்றால், புடவியிலுள்ள எந்த இரண்டு பருப்பொருள்களும் ஒன்றை யொன்று ஈர்க்கும் விசை அவற்றின் நிறைகளின் நேர்விழுக்காட்டிலும் அவற்றுக் கிடையான தொலைவின் வர்கத்தின்

புரட்டுவிழுக்காட்டிலும் இருக்கிறது என்று *எடுகொண்டால்*, நாம் மேற்கண்ட எல்லா கண்டறிதல்களையும் ஒட்டுமொத்தமாக விளக்கிவிடலாம். இது இந்த தோற்றப் பாடுகளை விளக்குவது மட்டுமல்லாமல், எதிர்காலப்பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை முன்னறியவும் உதவுகிறது.

சரியா இல்லையா என்று தெரியாமலே எடுகொண்ட ஒரு கூற்றை கருதுகோள் என்கிறோம். அனைத்துவ நிறையீர்ப்பு விதியை நிறுவும்படி யாரையும் கேட்பதில் நியாயமில்லை; ஏனென்றால், அதை நிறுவ இயலாது. பரிசோதனைகளின்மூலமும் கண்டறிதல்களின்மூலமும் சரிபார்க்கவும் உறுதிப்படுத்தவுமே இயலும்.

அடிக்கோள் என்பது தானே தெளிவாகும் ஒரு உண்மை. ஒப்புரு என்பது கண்டறிந்த தோற்றப்பாடுகளை விளக்க முன்மொழிந்த ஒரு கோட்பாடு. ஆனால் இந்த சொற்களை பயன்படுத்துவதிலுள்ள நுணுக்கங்களைப் பற்றி இந்த கட்டத்தில் நீங்கள் கவலைப்பட வேண்டாம். சான்றாக, அடுத்த ஆண்டில் ஐதரச அணுவுக்கான போரின் ஒப்புருவை கற்பீர்கள். ஐதரச அணுவின் எதிர்மின்னி சில விதிகளை (உரைகோள்களை) பின்பற்றுவ தாக போர் எடுகொண்டார். அவர் ஏன் அதை செய்தார்? அதுவரை வேறு எந்த கோட்பாடும் விளக்க இயலாத நிறமாலைத்தரவுகள் ஏராளமாக இருந்தன. ஒரு அணு இவ்வாறு நடந்துகொள்கிறது என்று நாம் எடுகொண் டால், எல்லாவற்றையும் ஒட்டுமொத்தமாக விளக்கலாம் என்று போர் கூறினார்.

ஐன்சுடைனின் தனித்துவ ஒப்பளவுமைக் கோட்பாட்டுக்கு இரண்டு உரைகோள்கள் அடிப்படையாகின்றன. அவை மின்காந்தக் கதிர்வீச்சின் வேகம் மாறிலி என்பதும் எல்லா அசைவுமாறாத நோக்கீட்டுச்சட்டங்களிலும் இயற்பிய விதிகள் ஏற்புடையவை என்பதும். வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம் மூலத் தையோ பார்வையாளரையோ சாராத ஒரு மாறிலி என்பதன் நிறுவலை யாரிடமும் கேட்கவியலாது.

கணிதத்திலும் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் அடிக்கோள்களும் கருதுகோள்களும் தேவை. இணைகோடுகள் ஒருபோதும் சந்திப்ப தில்லை என்ற இயூக்கிளிடின் கூற்று ஒரு அடிக்கோள். இதன் பொருள் என்னவென்றால், இந்த கூற்றை நாம் ஏற்றுக்கொண்டால், நேர்க்கோடுகளின் பல பண்புகளையும் அவற்றிலிருந்து உருவாகும் இருபருமான, முப்பருமான உருவங்களின் பண்புகளையும் விளக்கவியலும். ஆனால் நாம் இதை ஏற்கவில்லை எனில், வேறொரு அடிக்கோளை பயன்படுத்தி புதிய வடிவவியலை பெறலாம். உண்மையில், கடந்த சில நூற்றாண்டுகளிலும் பத்தாண்டுகளிலும் இவ்வாறே நிகழ்ந்தது.

1.3 இயற்பியலும் தொழினுட்பமும் சமூகமும்

இயற்பியல், தொழினுட்பம், சமூகம் ஆகியவற்றுக்கிடையான தொடர்பை பல எடுத்துக்காட்டுகளில் காணலாம். ஆற்றலியக் கம் என்ற படிப்புத்துறை வெப்பப்பொறிகளின் செயல்பாட்டை புரிந்துகொள்ளவும் அவற்றை மேம்படுத்தவும் எழுந்தது. தொடர்வண்டிகளை நீராவிப்பொறி இழுத்துச்சென்ற காலத்தை நீங்கள் அறிந்திருக்கலாம். இந்த பொறி பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்தில் நடந்த தொழிற்புரட்சியுடன் நெருங்கிய தொடர் புள்ளது. இது மனிதப்பண்பாட்டின் வளர்ச்சியில் பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியது. சில நேரங்களில் தொழினுட்பம் புதிய இயற்பிய லுக்கு வழிவகுக்கிறது; மற்ற நேரங்களில் இயற்பியல் புதிய தொழினுட்பத்தை உருவாக்கு கிறது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் மின்சாரம், காந்தவியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படை விதி களை கண்டுபிடித்தவுடன் உருவான கம்பி யிலாத்தகவற்றொடர்பு எனும் தொழினுட்பம் மேற்கூறிய பிந்தைய கூற்றுக்கு ஒரு சான்று. இயற்பியலின் பயன்பாடுகளை எப்போதும் முன்னறிவது எளிதன்று. 1933ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில், எருனசுடு இரதர்போடு என்ற சிறந்த இயற்பியலர் அணுக்களிலிருந்து ஆற்றலை பெறும் சாத்தியத்தை நிராகரித்தார். ஆனால் சில ஆண்டுகளுக்குப்பிறகு, 1938ஆம் ஆண்டில், ஆனும் மைட்டுனரும் நொதுமி தூண்டிய உரேனியப்பிளவு என்ற தோற்றப் பாட்டை கண்டுபிடித்தனர். இது அணுக்கருத்திற னுலைகளுக்கும் அணுவாயுதங்களுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்தது. தொழினுட்பத்தில் இயற்பியலின் பயன்பாடுக்கு மற்றொரு முக்கியமான எடுத்துக்காட்டு இருபதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியான மூன்று பத்தாண்டு களில் கணினிப்புரட்சியை தூண்டிய சிலிக்கான் சில்லுவின் தொழினுட்பம். இயற்பியல் தன் பங்களிப்பை வழங்கியதும் வழங்கப்போவது மான அதிமுக்கியமான ஒரு புலம் மாற்றாற்றலுக் கான வளமூலங்களின் வளராக்கம். புவியின் புதைபடிம எரிமங்கள் வேகமாக குறைந்து வருகின்றன; மேலும் புதிய மலிவான ஆற்றன்மூலங்களை விரைவில் காணவேண்டிய தேவை உள்ளது. இதை நோக்கி ஏற்கனவே கணிசமான முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது. கதிரவ ஆற்றல், புவிவெப்ப ஆற்றல் முதலியனவற்றை மின்சாரமாக மாற்றுவது ஒரு சான்று. எனினும் இன்னும் பல முன்னேற்றங்களை எய்தவேண்டி யுள்ளது.

அட்டவணை 1.1 சிறந்த இயற்பியலர்கள், அவர்களது முக்கியப்பங்களிப்பு, பிறந்த நாடு ஆகியவற்றை பட்டியலிடுகிறது. அறிவியலுக் கான முயற்சிகளின் பண்பாட்டுப்பன்மயத்தை யும் அனைத்துலகத்தன்மையையும் நீங்கள் கண்டு வியக்கலாம். அட்டவணை 1.2 சில முக்கியமான தொழினுட்பங்களையும் அவற் றின் அடிப்படையான இயற்பியக்கொள்கை

களையும் பட்டியலிடுகிறது. இந்த அட்டவணை முழுமையானதன்று என்பது தெளிவு. உங்கள் ஆசிரியர்களின் உதவியுடனும் நல்ல நூல்கள், அறிவியலுக்கு தொடர்பான இணையதளங்கள் போன்றவற்றிலிருந்தும் இந்த அட்டவணையில் பல பெயர்களையும் பொருள்களையும் சேர்க்க ஊக்குவிக்கிறோம். இந்த பயிற்சியால் மேலும் பல ஆர்வமான செய்திகளை நீங்கள் அறிவீர்கள். இது முடிவடையாதது என்பது நிச்சயம். அறிவியலின் முன்னேற்றம் நிறுத்தவியலாதது!

இயற்பியல் என்பது இயற்கையையும் இயற்கையின் தோற்றப்பாடுகளையும் பற்றிய ஆய்வறிதல். இயற்பியலர்கள் கண்டறிதல்கள், பரிசோதனைகள், பகுப்பாய்வு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் இயற்கையில் செயல்படும் விதிகளை கண்டறிய முயல்கின்றனர். இயற்பியல் இயற்கையுலகை நிர்வகிக்கும் சில அடிப்படையான விதிகளைப்பற்றியது. இயற்பிய விதிகளின் தன்மை என்ன? அடிப்படைவிசை களின் தன்மைகளையும் இயற்பியலுலகின் பல்வேறு தோற்றப்பாடுகளை நிர்வகிக்கும் விதிகளையும் பற்றி இப்போது உரையளிப்போம்.

அட்டவணை 1.1 உலகின் பல்வேறு நாடுகளைச்சேர்ந்த சில இயற்பியலர்களும் அவர்களது முக்கியப்பங்களிப்புகளும்

பெயர்	முக்கிய பங்களிப்பு/கண்டுபிடிப்பு	தாய்நாடு
ஆர்க்கிமீடிசு	மிதப்புக்கொள்கை; நெம்புகோலின் கொள்கை	கிரேக்கம்
கலிலியோ கலிலி	அசைவின் மாறாமைவிதி	இத்தாலி
கிருத்தியான் கைகன்சு	ஒளியின் அலைக்கோட்பாடு	நெதரிலாந்து
ஐசக்கு நியூட்டன்	அனைதுவ நிறையீர்ப்புவிதி; அசைவுவிதிகள்; எதிரொளிப்புத்தொலைநோக்கி	இங்கிலாந்து
மைக்கேல் பாரடே	மின்காந்தத்தூண்டலின் விதிகள்	இங்கிலாந்து
இயேமசு கிளார்க்கு மேக்குவெல்	மின்காந்தக்கோட்பாடு; ஒளி ஒரு மின்காந்த அலை	இங்கிலாந்து
ஐனுரிக்கு உருடால்பு எரிசு	மின்காந்த அலைகளின் உருவாக்கம்	செருமனி
செ. ச. போசு	மிகுகுறு வானலைகள்	இந்தியா
வி. கா. இரான்கன்	ஊடுகதிர்	செருமனி
இயோ. இயோ. தாமிசன்	எதிர்மின்னி	இங்கிலாந்து
மே. கியூரி	இரேடியம், பொலோனியம், இயற்கைக்கதிரியக்கம்	போலந்து
ஆல்பட்டு ஐன்சுடைன்	ஒளிமின்விளைவின் விளக்கம்; ஒப்பளவுமைக்கோட்பாடு	செருமனி
விட்டர் பிரான்சிசு எசு	விண்வெளிக்கதிர்வீச்சு	ஆசுத்திரியா
இரா. ஆ. மில்லிக்கன்	எதிர்மின்னியின் மின்மத்தை அளவிடல்	அவொமா
எருனசுடு இரதர்போடு	அணுவின் அணுக்கருவொப்புரு	நியூசிலாந்து
நீலசு போர்	ஐதரச அணுவின் துணுக்க ஒப்புரு	தென்மார்க்கு

ச. வெ. இராமன்	மூலக்கூறுகளில் குறைமீண்ம ஒளிச்சிதறல்	இந்தியா
நூயி தி பிராகிளி	பருப்பொருளின் அலைப்பண்பு	பிரான்சு
மே. சாகா	வெப்பத்தால் அயனியாதல்	இந்தியா
ச. நா. போசு	துணுக்கப்புள்ளியியல்	இந்தியா
உல்புகேங்கு பாலி	தவிர்ப்புக்கொள்கை	ஆசுத்திரியா
எனுரிகோ பெருமி	கட்டுப்பாட்டு அணுப்பிளவு	இத்தாலி
வெருனர் ஐசன்பர்கு	துணுக்க எந்திரவியல்; நிச்சயமின்மைக்கொள்கை	செருமனி
பால் தைராக்கு	எதிர்மின்னியின் ஒப்பளவியக்கோட்பாடு; துணுக்கப்புள்ளியியல்	இங்கிலாந்து
எடுவின் அபிள்	விரிவாகும் புடவி	அவொமா
எருனசுடு இலாரன்சு	சுழன்முடுக்கி	அவொமா
இயேமசு சாடுவிக்கு	நொதுமி	இங்கிலாந்து
ஐடக்கி இயூகாவா	அணுக்கருவிசைகளின் கோட்பாடு	நிப்போன்
ஓமி சகாங்கீர் பாபா	விண்வெளிக்கதிர்வீச்சின் அடுக்கச்சரிவுநிகழ்முறை	இந்தியா
இலெவு தவிடவிச்சு இலாண்டா	ஒருங்குப்பொருண்மக்கோட்பாடு; நீர்ம ஈலியம்	உருசியா
சு. சந்திரசேகர்	சந்திரசேகரின் வரம்பு, உடுக்களின் கட்டமைப்பும் படிமலர்ச்சியும்	இந்தியா
இயோவான் பார்தீன்	திரிதடையம்; மிகைக்கடத்துமைக்கோட்பாடு	அவொமா
சா. ஆ. தவுனசு	சீர்நுண்ணலை; சீரொளி	அவொமா
அபுதுசு சலாம்	வலுகுறைந்த இடைவினையையும் மின்காந்த இடைவினையையும் ஒன்றாக்கல்	பாகிசுத்தான்

அட்டவணை 1.2 தொழினுட்பத்துக்கும் இயற்பியலுக்கமான தொடர்பு

தொழினுட்பம்	அறிவியற்கொள்கை(கள்)
நீராவிப்பொறி	ஆற்றலியக்கத்தின் விதிகள்
அணுக்கருவினைகலன்	கட்டுப்படுத்திய அணுக்கருப்பிளவு
வானொலியும் தொலைக்காட்சியும்	மின்காந்த அலைகளை உருவாக்கல், பரப்பல்,

	துய்யறிதல்
கணினி	எண்ணிம ஏரணம்
சீரொளிகள்	தூண்டிய கதிர்வீச்சுமிழ்வால் ஒளிப்பெருக்கம்
மிகவுயர் காந்தப்புலங்களின் உற்பத்தி	மிகைக்கடத்துமை
ஏவூர்தியுந்தல்	நியூட்டனின் இயக்க விதிகள்
நீர்மின்றிறன்	நிறையீர்ப்பின் இயன்மவாற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றல்
வானூர்தி	நீர்ம இயங்கியலில் பெருனூலியின் கொள்கை
துகண்முடுக்கிகள்	மின்காந்தப்புலங்களில் மின்மத்துகள்களின் இயக்கம்
ஒவவீ (ஒலியால் வழிகாணலும் வீச்சளத்தலும்)	புறவொலிய அலைகளின் எதிரொளிப்பு
ஒளியநாரிழை	ஒளியின் முழுவுள்ளெதிரொளிப்பு
எதிரொளியாப்பூச்சுகள்	மென்படலாடையின் ஒளியக்குறுக்கீடு
எதிர்மின்னிநுண்ணோக்கி	எதிர்மின்னியின் அலையியல்பு
ஒளிமின்கலம்	ஒளிமின்விளைவு
ஒன்றிழைவச்சோதனைவினைகலன் (வறைசுக்காபு)	காந்தக்கட்டடைந்த குழைமம்
மாபெரும் மீட்டரலைவானலைத்தொலைநோக்கி (மாமீவாகி)	விண்வெளிவானலைகளை கண்டறிதல்
போசைன்சுடைனின் ஒருக்கநீர்மம்	சீரொளிக்கற்றைகளாலும் காந்தப்புலங்களாலும் அணுக்களை பிடித்து குளிரூட்டல்.

1.4 இயற்கையின் அடிப்படையான விசைகள்[2]

நம் அன்றாட வாழ்விலிருந்து விசையைப் பற்றிய ஒரு உள்ளுணர்வான எண்ணம் நமக்கு இருக்கிறது. பொருள்களை தள்ளவோ எடுத்துச்செல்லவோ வீசவோ சிதைக்கவோ உடைக்கவோ விசை தேவைப்படுகிறது. அசையும் பொருள் நம்மை தாக்கும்போதும் சுழலாட்டியில் சுற்றும்போதும் விசைகளின் தாக்கத்தை உணர்கிறோம். இந்த உள்ளுணர் வான கருத்திலிருந்து விசையைப்பற்றிய சரியான அறிவியற்கருத்துக்கு செல்வது அற்பமான செயலன்று. அரிசுட்டாட்டில் போன்ற தொடக்கக்கால சிந்தனையாளர்களுக்கு இதைப்

[2] *உங்கள் முதல் வாசிப்பில் முழுமையாக புரிந்துகொள்ள கடினமான பல கருத்துகள் 1.4, 1.5 ஆகிய பகுதிகளில் உள்ளன. இருப்பினும், இயற்பியலின் சில அடிப்படைக்கூறுகளுக்கான உணர்வை வளர்க்க அவற்றை கவனமாக படிக்குமாறு அறிவுறுத்துகிறோம். இவை இயற்பியலர்கள் இன்றும் தொடர்ந்து செயலிலிருக்கும் சில புலங்கள்.*

பற்றிய தவறான கருத்து இருந்தது. விசையின் சரியான கருத்துவம் ஐசக்கு நியூட்டனின் புகழ்பெற்ற இயக்க விதிகளிலிருந்து வந்தது. இரண்டு பொருள்களுக்கிடையான நிறையீர்ப்பு விசைக்காக அவர் ஒரு வெளிப்படையான வடிவத்தையும் கொடுத்தார். இவற்றைப்பற்றி வரும் படலங்களில் கற்றுக் கொள்வோம்.

பருமளவ உலகில் நிறையீர்ப்புவிசையைப் போன்ற வேறு பலவகையான விசைகளையும் எதிர்கொள்கிறோம்: அவை தசைவிசை, பொருள் களுக்கிடையான தொடுகைவிசை, உராய்வு (இதுவும் தொடும் பரப்புகளுக்கு இணை யான ஒரு தொடுகைவிசை), சுருட்டியதோ நீட்டியதோவான விற்சுருள்களும் இறுக்கமான சரங்களும் கயிறுகளும் செலுத்தும் விசைகள் (விறைப்பு), திண்மப்பொருள்கள் நீர்மங்களுடன் தொடர்புகொள்ளும்போது ஏற்படும் மிதப்புமை யும் பாகுமையுமான (பிசுபிசுப்பு) விசைகள், ஒரு பாய்மத்தின் அழுத்தத்தால் ஏற்படும் விசை, ஒரு நீர்மத்தின் பரப்பு விறைப்பால் ஏற்படும் விசை, இன்ற பிற. மின்னேற்றிய பொருள்களு டனும் காந்தப்பொருள்களுடனும் தொடர்பான விசைகளும் உள்ளன. நுண்ணளவக்களத்திலும் மின்காந்தவிசைகள், நேர்மின்னிகளும் நொதுமிகளும் ஈடுபடும் அணுக்கருவிசைகள், அணுவிடைவிசைகள் மூலக்கூறிடைவிசைகள் போன்றவை உள்ளன. இந்த பாடத்தொகுதியின் பிற்பகுதியில் இந்த விசைகளுள் சிலவற்றை நாம் அறிவோம்.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் இயற்பியலின் ஒரு மாபெரும் உண்ணோக்கு என்னவென்றால், வெவ்வேறு சூழல்களில் தோன்றும் இந்த வேறுபட்ட விசைகள் உண்மையில் ஒரு சில அடிப்படையான விசைகளிலிருந்தே எழுகின்றன. சான்றாக, விற்சுருளில் ஏற்படும் விசை அந்த விற்சுருளை நீட்டும்போதோ குறுக்கும்போதோ அதிலுள்ள அண்மைய அணுக்களிடையான நிகரக்கவர்ச்சியாலோ விலகலாலோ எழுகிறது. இந்த நிகர கவர்ச்சிவிசையையும் விலகல்விசை யையும் அந்த அணுக்களில் அடங்கியுள்ள மின்மத்துகள்களிடையான மின்விசைகளின் நிகரக்கூட்டுத்தொகையாக காணலாம்.

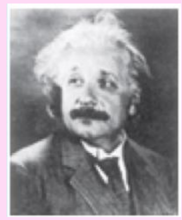
கொள்கையளவில், 'வருவித்த' விசைகளுக் கான விதிகள் (விற்சுருள்விசை, உராய்வு போன்றவை) இயற்கையின் அடிப்படைவிசை களின் விதிகளை சாராதவையல்ல. இருப்பினும், இந்த வருவிப்பும் சார்புமையும் மிகவும் சிக்கலானவை.

நாம் இக்காலத்தில் அறிந்தபடி, இயற்கையில் நான்கு அடிப்படை விசைகள் இருக்கின்றன. அவற்றை இங்கு சுருக்கமாக விவரிக்கிறோம்.

1.4.1 நிறையீர்ப்புவிசை

நிறையீர்ப்புவிசை என்பது எந்த இரண்டு பொருள்களும் அவற்றின் நிறைகளின் அடிப்படையில் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் விசை. இது ஒரு அனைத்துவ விசை. புடவியிலுள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் மற்ற ஒவ்வொரு பொருளுடனும் இந்த விசையை உணர்கிறது. சான்றாக புவியிலுள்ள எல்லாப்பொருள்களும் புவியின் நிறையீர்ப்புவிசையை (புவியீர்ப்பு விசையை) உணர்கின்றன. குறிப்பாக, நிறையீர்ப்பு நிலவின் இயக்கத்தையும் புவியைச் சுற்றியுள்ள செயற்கைக்கோள்களையும் கதிரவ னைச்சுற்றியுள்ள புவி முதலிய கோள்களின் இயக்கத்தையும் புவியை நோக்கி விழும் பொருள்களின் இயக்கத்தையும் ஆள்கிறது. உடுக்கள், உடுத்திரள்கள், உடுத்திரட்கூட்டங்கள் ஆகியவற்றின் உருவாக்கமும் படிமலர்ச்சியும் போன்ற பெருமளவ புடவித்தோற்றப்பாடுகளில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது.

ஆல்பட்டு ஐன்சுடைன் (1879 - 1955)



1879இல் செருமனி யின் ஊலுமில் பிறந்த ஆல்பட்டு ஐன்சுடைன் எக்காலத்தும் மிகச்சிறந்த இயற்பியலர்களுள் ஒருவ ராக கருதப்படுகிறார். அவர் 1905ஆம் ஆண்டு வெளி யிட்ட புதுப்பாதை பாவும் மூன்று முக்கிய ஆவணங்களின்மூலம் அவரது வியக்கத்தக்க அறிவியவாழ்க்கை தொடங்கி யது. முதல் ஆவணத்தில், அவர் ஒளியின் துணுக்கங்கள் (இப்போது ஒளியங்கள் என்று அழைக்கிறோம்) என்ற கருத்தை அறிமுகமாக் கினார். இந்த கருத்தின் துணையுடன் கதிர்வீச்சின் தொன்மையலைக்கோட்பாடு விளக்கவியலாத ஒளிமின்விளைவுகளை விளக்கினார். இரண்டாவது ஆவணத்தில், அவர் பிரவுனிய அசைவின் கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். இது சில ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு பரிசோதனைவாயிலாக உறுதிப்பட்டு பொருளின் அணுச்சித்திரத்துக்கான நம்பக மான ஆதாரங்களை வழங்கியது. மூன்றாவது ஆவணம் தனித்துவ ஒப்பளவுமைக்கோட் பாட்டை பிறப்பித்தது. இது ஐன்சுடைனை அவரது வாழ்நாளிலே ஒரு புகழ்பெற்ற நாயகனாக்கியது. அடுத்த பத்தாண்டுகளில் அவர் தனது புதிய கோட்பாட்டின் விளைவு களை ஆராய்ந்தார். இவற்றுள் நிறையாற்றற் சமானத்தின் உறைவிடமாக விளங்கும் அவரது புகழ்பெற்ற $E = mc^2$ என்ற சமன்பாடும் அடங்குகிறது. நிறையீர்ப்பின் இக்காலக்கோட்பாடாக விளங்கும் ஒப்பளவு மைக்கோட்பாட்டின் பொது வேற்றத்தையும் (பொதுவ ஒப்பளவுமைக்கோட்பாடு) உருவாக் கினார். ஐன்சுடைனின் சில குறிப்பிடத்தக்க பிற்காலப்பங்களிப்புகள்: பிளாங்கின் கரும் பொருட்கதிர்வீச்சுவிதியின் மறுவழி வருவித்த லில் புகுத்திய தூண்டுமிழ்வைப்பற்றிய கருத்து, இக்கால விண்வெளியியலை தொடக்கிவைத்த புடவியின் அசைவு மாறாமையொப்புரு, அதிநிறைபோசான்வளி மங்களின் துணுக்கப்புள்ளியியல், துணுக்க வெந்திரவிய அடித்தளங்களின் உய்யப்பகுப்

பாய்வு ஆகியவை. இக்கால இயற்பியலின் முழுவதிலும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும்படி ஐன்சுடைன் 1905ஆம் ஆண்டு இயற்பிய லுக்கு வழங்கிய புரட்சிகரமான பங்களிப்பை இனங்காணும் வகையில் 2005ஆம் ஆண்டு அனைத்துலக இயற்பிய ஆண்டு என்று அறிவிக்கப்பட்டது.

சத்தியேந்திரநாத போசு (1894-1974)

1894இல் கல்கத்தாவில் பிறந்த சத்தியேந்திரநாத போசு இருபதாம் நூற்றாண் டில் அறிவியலின் முன்னேற் றத்துக்கு அடிப்படையான பங்களிப்பை வழங்கிய சிறந்த இந்திய இயற்பிய லாளர்களுள் ஒருவர். எப்போதுமே சிறந்த மாணவராக திகழ்ந்த போசு 1916இல் கல்கத்தா பல்கலைக்கழகத்தில் இயற்பியலில் விரிவுரையாளராக தனது தொழின்மையை தொடங்கினார்; ஐந்து ஆண்டுகளுக்குப்பிறகு அவர் தாக்கா பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்தார். அங்கு 1924ஆம் ஆண்டு போசுக்கு ஏற்பட்ட ஒரு உண்ணோக்க ஒளிர்வால் பிளாங்குவிதியை ஒரு அற்புதமான புதிய முறையில் வருவித்தார். இதற்கு கதிர்வீச்சை ஒளியங்களாலான வளிமமாகக்கருதி, ஒளியத் தின் நிலைகளை எண்ணுவதற்காக புதிய புள்ளியியமுறைகளை பயன்படுத்தினார். அவர் இந்த தலைப்பில் ஒரு சிறு ஆவணத்தை எழுதி ஐன்சுடைனுக்கு அனுப்பினார். ஐன்சுடைன் அதன் முக்கியத்துவத்தை உடனடியாக உணர்ந்தார்; அதை இடாய்ச்சு மொழியில் மொழிபெயர்த்து வெளியீட்டுக்கு அனுப்பினார். ஐன்சுடைன் பின்னர் மூலக்கூறுகளின் வளிமத்துக்கும் அதே முறையை பயன்படுத்தினார்.

போசு ஆற்றிய பணியின் முக்கியமான புதிய கருத்துரு துகள்களை பிரித்தறியத் தகாதனவாக கருதியதே. இது தொன்மையான மேச்சுவல்போட்சுமனின் புள்ளியியலின் அடிப்படையான எடுகோளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டது. புதிய போசைன்சுடைனின் புள்ளியியல் தற்சுழல் முழுவெண்ணாயிருக் கும் துகள்களுக்கு பொருந்தும் என்பதை விரைவில் உணர்ந்தனர். மேலும் பாலியின் தவிர்ப்புக்கொள்கையை நிறைவுசெய்யும் அரைமுழுவெண்ணுள்ள துகள்களுக்கு ஒரு புதிய துணுக்கப்புள்ளியியல் (பெருமிதைராக் கின் புள்ளியியல்) தேவைப்பட்டது. முழுவெண்களுள்ள துகள்களை இப்போது போசின் நினைவாக போசான்கள் என்று அழைக்கிறோம்.

போசைன்சுடைன்புள்ளியியலின் ஒரு முக்கியமான பின்விளைவாக, வளிமவணுக் கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குக்கீழ் முகநிலைமாற்றமடைந்து பெரம்பான்மையா னவை ஒரே மீச்சிறும ஆற்றனிலையில் இருக்கின்றன. போசு முன்மொழிந்து ஐன்சுடைன் மேலும் வளராக்கிய கருத்துகள் வெளிவந்து சுமார் எழுபது ஆண்டுகளுக்குப் பின், மிகைக்குளிரூட்டிய நீர்த்த காரமாழை யணுக்களின் வளிமத்தில் பருப்பொருளின் ஒரு புதிய நிலையாக போசைன்சுடைனின் ஒருக்கநீர்மம் என்பதை கண்டதன்மூலம் அந்த கருத்துகள் உறுதியாயின.

1.4.2 மின்காந்தவிசை

இது மின்மத்துகள்களிடையான விசை. எளிமையாக சொல்வதெனில், மின்மங்கள் ஓய்வுநிலையில் இருக்கும்போது, அவற்றுக் கிடையான விசையை கூலுமின் விதி தருகிறது. வேறுபட்ட மின்மங்களிடையில் கவர்ச்சிவிசை யும் ஒத்த மின்மங்களிடையில் விலகல்விசையும் இருக்கின்றன. அசையும் மின்மங்கள் காந்த விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன ஒரு காந்தப்புலம் நகரும் மின்மத்தில் ஒரு விசையை உண்டாக்குகிறது. பொதுவாக மின்விளைவுக ளும் காந்தவிளைவுகளும் பிரிக்கத்தகாதவை. எனவே இதற்கு மின்காந்தவிசை என்று பெயர். நிறையீர்ப்புவிசையைப்போலவே மின்காந்த விசையும் நெடுந்தொலைவில் செயலாற்றுகிறது; இதற்கும் எந்த ஊடகமும் தேவையில்லை. நிறையீர்ப்புவிசையுடன் ஒப்பிடும்போது இது மிகவும் வலிமையானது. சான்றாக, நிலையான தொலைவிலுள்ள இரண்டு நேர்மின்னிகளி டையான மின்விசை அவற்றுக்கிடையான நிறையீர்ப்புவிசையைப்போல் 10^{36} மடங்கு.

நாம் அறிந்தவரை பருப்பொருளின் உள்ளடங்கிகள் எதிர்மின்னிகள், நேர்மின்னிகள் போன்றவை. நிறையீர்ப்புவிசையைவிட மின் காந்தவிசை மிகவும் வலிமையானது என்பதால், அணுவளவத்திலும் மூலக்கூறளவத்திலுமுள்ள அனைத்து தோற்றப்பாடுகளிலும் இது ஓங்கியிருக்கிறது. (மற்ற இரண்டு விசைகளும் அணுக்கருவின் அளவத்தில் மட்டுமே செயலாற்றுகின்றன என்பதை பார்ப்போம்). இவ்வாறாக மின்காந்தவிசை அணுக்கட்டமைப்பு, மூலக்கூறுகட்டமைப்பு, வேதிவினைகளின் இயக்கம், பொருண்மங்களின் எந்திரப்பண்புகள், வெப்பப்பண்புகள் இன்ன பிறவற்றை ஆள்கிறது. இது 'விறைப்புவிசை', 'உராய்வுவிசை', 'செங்கோட்டுவிசை', 'விற்சுருளின்விசை' போன்ற பருமளவ விசைகளுக்கு அடித்தளமாக உள்ளது.

நிறையீர்ப்பு எப்போதும் கவர்ச்சிவிசை; மின் காந்தவிசை கவர்ச்சிவிசையாகவோ விலகல் விசையாகவோ இருக்கலாம். வேறுவிதமாகச் சொன்னால், நிறை எப்போதும் நேர்மமானது (எதிர்ம நிறை இல்லை); ஆனால் மின்மம் நேர்மமின்மம், எதிர்மமின்மம் என இரண்டு வகையானது. இது பெரும் பின்விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. பருப்பொருள் பெரும்பாலும் மின்ம நடுவமானது (நிகர மின்மம் சுழியம்). எனவே, மின்விசை கிட்டத்தட்ட சுழியமாவதால் நிறையீர்ப்பு விசை புவிமீதான தோற்றப்பாடு களில் ஓங்கியிருக்கிறது. வளிமண்டலத்தில்

அணுக்கள் அயனியாவதால் அங்கு மின்விசை வெளிப்பட்டு மின்னல் உண்டாகிறது.

சற்று சிந்தித்தால், நிறையீர்ப்புடன் ஒப்பிடும்போது மின்காந்தவிசை மகத்தான வலிமையுள்ளது என்பதை நம் அன்றாட வாழ்விலிருந்தே தெரிந்துகொள்ளலாம். நம் கையில் ஒரு புத்தகத்தை வைத்திருக்கும்போது, புவியின் மிகப்பெரிய நிறை புத்தகத்தின் மீது செலுத்தும் நிறையீர்ப்புவிசையை கையின் 'செங்கோட்டு விசை'யால் சமனாக்குகிறோம். செங்கோட்டுவிசை என்பது மின்மங்கள் நிறைந்த நம் கைக்கும் புத்தகத்துக்குமிடையான தொடுகைப்பரப்பில் ஏற்படும் நிகர மின் காந்தவிசையே. புவியீர்ப்பைவிட மின்காந்த விசை மிகவும் வலுவாக இல்லாவிட்டால், ஒரு வலிமையான மனிதனின் கை இறகின் எடையால் நொறுங்கும்! உண்மையில், அந்தச்சூழ்நிலையில் நாமே நம் எடையின்கீழ் நொறுங்கிவிடுவோம்!

1.4.3 அணுக்கருவில் வன்விசை

அணுக்கருவில் நேர்மின்னிகளையும் நொதுமிகளையும் பிணைக்கும் ஒருவகையான விசையை வன்விசை என்கிறோம். ஏதோவொரு வகையான ஈர்ப்புவிசை இல்லாவிட்டால், நேர்மின்னிகளுக்கிடையான மின்விலக்கல் ஒரு அணுக்கருவை நிலையற்றதாக்கும் என்பது தெளிவு. இந்த ஈர்ப்புவிசை நிறையீர்ப்புவிசை யாக இருக்கவியலாது; ஏனெனில் மின்விசை யுடன் ஒப்பிடும்போது நிறையீர்ப்புவிசை புறக்கணிக்கத்தக்கது. எனவே, மற்றொரு அடிப்படைவிசை இருக்கவேண்டும். அணுக்கரு வில் செயலாற்றும் இந்த வன்விசை அனைத்து அடிப்படைவிசைகளுள்ளும் வலிமையானது. அது மின்காந்தவிசையைப்போல் சுமார் 100 மடங்கு வலிமையானது. இது மின்மத்தை சாராதது; நொதுமிக்கும் நொதுமிக்குமிடையி லும் நேர்மின்னிக்கும் நொதுமிக்குமிடையிலும் நேர்மின்னிக்கும் நேர்மின்னிக்குமிடையிலும் சமமாக வேறுபாடின்றி செயலாற்றுகிறது. இருப்பினும், அதன் வீச்சளவு மிகவும் சிறியது; சுமாராக அணுக்கருவின் பருமானங்களே ($10^{-15}\, m$). இதுவே உட்கருக்களின் நிலைப்பு மைக்கு காரணமாகிறது. எதிர்மின்னி இந்த விசையை உணர்வதில்லை என்பதை கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

ஆனால், நேர்மின்னிகளும் நொதுமிகளும் குவார்க்குகள் எனப்படும் மேலும் அடிப்படைக் கூறுகளால் ஆனவை என்பதை அண்மைக்கால வளராக்கங்கள் சுட்டுகின்றன.

1.4.4 அணுக்கருவில் மென்விசை

மென்விசை எனப்படும் குறைவான வலுவுள்ள அணுக்கருவிசை ஒரு அணுக்கருவின் β ச்சிதைவு (பீற்றாச்சிதைவு) போன்ற சில அணுக்கருத்தோற்றப்பாடுகளில் மட்டுமே தோன்றுகிறது. β ச்சிதைவில் உட்கரு ஒரு எதிர்மின்னியையும் நுண்ணொதுமி எனப்படும் மின்மமற்ற துகளையும் வெளியிடுகிறது. மென்விசை நிறையீர்ப்புவிசையைப்போல குறைந்த வலுவுடையதன்று; ஆனால் வலுமிகு அணுக்கருவிசையையும் மின்காந்தவிசையை யும்விட மிகவும் வலுகுறைந்தது. மென்விசை யின் வீச்சளவு மிகச்சிறிது ($10^{-16}\, m$ போன்ற முறைமையானது).

1.4.5 விசைகளின் ஒன்றாக்கலை நோக்கி

இயற்பியலில் ஒன்றாக்கல் ஒரு அடிப்படைத் தேடல் என்று 1.1ஆம் பகுதியில் குறிப்பிட்டோம். இயற்பியலில் பெரும் முன்னேற்றங்கள் பெரும்பாலும் வெவ்வேறு கோட்பாடுகளையும் செயற்களங்களையும் ஒன்றாக்குவதாலே நிகழ்கின்றன. நியூட்டன் புவிச்செயற்களத்தை யும் வான்செயற்களத்தையும் நிறையீர்ப்புவிதி யின்கீழ் ஒன்றாக்கினார். அருசுட்டடும் பாரடேயும் கண்ட சோதனைவிளைவுகள் மின்சாரத்தோற்றப்பாடுகளும் காந்தத்தோற்றப் பாடுகளும் பொதுவாக பிரிக்கத்தகாதவை என்பதை காட்டின. ஒளி ஒரு மின்காந்த அலை என்பதை கண்டறிந்த மேக்குவல் மின்காந்த வியலையும் ஒளியியலையும் ஒருங்கிணைத்தார். ஐன்சுடைன் நிறையீர்ப்பையும் மின்காந்தத்தை யும் ஒன்றாக்க முயன்று தோல்வியுற்றார். எனினும் இது விசைகளை ஒன்றிணைக்கும் இலக்கை இயற்பியலர்கள் வைராக்கியத்துடன் பின்பற்றுவதை தடுக்கவில்லை.

அட்டவணை 1.3 இயற்கையில் வெவ்வேறு விசைகளை ஒன்றாக்குவதில் முன்னேற்றம்

இயற்பியலரின் பெயர்	ஆண்டு	ஒன்றாக்கலில் சாதனை
ஐசக்கு நியூட்டன்	1687	வானெந்திரவியலையும் புவியெந்திரவியலையும் ஒன்றாக்கினார்; அசைவுவிதிகளும் நிறையீர்ப்புவிதிகளும் (பெருமளவ, நுண்ணளவ ஆகிய) இரண்டு செயற்களங்களுக்கும் பொருந்தும் என்று காட்டினார்.
ஆனசு கிருத்தியன் அருசுட்டடு, மைக்கல் பாரடே	1820, 1830	மின்தோற்றப்பாடுகளும் காந்தத்தோற்றப்பாடுகளும் மின்காந்தவியல் என்ற செயற்களத்தின் பிரிக்கத்தகாத கூறுகள் எனறு காட்டினர்.

இயேமசு கிளார்க்கு மேக்குவல்	1873	மின்சாரம், காந்தவியல், ஒளியியல் ஆகியவற்றை ஒன்றாக்கினார்; ஒளி ஒரு மின்காந்த அலை என்பதை காட்டினார்.
செலுடன் கிளாசோ, அபுதுசு சலாம், சுதீவன் வெயின்பர்கு	1979	மென்விசையையும் மின்காந்த விசையையும் மின்காந்தமென்விசை என்ற ஒற்றைவிசையின் வெவ்வேறு கூறுகளாக பார்க்கலாம் என்று காட்டினார்.
காருலோ உருப்பியா, சைமன் வாண்டர்மியர்	1984	மின்காந்தமென்விசைக்கோட்பாட்டின் முன்னறிதல்களை பரிசோதனைவழி சரிபார்த்தார்.

கடந்த சில பத்தாண்டுகளில் இந்த முயற்சி மிகவும் முன்னேறியுள்ளது. மின்காந்தவிசையையும் மென்விசையையும் இப்போது ஒன்றாக்கி மின்காந்தமென்விசை என்ற ஒரே விசையின் துலங்கல்களாக பார்க்கிறோம். இந்த ஒன்றாக்கலின் உண்மையான பொருளை இங்கு விளக்குவது கடினம். மின்காந்தமென்விசையையும் வன்விசையையும் ஒன்றாக்கவும் நிறையீர்ப்புவிசையை மற்ற அடிப்படைவிசைகளுடன் சேர்க்கவும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இவற்றில் பல கருத்துகள் இன்னும் நம்பூகமாகவும் முடிவுறாதனவாகவும் இருக்கின்றன. அட்டவணை 1.4 இயற்கையின் விசைகளை ஒன்றாக்கும் முன்னேற்றத்தில் ஏற்பட்ட சில மைல்கற்களை சுருக்கமாக கூறுகிறது.

சர் ச. வெ. இராமன் (1888-1970)

சந்திரசேகர வெங்கட இராமன் 07 நவம்பர் 1888இல் திருவானைக்காவில் பிறந்தார். அவர் தனது பதினொன்றாம் வயதில் பள்ளிப்படிப்பை முடித்துவிட்டார். சென்னை மாநிலக்கல்லூரியில் பட்டம்பெற்றார். தனது கல்வியை முடித்தபிறகு அவர் இந்திய அரசின் நிதித்துறைச்சேவையில் சேர்ந்தார்.

அவர் கொல்கத்தாவில் இருந்தபோது, மருத்துவர் மகேந்திரலால் சர்க்கார் நிறுவிய இந்திய அறிவியல் வளர்ப்புச்சங்கத்தில் தனக்கு ஆர்வமுள்ள களத்தில் மாலை நேரங்களில் வேலைசெய்ய தொடங்கினார். அவருக்கு ஆர்வமுள்ள களங்களுள் அதிர்வுகள், பல்வேறு இசைக்கருவிகள், புறவொலியியல், விளிம்பு வளைவு, இன்ன பிற அடங்குகின்றன.

1917இல் அவருக்கு கொல்கத்தா பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியர்பதவி கிடைத்தது. 1924இல் அவர் இலண்டனிலுள்ள பிரித்தானியக்கழகத்தின் தோழராக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1930இல் இயற்பியலில் அவரது கண்டுபிடிப்பான இராமன் விளைவுக்காக நோபல் பரிசை பெற்றார்.

இராமன்விளைவு ஒரு ஊடகத்தின் மூலக்கூறுகள் அதிர்வின் ஆற்றன்மட்டங்களில் கிளர்ச்சியுறும்போது ஏற்படும் ஒளிச்சிதறலைப்பற்றியது. இந்த கண்டுபிடிப்பு பல ஆண்டுகளுக்கான முற்றிலும் புதிய ஆராய்ச்சிவழிகளை திறந்துவிட்டது.

அவர் தனது பிந்தைய ஆண்டுகளை பெங்களூரில், முதலில் இந்திய அறிவியற் பயிலகத்திலும், பின்னர் இராமன் ஆராய்ச்சிப்பயிலகத்திலும் கழித்தார். அவரது பணி இளந்தலைமுறையின் மாணவர்களை ஊக்குவிக்கிறது.

1.5 இயற்பிய விதிகளின் இயல்பு

இயற்பியலர்கள் புடவியை ஆராய்கின்றனர். அறிவிய வழிமுறைகளின் அடிப்படையிலான அவர்களது ஆராய்வுகள் அணுக்களைவிட சிறிய துகள்கள்முதல் மிகத்தொலைவிலுள்ள உடுக்கள் வரையான வீச்சளவுள்ளவை. இயற்பியலர்கள் கண்டறிதல்களாலும் பரிசோதனைகளாலும் உண்மைகளை காண்பதோடு மட்டுமல்லாமல், இந்த உண்மைகளை (பெரும்பாலும் கணிதச் சமன்பாடுகளாக) சுருங்கவுரைக்கும் விதிகளையும் கண்டுபிடிக்க முயல்கின்றனர்.

வெவ்வேறு விசைகள் ஆளும் எந்தவொரு இயற்பியத்தோற்றப்பாட்டிலும் பல அளவுகள் நேரத்துடன் மாறலாம். ஒரு குறிப்பிடத்தக்க உண்மை என்னவென்றால், சில தனித்துவ இயலளவுகள் நேரத்துடன் மாறாதவை. அவை இயற்கையின் அழியாக்காப்புறும் (அழிவோ தோற்றமோ இன்றி காக்கப்படும்) அளவுகள். கண்டறிந்த தோற்றப்பாடுகளை அளவியமாக விவரிக்க இந்த அழியாக்காப்புக்கொள்கைகளை புரிந்துகொள்வது மிகவும் முக்கியம்.

ஒரு பாதைசாராத புறவிசையின் செயலால் அசையும் ஒரு பொருளின் மொத்த எந்திரவாற்றல், அதாவது ஒரு பொருளின் இயக்கவாற்றலும் இயன்மவாற்றலும் சேர்ந்த கூட்டுத்தொகை, ஒரு மாறிலி. நிறையீர்ப்புவிசையின்கீழ் ஒரு பொருளின் தடங்கலிலாவீழ்ச்சி இதற்கு ஒரு பழக்கமான சான்று. பொருளின் இயக்கவாற்றலும் அதன் இயன்மவாற்றலும் நேரத்துடன் மாறிக்கொண்டேயிருக்கின்றன; ஆனால் கூட்டுத்தொகை அழியாக்காப்புற்றது. ஓய்விலிருக்கும் ஒரு பொருளை விழவிட்டால், அந்தப் பொருள் நிலத்தின்மீது படும்முன் அதன் தொடக்க இயன்மவாற்றல் இயக்கவாற்றலாக முழுமையாக மாறிவிடுகிறது. பாதைசாரா விசைகளுக்கு மட்டுமான இந்த அழியாக்காப்புக்

கொள்கையை பொதுவான தனியமைப்பின் ஆற்றலழியாக்காப்புவிதியுடன் (ஆற்றலியக் கத்தின் முதல்விதி) குழப்பக்கூடாது.

ஆற்றல் என்ற கருத்துரு இயற்பியலின் மையமாகிறது; ஒவ்வொரு இயற்பிய லமைப்புக்கும் ஆற்றலுக்கான சமன்பாடுகளை எழுதவியலும். சான்றாக, வெப்பவாற்றல், எந்திரவாற்றல், மின்னாற்றல் போன்ற அனைத்து வகைகளையும் சேர்த்துக்கொண்டால் ஆற்றல் அழியாக்காப்புடையது என தெளிவாகிறது. பொதுவான இந்த ஆற்றலழியாக்காப்புவிதி எல்லாவிதமான விசைகளுக்கும் வெவ்வேறு விதமான ஆற்றல்களுக்கிடையில் ஏற்படும் உருமாற்றங்களுக்கும் பொருந்தும். மேல் கூறிய வீழ்பொருளின் எடுத்துக்காட்டில், வீழ்ச்சியின் போது ஏற்படும் வளித்தடையத்தின் விளைவை சேர்த்துக்கொண்டு பொருள் தரையில் விழுந்து அசையாமலிருக்கும் நிலையில் பார்த்தால் மொத்த எந்திர ஆற்றல் அழியாக்காக்கப்படாதது வெளிப்படை. ஆனால், ஆற்றலின் அழியாப் காப்புக்கான பொதுவிதி இங்கும் பொருந்தும். கல்லின் தொடக்க இயன்மவாற்றல் வெப்பம், ஒலி போன்ற மற்ற ஆற்றல்வடிவங்களாக மாறுகிறது. (ஒலி உட்கவரப்பட்டபின் இறுதியில் வெப்பமாகிறது). கல்லும் சுற்றுப்புறமும் சேர்ந்த அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் மாறாமலுள்ளது.

ஆற்றலைக்காக்கும் விதி நுண்ணவுமுதல் பருமளவுவரை இயற்கையின் அனைத்து செயற்களங்களிலும் ஏற்புடையதாக கருதப் படுகிறது. இது வழக்கமாக அணு, அணுக்கரு, அடிப்படைத்துகள் ஆகியவற்றின் நிகழ்முறை களின் பகுப்பாய்வில் பயன்படுகிறது. மறுநுனி யில், பலவகையான தீவிரமான தோற்றப் பாடுகள் புடவியில் நிகழ்ந்துகொண்டேயிருக் கின்றன; இருப்பினும் புடவியின் (சாத்தியமான மீநல்லியல்பான தனியமைப்பு!) மொத்த ஆற்றல் மாறாமலிருப்பதாக நம்புகிறோம்.

ஐன்சுடைனின் ஒப்பளவுமைக்கோட்பாடு வரும்வரை, நிறையை அழிக்கவோ ஆக்கவோ இயலாது என்று எண்ணியதால், நிறையின் அழாயாக்காப்புவிதியையும் இயற்கையின் அடிப்படையான அழியாக்காப்புவிதிகளுள் ஒன்றாக கருதினர். வேதிவினைகளின் பகுப்பாய்வு போன்றவற்றில் இது இன்றும் ஒரு முக்கியமான கொள்கையாக இருக்கிறது. அடிப்படையில், ஒரு வேதிவினை அணுக்களை வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் மாற்ற டுக்குகிறது. வினைப்பொருளான மூலக்கூறுக ளின் மொத்த பிணைப்பாற்றல் விளைபொரு ளான மூலக்கூறுகளின் மொத்த பிணைப்பாற் றலைவிட குறைவாயிருந்தால், இவ்விரண்டு ஆற்றல்களின் வேறுபாடு வெப்பமாக வெளிப் படுகிறது; இவ்வேதிவினை வெப்பமுமிழ்வேதி வினை. மாறாக, ஆற்றலை உள்ளெடுக்கும் வேதிவினை வெப்பங்கொள்வேதிவினை. இருப் பினும், அணுக்கள் ஆக்கப்படாமலும் அழிக்கப் படாமலும் வெறுமனே மாற்றடுக்கப்பட்டுவதால் வினைப்பொருள்களின் மொத்த நிறை வேதி வினையிலுள்ள விளைபொருள்களின் மொத்த நிறைக்கு சமம்.

ஐன்சுடைனின் கோட்பாட்டின்படி, m என்ற நிறையின் ஆற்றலை, $E = mc^2$ என்ற உறவு தருகிறது; இங்கு c வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம். வேதிவினைகளின்போது பிணைப்பாற்ற லில் ஏற்படும் மாற்றங்களை நிறைமாற்றங்க ளாக அளவிடும்போது அவை மிகச்சிறியவை.

ஒரு அணுக்கருநிகழ்முறையில் நிறை ஆற்றலாகவோ ஆற்றல் நிறையாகவோ மாற்றப்படுகிறது. இதுவே அணுமின்சாரத்தின் உற்பத்தியிலும் அணுக்கருவின் வெடிப்புகளிலும் வெளியாகும் ஆற்றல்.

ஆற்றலின் அளவு ஒரு திசையிலி. ஆனால் எல்லா அழியாக்காப்புறும் அளவுகளும் திசையிலிகள் அல்ல. ஒரு தனியமைப்பில் அழியாக்காப்புறும் மொத்த நேரியவுந்தமும் மொத்த கோணவுந்தமும் திசையன்கள். இந்த விதிகளை எந்திரவியலில் நியூட்டனின் அசைவுவிதிகளிலிருந்து வருவிக்கலாம். ஆனால் இவற்றின் சரியுடைமை எந்திரவியலையும் தாண்டியது. இவை எல்லா செயற்களங்களிலும் இயற்கையின் அடிப்படையான அழியாக்காப்பு விதிகள். நியூட்டனின் விதிகள் சரியாகாமற் போகக்கூடிய இடங்களிலும் இவை சரியானவை.

இயற்கையின் அழியாக்காப்புவிதிகள் எளிமையானவையும் பொதுவமானவையும் மட்டுமல்லாமல், அவை நடைமுறையில் மிகவும் பயனுள்ளவை. பல்வேறு துகள்களையும் விசைகளையும் உள்ளடக்கிய ஒரு உட்சிக்கலான அமைப்பின் முழு இயங்கியலை தீர்க்கவியலா தது அடிக்கடி நிகழ்கிறது. எனினும் அழியாக் காப்புவிதிகள் பயனுள்ள முடிவுகளை வழங்க வியலும். சான்றாக, இரண்டு ஊர்திகளின் மோதலின்போது செயலாற்றும் சிக்கலான விசைகளை நாம் அறியாமல் இருக்கலாம். இருப்பினும் உந்தத்தின் அழியாகாப்புவிதி இச்சிக்கல்களை தவிர்த்து மோதலின் சாத்தியமான வருவிளைவுகளை முன்னறியவோ தள்ளவோ உதவுகிறது. அணுக்கரு, அடிப்படைத் துகள் போன்றவற்றில் நிகழும் தோற்றப் பாடுகளின் பகுப்பாய்வில் அழியாக்காப்பு விதிகள் முக்கியமான கருவிகள். உண்மையில், β ச்சிதைவுக்கான ஆற்றல், உந்தம் ஆகியவற் றின் அழியாக்காப்புவிதிகளை பயன்படுத்தி உல்புகேங்கு பாலி (1900-1958) 1931 ஆண்டில் எதிர்மின்னியுடன் சேர்ந்து β ச்சிதைவில் வெளிப்படும் ஒரு புதிய துகள் (இப்போது இதை நுண்ணொதுமி என்று அழைக்கிறோம்) இருப்பதை சரியாக முன்னறிந்தார்.

இயற்கையின் சமச்சீர்மைகளுடன் அழியாக் காப்புவிதிகள் நெருங்கிய தொடர்புள்ளவை என்பதை இயற்பியலின் மேற்படிப்புகளில் நீங்கள் கற்பீர்கள். சான்றாக, இயற்கையின் விதிகள் நேரத்துடன் மாறாதவை என்பது ஒரு முக்கியமான கண்டறிதல்! நாம் இன்று நமது ஆய்வகத்தில் ஒரு பரிசோதனையைச்செய்து, ஒரு வருடத்திற்குப் பிறகு அதே பரிசோதனையை

மீண்டும் (அதே பொருள்களுடன் அதே நிலைமைகளில்) செய்தால், விளைவுகள் ஒத்திருக்கவேண்டும். நேரஞ்சாராமை அதாவது நேரப்பெயர்ச்சி எனும் இந்த இயற்கையின் சமச்சீர்மை ஆற்றற்காப்புவிதிக்கு சமானமாகிறது. அதைப்போல், வெளி ஒருமைச்சீரானது; புடவியில் (உள்ளர்ந்த) முன்னுரிமையான இடம் என்ற ஒன்று இல்லை. இன்னும் தெளிவாகச்சொல்வதெனில், இயற்கையின் விதிகள் புடவியின் எவ்விடத்திலும் ஒன்றே. (எச்சரிக்கை: வெவ்வேறு இடங்கள் வெவ்வேறு நிலைமைகளில் இருப்பதால் தோற்றப்பாடுகள் இடத்திற்கு இடம் வேறுபடலாம். சான்றாக, நிலாவிலுள்ள நிறையீர்ப்புமுடுக்கம் புவியிலுள்ள நிறையீர்ப்புமுடுக்கத்தில் ஆறில் ஒரு பங்கு; ஆனால் நிறையீர்ப்பு விதி நிலாவிலும் புவியிலும் ஒன்றே.) வெளியில் நகர்வைப் பொறுத்து இந்த இயற்கை விதிகள் சமச்சீராயிருப்பது நேரிய உந்தத்தின் அழியாக்காப்பை தருகிறது. இதைப்போல், வெளியின் சமத்திசைமை (வெளியில் முற்கோளாக உள்ளார்ந்த திசை இல்லை) கோண உந்தத்தை அழியாக்காக்கும் விதியை அடிக்கோடிடுகிறது [3]. மின்மத்துக்கும் அடிப்படைத்துகள்களின் பிற பண்புகளுக்குமான அழியாக்காப்புவிதிகள் சில உருவிலா சமச்சீர்மைகளுடன் தொடர்புடையனவாயிருக்கலாம். இயற்கையின் அடிப்படை விசைகளின் இக்காலக்கோட்பாடுகளில் வெளியின் சமச்சீர்மையும் நேரத்தின் சமச்சீர்மையும், பிற உருவிலா சமச்சீர்மைகளும் முக்கியப் பங்கை வகிக்கின்றன.

இயற்பியலில் அழியாக்காப்புவிதிகள்

ஆற்றல், உந்தம், கோணவுந்தம், மின்மம் போன்றவற்றின் அழியாக்காப்புகளை இயற்பியலில் அடிப்படைவிதிகளாக கருதுகிறோம். இக்காலத்தில், இதுபோன்ற பல அழியாக்காப்புவிதிகள் உள்ளன. மேற்கூறிய நான்கைத் தவிர, அணுக்கருவியற்பியலிலும் துகளியற்பியலிலும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட அளவுகளை கையாளும் மற்றவையும் உள்ளன. தற்சுழல், பேரியனெண், விந்தை, அதிமின்மம் போன்றவை சில அழியாக்காப்புறு அளவுகள். ஆனால் நாம் அவற்றைப்பற்றி இப்போது கவலைப்படத்தேவையில்லை.

ஒரு அழியாக்காப்புவிதி கண்டறிதல்களும் பரிசோதனைகளுமான அடிப்படையில் அமைந்த ஒரு கருதுகோள். ஒரு அழியாக்காப்பு விதியை நிறுவவியலாது என்பதை நினைவில் கொள்க. இதை பரிசோதனைகளின்மூலம் சரிபார்க்கலாம்; நிராகரிக்கலாம். விதிக்கு இணங்கிய விளைவைத்தரும் ஒரு பரிசோதனைவிளைவு விதியை சரிபார்க்கிறது; அதாவது அதற்கு பொருளூட்டுகிறது; அது விதியை நிறுவவில்லை. இதன் மறுபக்கமாக, விதிக்கு முரணான ஒரே பரிசோதனை அதை நிராகரிக்க போதுமானது.

ஆற்றலின் அழியாக்காப்புவிதியை நிறுவும்படி யாரையாவது கேட்பது தவறு. இந்த விதி பல நூற்றாண்டுகளாக நமது பட்டறிவின் வருவிளைவு. மேலும் இது இயங்கியல், ஆற்றலியக்கம், மின்காந்தவியல், ஒளியியல், அணுவியற்பியல், அணுக்கருவியற்பியல் ஆகியவற்றிலும் வேறு எந்தப் பகுதியிலும் செல்லுபடியாவதை அனைத்து பரிசோதனைகளும் காட்டுகின்றன.

புவியீர்ப்புவிசையால் விழும் ஒரு பொருளின் இயக்கவாற்றலையும் இயன்மவாற்றலையும் கூட்டி அது மாறாமல் இருப்பதை காட்டுவதன்மூலம், எந்திரவாற்றலின் அழியாக்காப்பை நிறுவவியலும் என்று சில மாணவர்கள் கருதலாம். மேலே சுட்டியபடி, இது விதியின் சரிபார்ப்பு மட்டுமே, அதன் நிறுவலன்று.

சுருக்கவுரை

1. இயற்பியல் இயற்கையின் அடிப்படைவிதிகளைப்பற்றியும் பல்வேறு தோற்றப்பாடுகளில் அவற்றின் துலங்கலைப்பற்றியுமான ஆய்ந்தறிதல். இயற்பியலின் அடிப்படைவிதிகள் அனைத்துவமானவை; பல்வேறு சூழல்களிலும் நிலைமைகளிலும் அவை பொருந்துவன.
2. இயற்பியலின் நோக்கவீச்சு பரந்தது: இதில் இயலளவுகளின் மாபெரும் வீச்சளவு அடங்குகிறது.
3. இயற்பியலும் தொழினுட்பமும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பானவை. சில நேரங்களில் தொழினுட்பம் புதிய இயற்பியலுக்கு வழிவகுக்கிறது; மற்ற நேரங்களில் இயற்பியல் புதிய தொழினுட்பத்தை உருவாக்குகிறது. இரண்டுமே சமூகத்தில் நேரடித்தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.
4. இயற்கையில் பருமளவ உலகிலும் நுண்ணளவ உலகிலும் பல்வேறு தோற்றப்பாடுகளை ஆளும் நான்கு அடிப்படைவிசைகள் உள்ளன. இவை 'நிறையீர்ப்புவிசை', 'மின்காந்தவிசை', 'வன்விசை', 'மென்விசை' ஆகியவை. இயற்கையின் வெவ்வேறு விசைகளையும் களங்களையும் **ஒன்றாக்கல்** இயற்பியலில் ஒரு அடிப்படைத்தேடல்.
5. ஒரு நிகழ்முறையின்போது மாறாத இயலளவுகளை அழியாக்காப்புறும் அளவுகள் என்று அழைக்கிறோம். இயற்கையிலுள்ள சில பொது அழியாக்காப்புவிதிகளுள் நிறை, ஆற்றல்,

[3] *7ஆம் படலத்தை பார்க்க*

நேரியவுந்தம், கோணவுந்தம், மின்மம், இணைமம் ஆகியவற்றின் அழியாக்காப்புவிதிகள் அடங்குகின்றன.

6. அழியாக்காப்புவிதிகள் இயற்கையின் சமச்சீர்மைகளுடன் நெருக்கமான தொடர்புள்ளவை. வெளி, நேரம் ஆகியவற்றின் சமச்சீர்மைகளும் பிற வகையான சமச்சீர்மைகளும் இயற்கையின் அடிப்படைவிசைகளின் இக்காலக்கோட்பாடுகளில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கின்றன.

பயிற்சிகள்

மாணவர்களுக்கான குறிப்பு

இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ள பயிற்சிகள் அறிவியல், தொழினுட்பம், சமூகம் ஆகியவற்றைச்சூழ்ந்த சிக்கல்களைப்பற்றிய உங்கள் விழிப்புணர்வை மேம்படுத்துவதுடன் அவற்றைப்பற்றி சிந்திக்கவும் வடிவமைக்கவும் ஊக்குவிக்கின்றன. இங்கு எழும் கேள்விகளுக்கு தெளிவான 'விருப்புசாராத' விடைகள் இல்லாமலிருக்கலாம்.

ஆசிரியருக்கான குறிப்பு

இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ள பயிற்சிகள் வடிவுமத்தேர்வின் நோக்கத்துக்காக அல்ல.

1.1 அறிவியலின் இயல்பைப்பற்றி மிக ஆழமான சில கூற்றுகள் எல்லாக்காலத்து அறிவியலர்களிலும் சிறந்தவர்களுள் ஒருவரான ஆல்பட்டு ஐன்சுடைனிடமிருந்து வந்தவை. ஐன்சுடைன் "உலகில் மிகவும் புரிந்துகொள்ளவியலாதது எதுவெனில், உலகம் புரிந்துகொள்ளக்கூடியது என்பதே" என்றபோது என்ன பொருளில் சொன்னார் என்று நீங்கள் நினைக்கிறீர்கள்?

1.2 "ஒவ்வொரு பெரிய இயற்பியற்கோட்பாடும் சமயமுரணாக தொடங்கி ஒரு நம்புகோளாக முடிகிறது". இந்த கடுங்குறிப்புரையின் ஏற்புடைமைக்கு அறிவியலின் வரலாற்றிலிருந்து சில எடுத்துக்காட்டுகளை தருக.

1.3 "அரசியல் சாத்தியங்களின் களம்". அதைப்போல், "அறிவியல் தீர்வுகளின் களம்". அறிவியலின் இயல்பையும் நடைமுறையையும் பற்றிய இந்த அழகான நூற்பாமுதுமொழியை விளக்குக.

1.4 இந்தியா இப்போது அறிவியலிலும் தொழினுட்பத்திலும் வேகமாக விரிவடைந்துவரும் ஒரு பெரிய தளத்தை தனக்கென ஏற்படுத்தியிருக்கிறது; எனினும், அது அறிவியலில் ஒரு உலகத்தலைமையிடத்தை வகிக்கும் இயன்மத்தை அடைவது இன்னும் நீண்ட தொலைவிலுள்ளது. உங்கள் பார்வையில் இந்தியாவில் அறிவியலின் முன்னேற்றத்துக்கு இடையூறாக இருக்கும் சில முக்கியமான காரணிகளை உரைக்க.

1.5 எந்த இயற்பியலரும் எதிமின்னியை பார்த்ததில்லை. இருப்பினும், அனைத்து இயற்பியலர்களும் எதிமின்னிகள் இருப்பதை நம்புகிறார்கள். ஒரு அறிவுள்ள மூடநம்பிக்கையான மனிதர், பேய்களை யாரும் பார்க்கவில்லை என்றாலும் பேய்கள் இருப்பதாக வாதிட இந்த ஒப்புமையை முன்வைக்கிறார். அவரது விவாதத்தை எப்படி மறுப்பீர்கள்?

1.6 நிப்போனின் ஒரு குறிப்பிட்ட கடலோரப்பகுதியைச்சுற்றி காணப்படும் நண்டுகளின் ஓடுகள் பெரும்பாலும் ஒரு பழம்பெரும் சாமுராயின் முகத்தை ஒத்திருப்பதாக தெரிகிறது. கண்டறிந்த இந்த உண்மையின் இரண்டு விளக்கங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் எது அறிவியல்விளக்கமாக உங்களுக்கு தோன்றுகிறது?

   a. பல நூற்றாண்டுகளுக்குமுன் நடந்த சோகமான கடல்விபத்தில் ஒரு இளம் சாமுராய் மூழ்கிப்போனார். அவரது துணிச்சலை பெருமைப்படுத்தும் விதமாக, இயற்கை அதன் புதிரான வழிகளில் அவரது முகத்தை அந்த பகுதியிலுள்ள நண்டுகளின் ஓடுகளில் அழியாதவாறு பதித்துள்ளது.

   b. இந்த சோகமான நிகழ்ச்சிக்குப்பின், அந்த பகுதியிலுள்ள மீனவர்கள் இறந்த வீரனுக்கு மரியாதைசெய்யும் விதமாக, பிடிபட்ட ஒரு நண்டின் ஓட்டுக்கு ஒரு சாமுராயின் முகத்தையொத்த வடிவம் இருந்தால் அதை விடுவித்தனர். இதன் விளைவாக, நண்டோட்டின் குறிப்பிட்ட வடிவம் நீண்டகாலம் நீடித்தது. எனவே காலப்போக்கில் அவற்றின் வடிவம் மரபணுக்களால் பரவியது. இது செயற்கைத்தேர்வால் படிமலர்ச்சி நிகழ்வதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு.

   [குறிப்பு: காரல் சேகனின் ‘விண்வெளி’ என்ற காட்சியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட இந்த ஆர்வமான எடுத்துக்காட்டு முதல் பார்வையில் இயல்புமீறியதாக தோன்றும் விந்தையான உண்மைகளுக்கு எளிய அறிவியவிளக்கம் இருக்க நேர்வதை காட்டுகிறது. இதைப்போன்ற வேறு சான்றுகளை எண்ணிப்பாருங்கள்.

1.7 இரண்டு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னர் இங்கிலாந்திலும் மேற்கு ஐரோப்பாவிலும் நிகழ்ந்த தொழிற்புரட்சி சில முக்கிய அறிவிய முன்னேற்றங்களாலும் தொழினுட்ப மேம்பாடுகளாலும் தூண்டப்பட்டது. இந்த முன்னேற்றங்கள் யாவை?

1.8 உலகம் இப்போது ஐந்தாவது தொழிற்புரட்சியை காணப்போகிறது என்று சொல்கிறார்கள். இது மற்ற புரட்சிகளைப்போலவே சமூகத்தில் அடிப்படைமாற்றங்களை கொண்டுவரும். இந்த புரட்சிக்கு காரணமான சில முக்கியமான சமக்கால அறிவியற்களங்களையும் தொழினுட்பக்களங்களையும் பட்டியலிடுக.

1.9 இருபத்திரண்டாம் நூற்றாண்டின் அறிவியலையும் தொழினுட்பத்தையும் பற்றிய உங்கள் ஊகத்தின் அடிப்படையில் சுமார் 1000 சொற்களில் ஒரு புனைவை எழுதுக.

1.10 அறிவியலின் நடைமுறையில் உங்கள் 'நீதிநெறிய நோக்குநிலை'யை உரையிட முயலுங்கள். மாபெரும் அறிவக ஆர்வமுள்ளதும் மனிதச்சமூகத்துக்கு ஆபத்தான பின்விளைவுகளை மட்டுமே உண்டாக்கக்கூடியதுமான ஒரு கண்டுபிடிப்பில் நீங்கள் தடுமாறுகிறீர்கள் என்று கற்பனை செய்க. உங்கள் இந்த கவையிக்கட்டை தீர்க்கவியலுமா? இயன்றால் தீர்வு என்ன?

1.11 எந்தவொரு அறிவையும் போலவே, அறிவியலையும் நன்மைக்கோ தீமைக்கோ பயன்படுத்தலாம். அறிவியலின் சில பயன்பாடுகளை கீழ் தருகிறோம். குறிப்பிட்ட பயன்பாடு நல்லதா தீயதா அவ்வாறு தெளிவாக வகைப்படுத்தவியலாததா என்பதில் உங்கள் நோக்குநிலையை வரைக.

a. பேரம்மைநோயை கட்டுப்படுத்தி இறுதியில் நீக்க மக்களினத்தொகைக்கு பெருந்திரளாக தடுப்பூசிபோடுதல் (இதை ஏற்கனவே இந்தியாவில் வெற்றிகரமாக செயலாக்கிவிட்டோம்.)
b. எழுத்தறிவின்மையை ஒழிக்கவும் செய்தியையும் கருத்துகளையும் பெருந்திரளாக பரப்பவும் தொலைக்காட்சியை பயன்படுத்தல்
c. முற்பேறுகாலத்தில் பாலினத்தை தீர்மானித்தல் (அதாவது குழந்தை பிறக்கும்முன்பே ஆணா பெண்ணா என்று தீர்மானித்தல்).
d. வேலையின் செயற்றிறனை அதிகரிக்க கணினிகள்
e. புவியைச்சுற்றி செயற்கைத்துணைக்கோள்களை வைப்பது
f. அணுக்கருவாயுதங்களை வளராக்கல்
g. வேதிப்போர்க்கருவிகளுக்கும் உயிரியப்போர்க்கருவிகளுக்கும் புதிய திறன்மிகு செய்நுட்பங்களை வளராக்கல்
h. குடிப்பதற்காக நீரை தூய்மையாக்கல்
i. தேற்றலறுவை
j. குளோனிடல்

1.12 இந்தியா கணிதம், வானியல், மொழியியல், ஏரணம், நன்நெறியியல் ஆகியவற்றில் நீண்டகாலமாக சிறந்த கற்றறிமை உள்ளது ஆயினும், இதற்கு இணையாக, பல மூடநம்பிக்கைகளும் தெளிவற்ற மனப்பான்மைகளும் நடைமுறைகளும் நம் சமூகத்தில் செழித்து வளர்ந்தன; இன்றும் பல படித்த மக்களிடையிலும் இது தொடர்கிறது. இந்த அணுகுமுறைகளை எதிர்கொள்வதற்கான உத்திகளை உருவாக்க அறிவியலைப்பற்றிய உங்கள் அறிவை நீங்கள் எவ்வாறு பயன்படுத்துவீர்கள்?

1.13 சட்டம் இந்தியாவில் பெண்களுக்கு சமத்தகுநிலையை அளித்தாலும், ஒரு பெண்ணின் உள்ளியல்பு, செயலியன்மை, அறியியன்மை ஆகியவற்றைப்பற்றி பலருக்கு அறிவியலற்ற கருத்துகள் உள்ளன. மேலும் நடைமுறையில் அவர்களுக்கு இரண்டாந்தகுநிலையை வழங்குகின்றனர். அறிவியலின் விவாதவுரைகளை பயன்படுத்தியும் அறிவியலிலும் பிற துறைகளிலும் சிறந்த பெண்களின் சான்றுகளை மேற்கோள் காட்டுவதன்மூலமும் இந்த நோக்குநிலையை தகர்த்தெறிக. சமவாய்ப்பு வழங்கப்பட்டால், பெண்கள் ஆண்களுக்கு இணையாவார்கள் என்று உங்களையும் மற்றவர்களையும் இணக்கூக்குக.

1.14 "இயற்பியலின் சமன்பாடுகள் சோதனைகளுடன் உடன்படுவதைவிட அழகாயிருப்பது முக்கியமானது". இது சிறந்த பிரித்தானிய இயற்பியலாளரான பா. தைராக்கு என்பவரின் கருத்து. இந்த கூற்றை திறனாய்க. இந்த நூலில் அழகானவையாக உங்களுக்கு தோன்றும் சில சமன்பாடுகளையும் விளைவுகளையும் கவனியுங்கள்.

1.15 மேலே மேற்கோளிட்ட கருத்து விவாதத்துக்குரியது; எனினும் பெரும்பாலான இயற்பியலர்கள் இயற்பியலின் மாபெரும் விதிகள் எளிமையாகவும் அழகாகவும் இருப்பதாக உணர்கிறார்கள். தைராக்கு மட்டுமல்லாமல் ஐன்சுடைன், போர், ஐசன்பெர்கு, சந்திரசேகர், பைன்மன் ஆகிய குறிப்பிடத்தக்க இயற்பியலர்களும் இந்த கருத்தை வெளியிட்டிருக்கின்றனர். இவர்களும் இயற்பியலின் பிற சிறந்த அறிஞர்களும் எழுதிய நூல்களை பெற முயலுமாறு உங்களை ஊக்குவிக்கிறோம். அவர்களது படைப்புகள் உண்மையிலே உள்ளூக்கமளிப்பவை!

1.16 அறிவியலின் பாடநூல்களை படிக்கும்போது அறிவியற்படிப்பு வறண்டதும் கடுமையானதும் என்ற எண்ணத்தை தரலாம். மேலும் அறிவியலர் மறதியுள்ள அகத்தார்வர்கள் என்றும் அவர்கள் நகைச்சுவையுணர்வற்றவர்கள் என்றும் எண்ணத்தூண்டலாம். அறிவியலையும் அறிவியலரையும் பற்றிய இந்த சித்திரம் வெளிப்படையாகவே தவறானது. எந்த மனிதக்குழுவிலும் இருப்பதுபோல், அறிவியலர்களிலும் நகைச்சுவையர்கள் இருக்கின்றனர். அறிவியலர்கள் தங்கள் அறிவியக்குறிக்கோள்களை கடுமையாக அணுகினாலும் பலர் சிரிப்புணர்வுடன் இதை ஒரு

துணிவுச்செயலாக கருதுகின்றனர். இந்த வகையான இரண்டு மாபெரும் இயற்பியலர்கள் கேமாவும் பைன்மனும். இவர்களது நூல்களை நீங்கள் படித்து இன்புறலாம். (‘ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, முடிவிலி’, சா. கேமாவு, தமிழில்: செ. கோட்டாளம்.)