Science Notes Part 46 to 50

46] அணு அமைப்பு

ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள மிகமிகச் சிறிய நுண்ணிய துகளையே அணு என்று ஜான் டால்டன் கருதினார். திண்ம நிலைப் பொருள்களில் உள்ள நுண்ணிய துகள்கள் பற்றிய ஆய்வை ஜான் டால்டன் மேற்கொள்ளவில்லை. மாறாக, வாயுக்களின் துகள்கள் சார்ந்த ஆய்வுகளையே பெருமளவில் மேற்கொண்டார். குறிப்பாக, வாயுவில் அடங்கியுள்ள துகள்கள் எவ்வாறு ஒன்றோடொன்று கலக்கின்றன என்பது குறித்தும், அவை இணைந்து எத்தகையச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன என்பதோடு நீரில் எவ்வாறு கரைகின்றன என்பது போன்ற ஆய்வுகளையே அதிகஅளவில் மேற்கொண்டார்.

தாம் மேற்கொண்ட ஆய்வுகளிலிருந்து, தனிமங்கள் இணைந்து, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களை, குறிப்பிட்ட நிறைவிகித அடிப்படையில் இணைந்தே உருவாக்குகின்றன எனக் கண்டறிந்தார். இதன் விளைவாக, பொருள்கள் இணையும் போது அவற்றில் அடங்கியுள்ள நுண்ணிய துகள்கள் குறிப்பிட்ட அளவில் ஒன்றோடொன்று இணைகின்றன என எடுத்துரைத்தார்.

அறிவியல் அறிஞர்களின் புதிய அணுக்கொள்கைகள், அறிவியல் எவ்வாறு வளர்ச்சி அடைந்து வருகிறது என்பதற்குச் சிறந்த சான்றாக விளங்குகிறது. பல அறிவியல் அறிஞர்கள், புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு, தத்தம் நுண்ணறிவைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். ஏற்கனவே, தெரிவிக்கப்பட்ட கொள்கைகள், புதிய ஆய்வுகளின் விளைவாக பல மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு, புதிய கொள்கைகளாக வரையறுக்கப்படுகின்றன. அக்கொள்கைகள் மேலும் புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன.

J.J. தாம்ஸனின் அணுக்கொள்கை, அணுக்களின் நடுநிலைத் தன்மையை விளக்கியபோதும், அக்கொள்கையால் அணுவில் உள்ள அணுக்கரு பற்றிய கருத்துக்களை விளக்க இயலவில்லை. அணுக்கரு பற்றிய புதிய கொள்கையை, 1909 ஆம் ஆண்டு எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு அறிமுகப்படுத்தினார்.

அணுக்கரு கண்டுபிடிப்பு

ரூதர்போர்டின் செயல்பாடு

மெல்லிய ஒரு உலோகத் தகட்டின்மீது ஆல்ஃபாக்கதிர்களை விழச்செய்யும்போது ஏற்படும் மாற்றங்களை ரூதர்போர்டு ஆய்வு செய்தார்.

எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு (1871- 1937)

எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு என்ற பிரிட்டிஷ் இயற்பியலார் ஆல்ஃபா துகள்களைப் பயன்படுத்தி கதிரியக்க ஆய்வு மூலம் அணுக்களைப் பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டார். ரூதர்போர்டு ***"அணுக்கரு இயற்பியலின் தந்தை"*** *என அழைக்கப்பட்டார். அணு அமைப்பு ஆராய்ச்சிக்காக 1908 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்.*

ரூதர்போர்டின் சோதனை

4×10^{-5} செ.மீ தடிமன் உள்ள மெல்லிய தங்கத்தகட்டின் ஊடே, **ஆல்ஃபாத்துகள் கற்றை** செலுத்தப்பட்டது. பெரும்பாலான ஆல்ஃபாத் துகள்கள் தகட்டினுள் நேர்க்கோட்டுப் பாதையில் ஊடுருவிச் சென்றன. சில ஆல்ஃபாத்துகள்கள் சராசரியாக 90^0 கோணத்தில் விலக்கம் அடைந்தன. அரிதாக 20,000 துகள்களில், ஒன்று மட்டும் உலோக அணுக்கரு மீது பட்டு 180^0 கோணத்தில் விலக்கம் அடைந்தது.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

- *ஆல்ஃபாத்துகள்கள் என்பவை ஹீலியம் அயனிகள் (He^{2+}).*
- *ஆல்ஃபாத்துகளின் நிறை, ஓர் எலக்ட்ரானின் நிறையைப்போல் 8000 மடங்கு அதிகம்.*
- *ஆல்ஃபாத்துகள்களின் திசைவேகம் ஏறக்குறைய 2×10^7 மீ/ நொடி.*

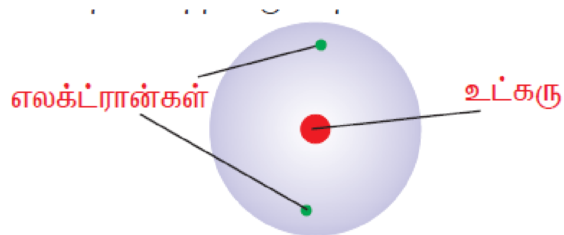
ஒரு தங்கஅணு மீது ஆல்ஃபாத்துகள்கள் மோதுவதைக் குறிக்கும் வரைபடம். அணுவின் மையப்பகுதியில் அணுக்கரு காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த ஆய்விலிருந்து அணுவின் மையப்பகுதியில் சிறிய உருவ அளவில் அதிக நேர் மின்சுமையுடைய உட்கரு இடம்பெற்றுள்ளது எனக் கண்டறிந்தார்.

ரூதர்போர்டு அணுக்கொள்கை

- அணுவின் மையப்பகுதியில் மிகமிகச் சிறிய உட்கரு இடம் பெற்றுள்ளது.

- உட்கருவைச் சுற்றியுள்ள பெரும்பகுதி வெற்றிடமாக உள்ளது.
- அணுவின் நிறை, அதன் உட்கருவின் வெற்றிடமாக உள்ளது.
- அணுவின் நிறை, அதன் உட்கருவின் நிறையைப் பொறுத்துள்ளது.
- உட்கருவைச் சுற்றியுள்ள வெற்றிடத்தில் எலக்ட்ரான்கள் இடம் பெற்றுள்ளன.
- எலக்ட்ரான்கள், உட்கருவை வட்ட வடிவப் பாதையில் சுற்றி வருகின்றன.

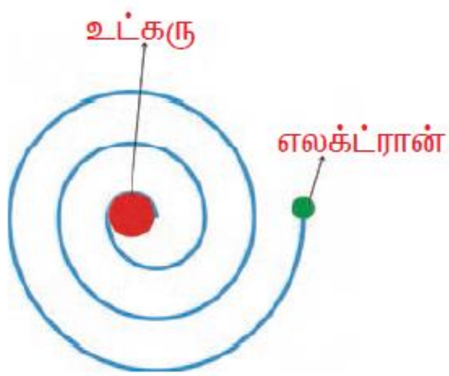


வரம்புகள்

மின்காந்தக் கொள்கைப்படி, வேகமாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் எலக்ட்ரான் தொடர்ந்து ஆற்றலை இழக்க வேண்டும். இவ்வாறு ஆற்றலை இழப்பதால், எலக்ட்ரான் அணுக்கருவைச் சுற்றிவரும் பாதை சுருங்கி இறுதியில் அணுக்கருவினுள் விழ வேண்டும். இவ்வாறு நிகழ்ந்தால் அணு அதன் நிலைப்புத் தன்மையை இழக்க நேரிடும். ஆனால், அணு நிலைப்புத் தன்மை உடையது. இதனால், ரூதர்போர்டு கொள்கை அணுவின் நிலைப்புத் தன்மையை விளக்க இயலவில்லை.

போர் – அணுக்கொள்கை

ரூதர்போர்டு அணுமாதிரியில் திருத்தங்கள் மேற்கொண்டு, நீல்ஸ்போர் புதிய அணுமாதிரிக் கொள்கைகளை உருவாக்கினார்.



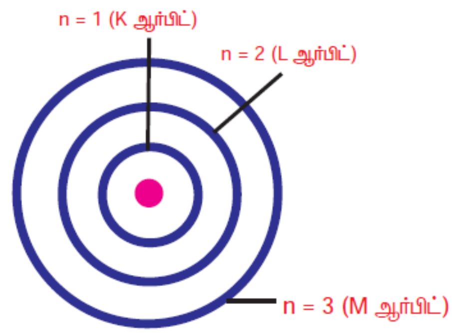
நூலின் ஒரு முனையில் கல்லைக் கட்டி, அக்கயிற்றை ஒரு சிறுவன் தன்னைச் சுற்றி, சுற்றுவதாகக் கருதுவோம். கல் வேகமாக சுற்றப்படும்போது, அது அதிக கனஅளவை ஆக்கிரமிப்பதைக் காணலாம்.

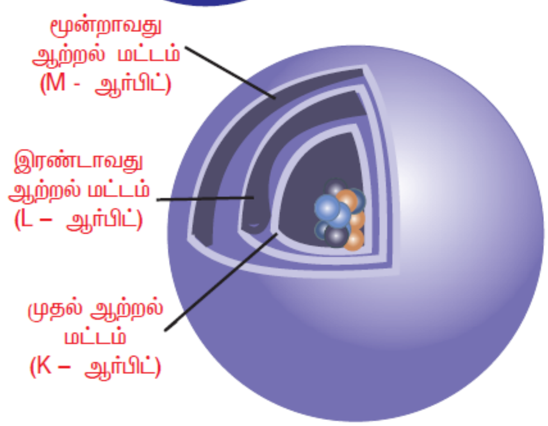
இதுபோல், அணுக்கருவைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் வேகமாக இயங்கும்போது, அவை அதிக கனஅளவை ஆக்கிரமிக்கின்றன.

நீல்ஸ்போர் (1885-1962)

*டென்மார்க்கில் உள்ள கோபன் ஹேகனில் நீல்ஸ்போர் 1885 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 7ஆம் தேதி பிறந்தார். இவர் சிறந்த கால்பந்து வீரரும் ஆவார். மான்செஸ்டர் பல்கலைக்கழகத்தில் ரூதர்போர்டுடன் பணியாற்றினார். போர் கொள்கை, நவீன இயற்பியலான குவாண்டம் கொள்கைக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது**. 1922இல் இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார்.***

- ஓர் அணுவில் எலக்ட்ரான்கள் நிலையான வட்டப்பாதையில் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன. இவ்வட்டப் பாதைகள் **ஆர்பிட்டுகள்** அல்லது **கூடுகள்** அல்லது **ஆற்றல்மட்டங்கள்** என அழைக்கப்படுகின்றன.
- ஒரே வட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரான்கள் சுற்றி வருகையில் ஆற்றலை இழப்பதோ அல்லது ஏற்பதோ இல்லை.
- இவ்வட்டப் பாதைகள் 1, 2, 3, 4 அல்லது K, L, M, N கூடுகள் எனப் பெயரிடப்படுகின்றன. இந்த எண்கள் முதன்மைக் குவாண்டம் எண்கள் (n) எனப்படும்.
- ஆர்பிட் உருவளவு சிறியதாக இருக்கும் போது, அதன் ஆற்றலும் குறைவாகவே இருக்கும்.
- உட்கருவிலிருந்து தொலைவு அதிகரிக்கும்போது, ஆர்பிட்டின் ஆற்றலும் இணையாக உயர்கிறது.
- ஓர் ஆற்றல் மட்டத்தில் (n) இடங்கொள்ளும் எலக்ட்ரான்களின் அதிகபட்ச எண்ணிக்கை $\mathbf{2n^2}$ ஆகும்.
- எலக்ட்ரான், ஆற்றலை உறிஞ்சும்போது, குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்குத் தாவுகிறது.
- உயர் ஆற்றல் மட்டத்தில் இருந்து குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திற்கு எலக்ட்ரான் இடம்பெயரும்போது ஆற்றலை வெளிவிடுகிறது.





ஆர்பிட்: ஆர்பிட் என்பது எலக்ட்ரான்கள் உட்கருவைச் சுற்றிவரும் வட்டப்பாதை.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

ரூதர்போர்டின் மாணவர்களில் ஜேம்ஸ்சாட்விக்கும் ஒருவர் ஆவர்.

நியூட்ரான்கள் கண்டுபிடிப்பு

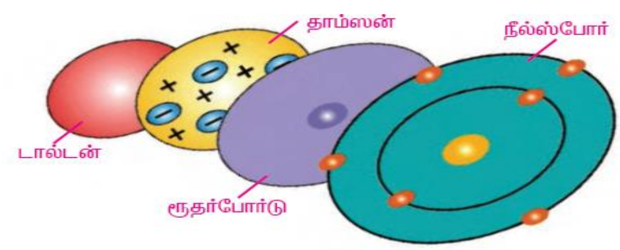
1932இல் ஜேம்ஸ் சாட்விக் என்னும் அறிவியலார் **பெரில்லியம்** உட்கருவௌ, **ஆல்ஃபாக்கதிரால்** தாக்கினார். புரோட்டான்களுக்கு இணையான நிறை உள்ள துள்கள் வெளியேறின. இத்துகள்களுக்கு மின்சுமை ஏதும் இல்லை. இவை **நியூட்ரான்கள்** என்று அழைக்கப்பட்டன.

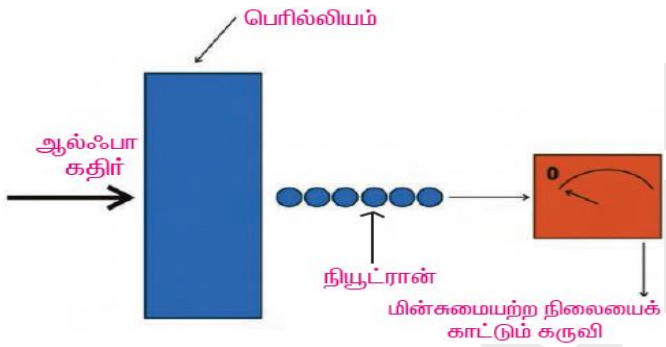
பெரில்லியம் + ஆல்ஃபா கதிர் → கார்பன் + நியூட்ரான்

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை = நிறை எண் – புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை (அ) எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (அணு எண்)

டால்டன், தாம்ஸான், ரூதர்போர்டு, நீல்ஸ்போரின் அணு அமைப்புகள்





நியூட்ரான்களின் சிறப்பியல்புகள்

- நியூட்ரான்கள் மின்சுமையற்ற துகள்கள். அதாவது, நடுநிலையான துகள்கள்.
- ஹைட்ரஜன் அணுவைத் தவிர, ஏனைய அணுக்களின் உட்கருவில் நியூட்ரான்கள் இடம் பெற்றுள்ளன.
- ஒரு நியூட்ரானின் நிறை, ஏறக்குறைய ஒரு புரோட்டானின் நிறைக்குச் சமம்.
- நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கையில் வேறுபடும் ஒரே தனிமத்தின் அணுக்கள், ஐசோடோப்புகள் எனப்படும்.
- நியூட்ரானும் அணுவின் பகுதிப் பொருளாகவே கருதப்படுகிறது.

அடிப்படைத் துகள்களின் சிறப்பியல்புகள்

ஒரு தனிமம், சேர்மத்தின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளை அவற்றில் அடங்கியுள்ள அணுவின் அடிப்படைத்துகள்களைப் பொறுத்து விளக்க இயலும். ஓர் அணுவின் அடிப்படைத் துகள்களாவன:

- **புரோட்டான்கள்:** இவை நேர்மின்சுமை உடைய துகள்கள். இவை அணுவின் உட்கருவினுள் உள்ளன.
- **எலக்ட்ரான்கள்:** இவை எதிர்மின்சுமை உடைய துகள்கள். இத்துகள்கள் உட்கருவை வட்டப்பாதைகளில் சுற்றி வருகின்றன.

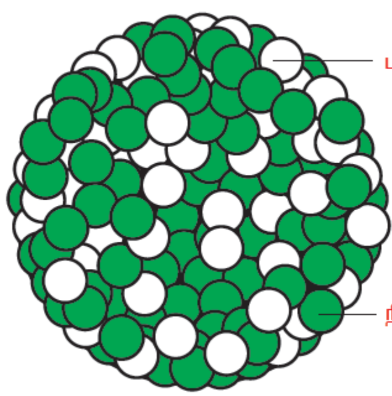
- **நியூட்ரான்கள்:** இவை நடுநிலையான, மின்சுமையற்ற துகள்கள். இத்துகள்கள் உட்கருவினுள் உள்ளன.

உட்கருவின் அமைப்பு

எலக்ட்ரான்களின் நிறை மிகமிகக் குறைவு. எனவே அது புறக்கணிக்கத்தக்கது. ஆகவே, ஓர் அணுவின் நிகர நிறை, அதன் உட்கருவின் நிறையையே சார்ந்துள்ளது. அணுவின் உட்கரு, இரண்டு கூறுகளால் ஆனவை. அவை **புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும்** ஆகும்.

புரோட்டான்கள் நேர்மின்சுமையுடைய துகள்கள். ஒத்த மின்சுமையைப் பெற்றிருப்பதால், புரோட்டான்கள் ஒன்றையொண்ரு விலக்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது. மிகச்சிறிய உருவளவு கொண்ட நிலையான உட்கருவில் நியூட்ரான்கள் இன்றி, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புரோட்டான்கள் இடங்கொள்ள இயலாது.

நியூட்ரான் துகள், உட்கருவில் உள்ள நேர்மின்னோற்றம் பெற்ற புரோட்டான் துகள்களுக்கிடையே நிலவும் விலக்கு விசையைக் குறைப்பதன் மூலம், உட்கருவில் உள்ள துகள்கள் அனைத்தையும் உள்ளடக்கிய நிலையான உட்கரு உருவாகக் காரணமாகிறது.



அணுவின் பிற அடிப்படைத்துகள்கள்

எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் நீங்கலாக, அணுவின் பிற அடிப்படைத் துகள்களாவன,

1. மெசான்கள் 2. பாசிட்ரான்கள் 3. குவார்க்ஸ் 5. பியான்கள்
6. குளுவான்கள் அணுவின் அடிப்படைத் துகள்களின் பண்புகள்

	எலக்ட்ரான்	புரோட்டான்	நியூட்ரான்

கண்டுபிடித்த அறிவிலாளர்	J.J. தாம்ஸன், H.A. லோரன்ஸ்	E. கோல்டுஸ்டீன்	ஜேம்ஸ்சாட்விக்
நிறை	9.1×10^{-28} கி	1.672×10^{-24} கி	1.674×10^{-24} கி
மின்சுமை அலகு	-1	+1	0

நியூக்ளியான்கள்

அணுவின் அடிப்படைத்துகள்களான புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் இணைந்து நியூக்ளியான்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே, ஓர் அணுவின் நிறை எண் என்பது அவ்வணுவின் உட்கருவில் இடம்பெற்றுள்ள நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது.

அணு எண், நிறை எண்

அணு எண் (Z): ஓர் அணுவின் அணு எண் என்பது, அத்தனிம அணுவின் உட்கருவிலுள்ள காணப்படும் புரோட்டான்களின் என்ணிக்கை அல்லது உட்கருவை வெளிப்பாகத்தில் சுற்றி வருகின்ற எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை என வரையறுக்கப்படுகின்றது.

ஹைட்ரஜன் அணுவின் அணு எண் ஒன்று ஆகும். ஹீலியம் அணுவின் அணு எண் இரண்டு ஆகும்.

அணு எண் Z என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது, இரண்டு தனிமங்கள் ஒரே மதிப்பிலான அணு எண்ணைப் பெற்றிருக்க இயலாது. அணு எண் என்பது ஒவ்வொரு அணுவுக்கும் உரிய தனித்துவப் பண்பாகும். சில தனிமங்களின் அணு எண் மதிப்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

நிறை எண் (A)

ஒரு அணுவின் நிறை எண்ணை, அத்தனிம அணுவின் உட்கருவினுள் இடம்பெற்றுள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கை என வரையறுக்கலாம். சான்றாக, நிறை எண் மதிப்பு 23 உள்ள சோடியம் அணுவின் உட்கருவினுள் இடம்பெற்றுள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை 23 ஆகும். ஓர் அணுவின் நிறை எண் மதிப்பிலிருந்து அணு எண் மதிப்பைக் கழிப்பதன் மூலம் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் (சோடியம் – 12) கணக்கிடலாம். சில தனிமங்களின் நிறை எண் மதிப்புகள் பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அணு எண், நிறை எண்ணைக் குறிப்பிடுதல்

$$^{\text{நிறை எண்}\,(A)}_{\text{அணு எண்}\,(Z)}X$$

எடுத்துக்காட்டாக,

நைட்ரஜனின் அணு எண் 7.

நைட்ரஜனின் நிறை எண் 14.

குறிப்பீடு: $^{14}_{7}N$

தனிமம்	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na
அணுஎண்	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

தனிமம்	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg
அணுஎண்	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
நிறைஎண்	1	4	7	9	11	12	14	16	19	20	23	24

ஐசோடோப்புகள்

அமெரிக்க அறிவியலாளர் T.W. ரிச்சர்ட்ஸ், வெவ்வேறு இடங்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட லெட் (காரீயம்) மாதிரிகளின் அணு நிறை வெவ்வேறாக இருப்பதைக் கண்டறிந்து வியப்புற்றார். ஒரே தனிமத்தின் அணுக்கள் அனைத்தும் ஒரே விதமாக இல்லை என்பதையே இச்செயல் எடுத்துரைக்கிறது. ஒரே தனிமத்தின் அணுக்கள் அனைத்தும் வேதிப்பண்புகளில் ஒத்திருந்த நிலையிலும் , அவற்றின் அணு நிறை மதிப்புகளில் வேறுபடுகின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

ஒத்த அணு எண் மதிப்பையும் வேறுபட்ட நிறைஎண் மதிப்புகளையும் கொண்ட ஒரே தனிமத்தின் அணுக்கள், ஐசோடோப்புகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

- *எடை குறைவான அணுக்களின் உட்கரு நிலைப்புத் தன்மைக்கு, ஒரு புரோட்டானுக்கு ஒரு நியூட்ரான் என்ற விகிதம் போதுமானது. எடை அதிகமான, கனமான அணுக்களின் உட்கருவின் நிலைப்புத் தன்மைக்கு, புரோட்டான்கள் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து அதிக எண்ணிக்கையில்*

நியூட்ரான் விகிதம் அமைகிறது. எனவே ஓர் உட்கருவின் நிலைப்புத்தன்மைக்கு நியூட்ரான் - புரோட்டான் விகிதமே அடிப்படைக் காரணமாக அமைகிறது.

- *குளோரின் பின்ன அணுநிறை மதிப்புடையது. ஏனெனில், குளோரின் – 35 உள்ள அணுக்கள் 75%, குளோரின் – 37 உள்ள அணுக்கள் 25% உள்ளன.*

  எனவே, குளோரின் அணுவின்

  சராசரி அணுநிறை $= \left\{\frac{75}{100} \times 35\right\} + \left\{\frac{25}{100} \times 37\right\} = 35.5$

ஐசோடோப்புகளின் சிறப்பியல்புகள்

- ஒரே தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள், அவற்றின் நிறை எண்களில் மட்டும் வேறுபடுகின்றன.
- நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுவதால், அவற்றின் நிறை எண்களும் வேறுபடுகின்றன.
- ஒரு தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள் ஒத்த வேதியியல் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.
- எனினும், இயற்பியல் பண்புகளில் ஐசோடோப்புகள் சிறிது மாறுபடுகின்றன.
- ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ள தனிம அணுக்கள், பின்ன அணு நிறைகளைப் பெற்றுள்ளன.

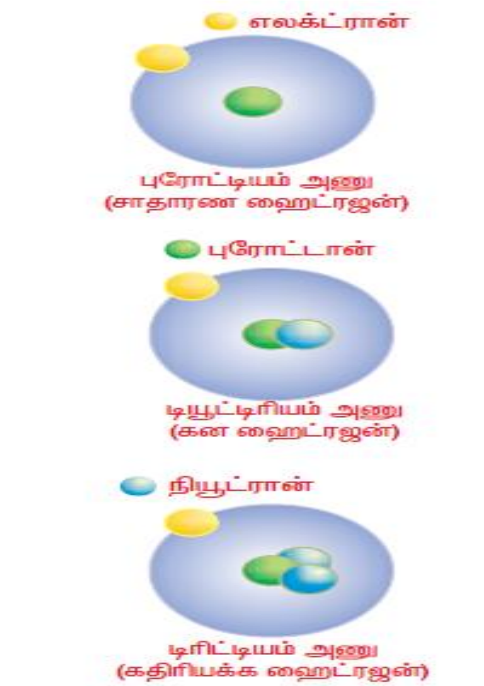
தனிமம்	**ஐசோடோப்பு**	**குறியீடு**
ஹைட்ரஜன்	புரோட்டியம் டியூட்டீரியம் டிரிட்டியம்	$^{1}_{1}H$ $^{2}_{1}H$ அல்லது $^{2}_{1}D$ $^{3}_{1}H$ அல்லது $^{3}_{1}T$
குளோரின்	குளோரின் – 35 குளோரின் – 37	$^{35}_{17}Cl$ $^{37}_{17}Cl$
கார்பன்	கார்பன் – 12 கார்பன் – 14	$^{12}_{6}C$ $^{14}_{6}C$
யுரேனியம்	யுரேனியம் -235 யுரேனியம் - 238	$^{235}_{92}U$ $^{238}_{32}U$

ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள்

மருத்துவத் துறையில் பல தனிம ஐசோடோப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- இரத்தசோகை நோய்க்கான சிகிச்சையில், இரும்பு – 59 ஐசோடோப்பு பயன்படுகிறது.
- முன்கழுத்துக்கழலை நோய்க்கான சிகிச்சைக்கு, அயோடின் – 131 ஐசோடோப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- கோபால்ட் – 60 ஐசோடோப்பு, புற்றுநோய் சிகிச்சையில் பயன்படுகிறது.
- கண் மருத்துவத்தில் பாஸ்பரஸ் – 32 ஐசோடோப்பு பயன்படுகிறது.
- கார்பன் – 11 ஐசோடோப்பு மூளை நுண்ணாய்வுச் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுகிறது.



ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள்

அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

ஒவ்வோர் அணுவும் புரோட்டன்களும், நியூட்ரான்களும் அடங்கிய நேர்மின்சுமை உள்ள உட்கருவைக் கொண்டுள்ளது என்பது நன்கு தெரிந்ததே. எதிர் மின்சுமை உள்ள எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட வட்டப்பாதைகளில் உட்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன. இவை **ஆர்பிட்டுகள்** என்றழைக்கப்படுகின்றன. உட்கருவிற்கு அருகாமையில் உள்ள வட்டப் பாதையிலிருந்து அவை **1, 2, 3, 4** அல்லது **K, L, M, N** என நீல்ஸ்போரின் அணுமாதிரியின்படி பெயரிடப்படுகின்றன.

ஒரு வட்டப்பாதையில் இடங்கொள்ளும் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $2n^2$ என்ற வாய்ப்பாட்டால் கணக்கிடப்படுகிறது. **n** என்பது வட்டப்பாதையின் எண்ணிக்கை.

முதல் வட்டப்பாதை முழுவதுமாக எலக்ட்ரான்களால் நிரப்பப்பட்ட பின்பு, இரண்டாவது வட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரான்கள் நிரம்பத் தொடங்குகிறது. இதுபோன்று இரண்டாவது வட்டப்பாதை நிரம்பிய பின்பு மூன்றாவது வட்டப்பாதை நிரம்பிய பின்பு மூன்றாவது வட்டப்பாதை நிரம்ப தொடங்குகின்றது. ஆனால் **மூன்றாவது வட்டப்பாதை முழுமையாக நிரம்பும் முன்னரே நான்காவது வட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரான்கள் நிரம்பத் தொடங்குகின்றன.**

"குவாண்டம் எண்கள்" சார்ந்த கொள்கை மூலம் இது விளக்கப்படுகிறது.

இவ்வாறு உட்கருவைச் சுற்றியுள்ள ஒவ்வோர் ஆர்பிட்டிலும் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்பட்டுள்ள எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுவதே **எலக்ட்ரான் அமைப்பு** எனப்படும். தனிமங்கள், அவற்றின் சேர்மங்களின் பெரும்பான்மையான பண்புகள் எலக்ட்ரான் அமைப்பையே சார்ந்துள்ளன. தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பைக் கண்டறிய, அணுவின் முதன்மைக் குவாண்டம் எண் மதிப்பைத் தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். **முதன்மைக்குவாண்டம் எண்** என்பது ஓர் அணுவில் இடம்பெற்றுள்ள மொத்த **வட்டப்பாதை அல்லது ஆர்பிட்டுகளின்** எண்ணிக்கையைக் குறிப்பதாகும்.

ஆர்பிட்	**எலக்ட்ரான்கள் எண்ணிக்கை**
1(K – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 1^2 = 2$
2 (L – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 2^2 = 8$
3 (M – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 3^2 = 18$
4 (N – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 4^2 = 32$

சான்றாக,

சோடியம் அணுவைக் கருதுவோம்.

சோடியம் தனிமத்தின் அணுஎண் = 11

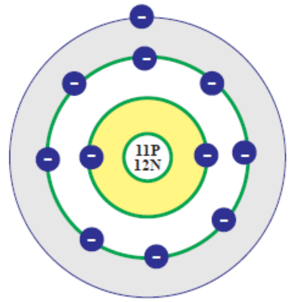
எனவே, சோடியம் அணுவில் உள்ள மொத்த எலக்ட்ரான்கள் = 11

ஆர்பிட்களில் எலக்ட்ரான்கள் பங்கீடு (பகிர்வு)

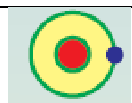
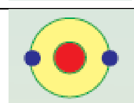
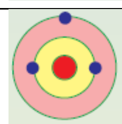
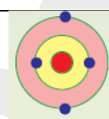
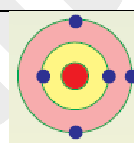
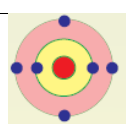
ஆர்பிட்	**எலக்ரான்கள் எண்ணிக்கை**
1 (K – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 1^2 = 2$ எலக்ட்ரான்கள்
2 (L – ஆர்பிட்)	$2n^2 = 2 \times 2^2 = 8$ எலக்ட்ரான்கள்
3 (M – ஆர்பிட்)	மீதமுள்ள எலக்ட்ரான் = 1

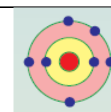
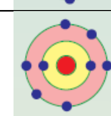
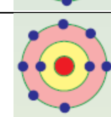
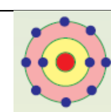
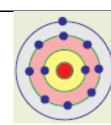
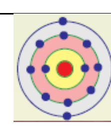
எனவே, சோடியம் அணுவில் எலக்ட்ரான் பகிர்வு 2, 8, 1 ஆகும்.

சோடியம் அணு

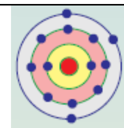
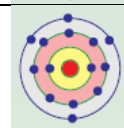
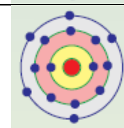
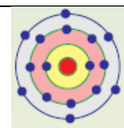
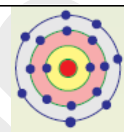
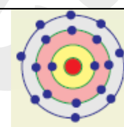


சில தனிமங்களும் அவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்பும்

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் புள்ளி அமைப்பு	எலக்ட்ரான் பகிர்வு
ஹைட்ரஜன் (H)	1		1
ஹீலியம் (He)	2		2
லித்தியம் (Li)	3		2 , 1
பெரிலியம் (Be)	4		2 , 2
போரான் (B)	5		2 , 3
கார்பன் (C)	6		2 , 4

தனிமம்	அணு எண்	எலக்ட்ரான் புள்ளி அமைப்பு	எலக்ட்ரான் பகிர்வு
நைட்ரஜன் (N)	7		2 , 5
ஆக்சிஜன் (O)	8		2 , 6
புளூரின் (F)	9		2 , 7
நியான் (Ne)	10		2 , 8
சோடியம் (Na)	11		2 ,8, 1
மெக்னீசியம் (Mg)	12		2 ,8, 2

தனிமம்	அணு	எலக்ட்ரான் புள்ளி	எலக்ட்ரான் பகிர்வு

	எண்	அமைப்பு	
அலுமியம் (Al)	13		2, 8, 3
சிலிக்கான் (Si)	14		2, 8, 4
பாஸ்பரஸ் (P)	15		2, 8, 5
சல்பர் (S)	16		2, 8, 6
குளோரின் (Cl)	17		2, 8, 7
ஆர்கான் (Ar)	18		2, 8, 8

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பிற்குச் சான்றாகப் பயன்படுவது அணு நிறமாலை ஆய்வு ஆகும்.

இணைதிற எலக்ட்ரானும், இணைதிறனும்

ஓர் அணுவின் வெளிவட்டப்பாதையில் இடம்பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்கள் வேதிப் பிணைப்புகளில் பங்கு வகிக்கிறது.. இந்த எலக்ட்ரான்கள் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் எனப்படும்.

ஓர் அணுவில் உள்ள வெளிவட்டப்பாதை அல்லது ஆர்பிட், அவ்வணுவின் **இணைதிற வட்டப்பாதை அல்லது இணைதிற ஆர்பிட்** எனப்படும். இணைதிற ஆர்பிடில் இடம்பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்கள் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

இணைதிற எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடும் எண்மதிப்பு, அத்தனிமத்தின் இணைதிறனைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது. ஓர் அணு, மற்றோர் அணுவுடன் இணையும் திறன், அவ்வணுவின் இணைதிறனால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

விளக்கம்:

லித்தியம் அணுவில் (அணு எண் = 3)

எலக்ட்ரான் பகிர்வு

(n = 1) K ஆர்பிட் = 2 எலக்ட்ரான்கள்

(n = 2) L ஆர்பிட் = 1 (மீதமுள்ள எலக்ட்ரான்)

வெளிவட்டப்பாதை “L” ஆகும்.

வெளிவ்ட்ட எலக்ட்ரான்கள் எண்ணிக்கை = 1

எனவே, லித்தியன் அணுவின் இணைதிறன் = 1 ஆகும்

ஓர் அணுவின் வெளிவட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, அதில் முழுமையாக இடம்பெறும் எலக்ட்ரான்கள் எண்ணிக்கைக்கு அருகில் இருப்பின், (குறிப்பாக L ஆர்பிட்டுக்கு 8 எலக்ட்ரான்கள்) அணுவின் இணைதிறன் பின்வரும் வாய்ப்பாடு மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

இணைதிறன் = 8 – இணைதிற எலக்ட்ரான்கள்

சான்றாக,

புளூரின் அணுவின் (அணு எண் = 9)

எலக்ட்ரான் பகிர்வு

N	ஆர்பிட்	எலக்ரான்கள் பகிர்வு
1	K	2
2	L	7

L – வெளிவட்டப் பாதையில் 7 எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இம்மதிப்பு முழு எண்ணிக்கையான 8-க்கு அருகில் உள்ளதால்,

இணைதிறன் = 8 – 7 = 1 ஆகும்.

இயக்கம்

பொருளொன்று ஓய்வில் உள்ளதா அல்லது இயக்கத்தில் உள்ளதா என்பதை நாம் எவ்வாறு அறிந்து கொள்கிறோம்? தொடர்வண்டியில் அமர்ந்து பயணிக்கும்போது மரங்கள் பின்னோக்கிச் செல்வதுபோல் காண்கிறோம்.

மற்றொரு தொடர்வண்டி நம் வண்டியை முந்திச்செல்லும்போது நம் வண்டி பின்னோக்கிச் செல்வது போல் தோன்றுகின்றது அல்லவா? நாம் இப்புதிரை ஆழமாக நோக்குவோம். நியூட்டனும் ஐன்ஸ்டீனும் இது பற்றி நன்கு ஆழமாக ஆராய்ந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆவார்.

காலத்தைச் சார்ந்த பொருளின் நிலை மாறாமல் இருந்தால் அது இயக்க நிலையில் இல்லை என நாம் அறிகிறோம்.

ஆனால் ஒரு பொருளின் நிலையை மற்றொரு பொருளைச் சார்ந்துதான் அளவிடுகிறோம். எனவே, ஒரு பொருள் இயக்கத்தில் உள்ளதா / இல்லையா? என்பதைக் கண்டறிய இரண்டாவது பொருளொன்று தேவைப்படுகிறது. இந்த இரண்டாவது பொருளும் இயக்கத்தில் உள்ளதா? இல்லையா? என்பதைக் காண மூன்றாவது பொருள் தேவைப்படுகிறது. இதுவும் இயக்கத்தில் இல்லை என்பதை உறுதியாகக் கூற முடியாது. இந்நிலை தொடருமானால் ஓய்வா அல்லது இயக்கமா என்பதை உறுதி செய்வது நாம் எதிர்பார்த்ததைவிட மிகவும் கடினம். எனவே ஓய்வு, இயக்கம் என்பதை எப்படி புரிந்துகொள்ள வேண்டும்?

“ஓய்வு என்பதும், இயக்கம் என்பதும் சார்புடையவை” என கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

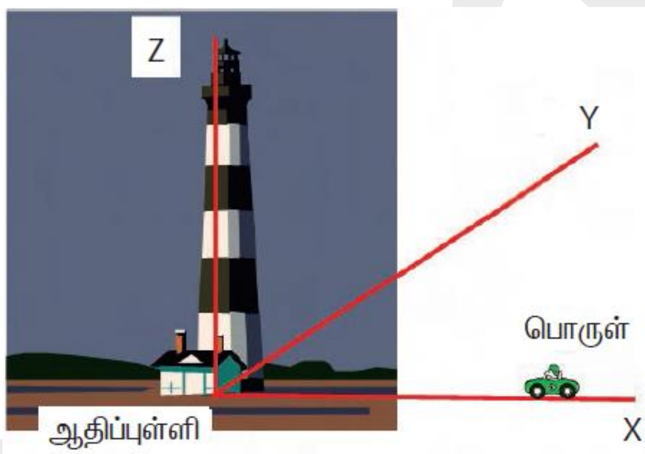
புவிநிலப்பரப்பில் ஒரு புள்ளியை எடுத்துக்கொண்டு நாம் அனைத்துத் தொலைவுகளையும் அப்புள்ளியை சார்ந்து அளவிடுகிறோம். எனவே அப்புள்ளியை ஆதிப்புள்ளி என்று அழைக்கிறோம்.

புவி சூரியனைச் சுற்றிவருவதும், சூரியன் அண்டவெளியில் இயங்கி வருவதும் நாம் அறிந்ததே. இருப்பினும் நாம் அவ்வியக்கங்களைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டிய அவசியம் இல்லை. ஏனெனில் நாம் புவிப்பரப்பில் உள்ள பொருள்களின் இயக்கங்களை மட்டுமே விவாதிக்க உள்ளோம்.

புவிப்பரப்பில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியை நீங்கள் தேர்வு செய்து அதை உங்களுடைய ஆதிப்புள்ளியாக கருதுதல் வேண்டும். நீங்கள் செய்யும் எல்லா அளவீடுகளும் இந்த ஆதிப்புள்ளியைப் பொறுத்து மட்டுமே அமையும்.

ஆதிப்புள்ளி வழியே கற்பனையாகக் கிடக்கைக்கோடு, குத்துகோடு வரைந்தால் அது, x- அச்சாகவும் y – அச்சாகவும் அமைகிறது மூன்றாவதாக ஆதிப்புள்ளியிலிருந்து செங்குத்தாக வரைகின்ற கோடு Z – அச்சாகவும் அமைகிறது. இந்த ஒன்றுக்கொன்று குத்தாக அமைந்த மூன்று கற்பனைகோடுகளும், ஆதிப்புள்ளியும் சேர்ந்த அமைப்பை "குறிப்பாயம்" என்று அழைக்கிறோம்.

முதலாவதாக, ஆதிப்புல்ளியாக மிக முக்கியமான இடத்தை அல்லது பொருளைக் கருதுதல் வேண்டும்.



படம் 6.1

பொருளின் நிலை
X = 500 மீட்டர்
Y = 10 மீட்டர்
Z = 0 மீட்டர்

இரண்டாவதாக நோக்க வேண்டிய பொருளின் நிலையை ஆதிப்புள்ளியைச் சார்ந்து கணக்கிடவேண்டும். பொருளின் நிலையை X அச்சு, Y அச்சு, Z அச்சுத் தொலைவு கொண்டு வரைப்படத்தாளில் குறிப்பிடுதல் மிகவும் எளிது. ஆனால் இது முப்பரிணமாகும். மூன்றாவதாக பொருளை நீங்கள் குறிப்பிட்ட காலம் அதாவது ஒரு மணி நேரம் அல்லது அதற்கு மேலாக நோக்கி அறிய வேண்டும். அளவிட்ட காலத்தில் பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படாவிடின், பொருளானது ஆதிப்புள்ளியைப் பொறுத்து நிலையாக உள்ளது என தீர்மானிக்கலாம்.

அளவிட்ட காலத்தில் பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால், அதாவது ஆதிப்புள்ளி அல்லது குறிப்பாயத்தை பொறுத்து நிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் பொருளானது இயக்கத்தில் உள்ளது எனத்

தீர்மானிக்கலாம். எனவே குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஆதிப்புள்ளியைச் சார்ந்து பொருளின் நிலை மாறாமல் அமையுமானால், அப்பொருள் ஓய்வு நிலையில் உள்ளது எனலாம். அதைப்போல குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஆதிப்புள்ளியைச் சார்ந்து பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அப்பொருள் இயக்க நிலையில் உள்ளது எனலாம்.

சுருக்கமாக, பொருளொன்றின் ஓய்வு, இயக்க நிலைகளை ஆகியவற்றைக் அறிய மூன்று பண்பளவுகள் தேவைப்படுகிறது. அவை,

- ஆதிப்புள்ளியும், குறிப்பாயமும்
- ஆதிப்புள்ளியைப் பொறுத்து பொருளின் நிலை அல்லது குறிப்பாயத்தைப் பொருத்து பொருளின் நிலை
- காலம்

இயக்கத்தின் வகைகள்

நம் வசதிக்காக இயக்கத்தினை மூன்று தலைப்புகளில் வகைப்படுத்தலாம்.

- நேர்க்கோட்டு இயக்கம்: பொருள்கள் திசைமாறாமல் தொடர்ந்து ஒரே திசையில் நேர்க்கோட்டில் இயங்குதல்.
- வட்ட இயக்கம்: பொருள்கள் வட்ட பாதையில் இயங்குதல்.
- அலை இயக்கம்: பொருள் மீண்டும் மீண்டும் முன் பின் இயக்கத்தில் தொடக்கப் பாதையை எதிர்த்திசையில் மேற்கொள்ளுதல்.
- ஒழுங்கற்ற இயக்கம்: மேற்கூறிய வகைகளை சார்ந்து அமையாத இயக்கம்.

தொலைவும் இடப்பெயர்ச்சியும்

தொலைவு: தொலைவு என்பது ஒரு புள்ளியிலிருந்து மறுபுள்ளிக்குப் பொருள் நகர்ந்த பாதையின் நீளமாகும். அருகில் காட்டியுள்ள படத்தில், இடப்பக்க பாதையின் தொலைவு 1.5 கி.மீ. மேலும் இப்பாதையில் பயணம் மேற்கொண்டால் இரு புள்ளிகளுக்கு (வீடு- சந்தை) இடையேயான தொலைவு 1.5 கி.மீ ஆகும். ஆனால் வலப்பக்கப்பாதையின் தொலைவு 2.5 கி.மீ ஆகும்.

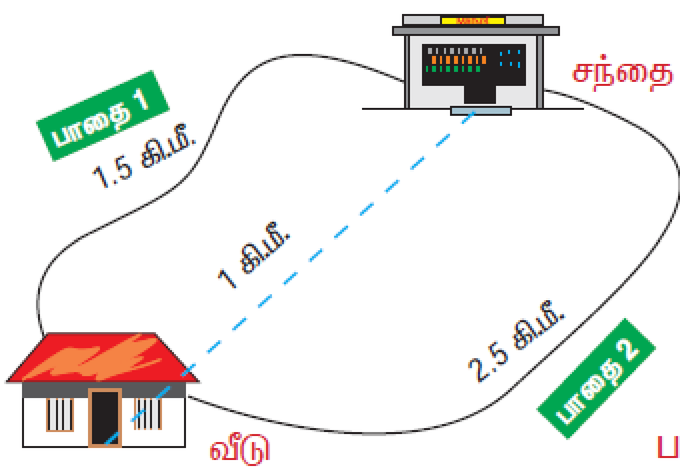
தொலைவு, ஸ்கேலார் அளவு என்பதால், திசை தேவையற்றது.

இடப்பெயர்ச்சி: இரு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மிகச்சிறிய தொலைவே இடப்பெயர்ச்சி என வரையறுக்கப்படுகிறது. மேலும் இது ஒரு வெக்டர் அளவு என்பதால் ‘திசை’ முக்கியமான ஒன்றாகும். எனவே இடப்பெயர்ச்சி என்பது இருபுள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மிகச்சிறிய தொலைவு என்று

வரையறுத்தால் மட்டும் போதாது. அத்துடன் திசையையும் சேர்த்து வரையறுக்க வேண்டும். படத்தில் தொடக்கப் புள்ளிலிருந்து முடிவுப் புள்ளி வரை இடப்பெயர்ச்சியானது 1 கி.மீ. – வடகிழக்கில் என குறிப்பிடவேண்டும்.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

வாழ்வில் புரியாத புதிர்களில் ஒன்றாக இருப்பது என்னவென்றால், உண்மையிலேயே "தனித்த ஓய்வு" நிலையில் உள்ள பொருளைக் கண்டுபிடித்தலே ஆகும். ஏனெனில் புவிப்பரப்பில் உள்ள பொருள்கள் நிலையானது போலக் காட்சி அளித்தாலும், புவியே இயக்கத்தில் இருப்பதை நாம் அறிவோம். [புவியும் சூரியக் குடும்பத்தின் ஓர் அங்கம் ஆகும். விண்மீன் கூட்டத்தின் ஒரு பகுதியான சூரிய குடும்பமே சுற்றிக் கொண்டு இருக்கிறது. நமது விண்மீன் கூட்டமும் பிற விண்மீன் கூட்டத்தோடு சேர்ந்து சுற்றிக் கொண்டிருக்கிறது. அண்டவெளியில் பரவியுள்ள வான் பொருள்களில் தனித்த ஓய்வு நிலையில் உள்ளது எது எனக் கூற முடியுமா?



படம் 6.2

தொலைவும், இடப்பெயர்ச்சியும் என்ற அளவுகளைப் புரிந்து கொள்ள நாம் அவைகளின் ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை ஒப்பீடு செய்து பார்ப்போம்.

தொலைவு	**இடப்பெயர்ச்சி**
இரு புள்ளிகளுக்கிடையே பொருளொன்று நகர்ந்து செல்லும்போது மேற்கொள்ளும் உண்மையான பாதையின் தொலைவு	இரு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மிகச்சிறிய தொலைவு
இது ஒரு ஸ்கேலார் அளவு (எண்மதிப்பும் மட்டும் பெற்றது)	இது ஒரு வெக்டர் அளவு (எண்மதிப்பும் திசையும்)

SI அளவீட்டு முறையில் இதன் அலகு மீட்டர்	SI அளவீட்டு முறையில் குறிப்பிட்ட திசையில் இதன் அலகு மீட்டர்.
தனித்த மதிப்பு பெற்றதன்று. நகரும் பாதையைச் சார்ந்தது.	கொடுக்கப்பட்ட இரு புள்ளிகளுக்கிடையே தனித்த மதிப்புபெற்றது. நகரும் பாதையைச் சார்ந்து இல்லை. தொடக்க, முடிவுப் புள்ளியைச் சார்ந்தது.
இடப்பெயர்ச்சியின் மதிப்பிற்கு சமமாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ அமையும்.	தொலைவிற்கு சமமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ அமையும்.
எத்திசையிலும் தொலைவு என்பது நேர்க்குறி மதிப்பைப் பெறுகிறது. ஏனெனில் திசை சார்ந்து இல்லை.	இடப்பெயர்ச்சி எதிர்க்குறி மதிப்பும் பெறும் ஒரு திசையில் நேர்க்குறி மதிப்பாகக் கொண்டால், அதன் எதிர்த்திசையில் எதிர்க்குறி மதிப்பினைப் பெறும்.

வேகம், திசைவேக மற்றும் முடுக்கம்

வேகம்: வேகம் என்பது தொலைவு மாறுபாட்டு வீதமாகும் அல்லது ஓரலகு நேரத்தில் கடக்கும் தொலைவு எனலாம் SI அளவீட்டு முறையில் வேகத்தின் அலகு மீட்டர்/வினாடி ஆகும். இது ஒரு ஸ்கேலார் அளவாகும்.

திசைவேகம்: திசைவேகம் என்பது இடப்பெயர்ச்சி மாறுபாட்டு வீதமாகும் அல்லது ஓரலகு நேரத்திற்கான இடப்பெயர்ச்சி எனலாம். SI முறையில் திசைவேகத்திற்கான அலகு மீட்டர்/ வினாடி ஆகும். இது ஒரு வெக்டர் அளவாகும்.

வேகம் மற்ரும் திசைவேகத்திற்கான ஒற்றுமையையும் வேற்றுமையையும் ஒப்பீடு செய்வோம்.

வேகம்	**திசைவேகம்**
தொலைவு மாறுபாட்டு வீதம்	இடப்பெயர்ச்சி மாறுபாட்டு வீதம்
SI முறையில் மீ/வி என்ற அலகால் அளவிடுகிறோம்.	SI முறையில் மீ/வி என்ற அலகால் அளவிடுகிறோம்
ஸ்கேலார் அளவு	வெக்டர் அளவு
வேகம் என்பது எத்திசையிலும் நேர் மதிப்பினைப் பெறும். ஏனெனில் தொலைவானது எந்தத் திசையிலும் நேர்மதிப்பு பெறுகிறது.	திசைவேகம் எதிர்க்குறி மதிப்பும் பெறும். ஒரு திசையில் திசைவேகத்தை சேர்க் குறியாகக் கொண்டால், எதிர்த்திசையில் எதிர்க்குறி மதிப்பைப் பெறும்.

முடுக்கம்: முடுக்கம் என்பது திசைவேக மாறுபாட்டு வீதம் அல்லது ஓரலகு நேரத்தில் ஏற்படும் திசைவேக மாறுபாடு எனலாம். இது ஒரு வெக்டர் அளவாகும். SI முறையில் முடுக்கத்தின் அலகு மீ/(வி x வி) என்றும் மீ/வி^{2} என்றும் அல்லது மீவி$^{-2}$ எனவும் எழுதலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் மகிழுந்தின் திசைவேகம் 10 வினாடிகளில் 10 மீ/வி இருந்து 50மீ/வி ஆக வேகம் அதிகரிக்கிறது எனில் அதன் முடுக்கத்தைக் கணக்கிடுக. (அட்டவணையின் வலப்பக்கத்தைக் கற்றுத் தீர்க்க)

முடுக்கம் 4 மீ/வி^{2} என்பதன் பொருள் என்னவெனில் மகிழுந்தின் திசைவேகம் ஒவ்வொரு வினாடியும் 4 மீட்டர் அதிகரிக்கிறது என்பதாகும். ஆனால் அதே சமயத்தில் வண்டியின் திசைவேகம் 50 மீ/வி லிருந்து 10 மீ/வி எனக் குறைவதாகக் கொண்டால், முடுக்கமானது எதிர் மதிப்பைப் பெறுகிறது. இந்த எதிக்குறி, திசைவேகம் குறைவதைக் காட்டுகிறது.

முடுக்கம் = திசைவேக மாற்றம் / காலம்

= இறுதித் திசைவேகம் – தொடக்கத் திசைவேகம்/ எடுத்துக் கொண்ட காலம்

= 50மீ/வி – 10 மீ/வி / 10வி

= 40மீ/வி/10வி

= 4 மீ/வி^{2}

நேர்க்கோட்டு இயக்கத்தின் வரைபட விளக்கம்

தொலைவு, இடப்பெயர்ச்சியின் காலம் சார்ந்த வரைபடமும் திசைவேகத்தின் காலம் சார்ந்த வரைபடமும்

தொலைவு, இடப்பெயர்ச்சியின் காலம் சார்ந்த வரைப்படத்தையும், திசைவேகத்தின் காலம் சார்ந்த வரைபடத்தையும் வரைவதிலிருந்து இயக்கம், காலம் பற்றிய சில கருத்துக்களை நாம் புரிந்து கொள்ள முடிகிறது.

பின்வரும் அட்டவணையானது, நடந்து சென்ற தொலைவையும் காலத்தையும் காட்டுகிறது.

காலத்தை X அச்சிலும் தொலைவை Y அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு வரையப்படும் வரைபடமே தொலைவுக்கால வரைபடம் ஆகும்.

காலம் (நிமிடத்தில்)	தொலைவு (மீட்டரில்)

0	0
5	500
10	1000
15	1500
20	2000
25	2500

நடைப்பயண தொலைவு – கால வரைப்படத்தைக் கவனித்தால் சில கருத்துக்களைப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

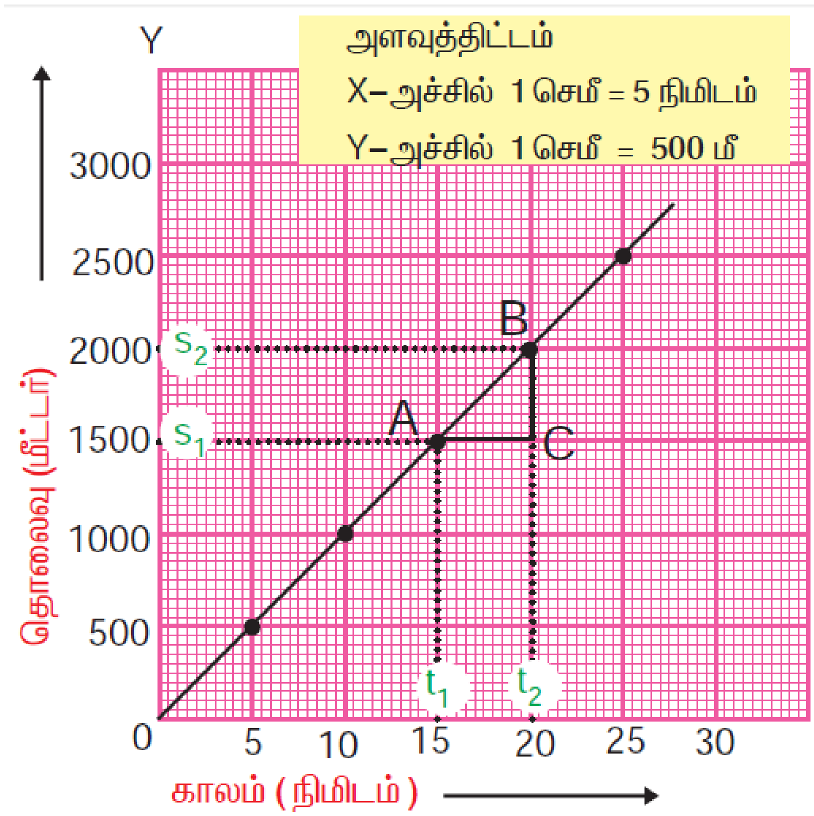
முதலாவதாக, வரைபடம் நேர்க்கோடாக அமைந்துள்ளதைக் காணமுடிகிறது. மேலும் சமகால இடைவெளிகளில் சம தொலைவுகளைக் கடந்து சென்றதும் அறிய முடிகிறது. இதிலிருந்து மாறாத வேகத்தில் நடந்து சென்றதைத் தீர்மானிக்க முடிகிறது.

படம் 6.3 மூலம் வேகத்தைக் கணக்கிட முடியும். வரைபடத்தில் சிறிய AB என்ற பகுதியைக் கருதுவோம். A என்ற புள்ளியில் இருந்து X அச்சுக்குச் செங்குத்துக் கோடு வரைக. மேலும் A யில் இருந்து X அச்சுக்கு இணைகோடு ஒன்றும் வரைக. இவ்விரு கோடுகளும் C என்ற புள்ளியில் ஒன்றையொன்று வெட்டிக் கொள்ளும்.

ABC என்ற முக்கோணம் உருவாகிறது. இப்போது வரைபடத்தில் BC என்பது கடந்த தொலைவையும் ($s_1 - s_2$), AC என்பது கால இடைவெளியையும் ($t_2 - t_1$), குறிக்கிறது. இதிலிருந்து நடைவேகம் பின்வருமாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

நடைவேகம் = வரைபடத்தில் சாய்வு

$$V = \frac{(S_2 - S_1)}{(t_2 - t_1)} = \frac{BC}{AC}$$



படம் 6.3

வரைகோட்டின் சாய்வு என்பது ஒரு பண்பளவை ஆகும். சாய்வு அதிகரிக்க வேகமும் அதிகரிக்கிறது.

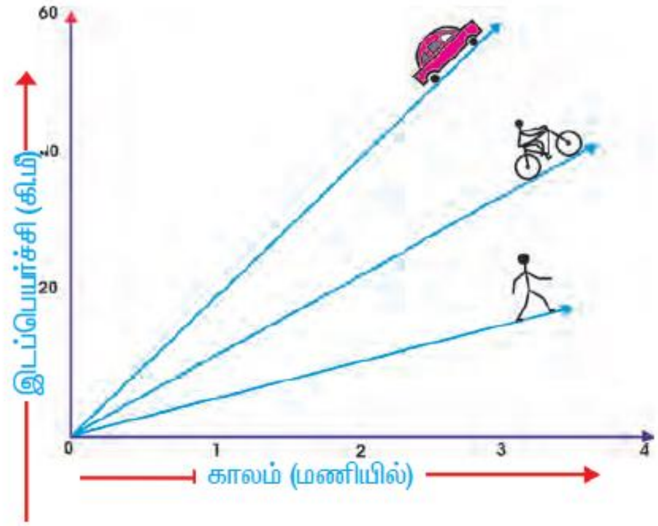
நடைவேகத்தைக் காட்டிலும் மிதிவண்டியின் வேகம் அதிகமாகவும் இவ்விரண்டை விட மகிழுந்தின் வேகம் அதிகமாகவும் இருக்கும் என்பது நமக்குத் தெரியும்.

மூன்று பயணங்களின் தொலைவுக்கால வரைபடங்கள் முந்தைய வரைபடம் 6.4ஐ போல் இருக்கும்.

தொலைவுக்கால வரைபடத்தின் சாய்வு அதிகரிக்க அதிகரிக்க வேகமும் அதிகரிக்கிறது.

நாம் வரைந்த தொலைவுக்கால வரைபடத்தில் தொலைவிற்கு பதிலாக இடப்பெயர்ச்சியைக் கொண்டும், இடப்பெயர்ச்சியைக் கால வரைபடம் வரைந்து அதிலிருந்து திசைவேகம் கணக்கிடலாம்.

வரைபடத்தில் திசை குறிப்பிடப்படவில்லை என்பதை நாம் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். திசைவேகத்தைக் குறிப்பிடும்போது திசையை வார்த்தையால் குறிப்பிட்டுக் காண்பிக்க வேண்டும்.



படம் 6.4

திசை குறிப்பிடாமல் இருந்தால் இடப்பெயர்ச்சி ஒரே திசையில் அமைந்துள்ளது எனக் கருதிக் கொள்ளவேண்டும்.

சீரான, சீரற்ற வேகம், திசைவேகம்

சீரான வேகம் அல்லது திசைவேகம் என்பது காலத்தைச் சார்ந்து மாறாமல் உள்ளது.

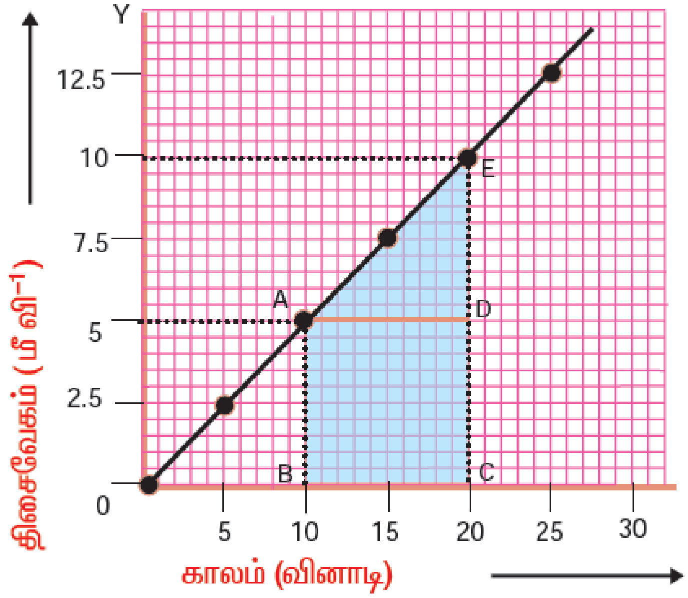
நாம், நம்மைச் சுற்றியுள்ள உலகத்தை நோக்கி அறியும்போது, பொருள்களின் வேகமானது நேரத்திற்கு நேரம் மாற்றம் அடைவதை அறிகிறோம். இவ்வாறான நிகழ்வில், தொலைவுக் கால வரைபடமோ அல்லது இடப்பெயர்ச்சிக் கால வரைபடமோ நேர்க்கோடாக அமைவது இல்லை.

திசைவேகம் – காலம் வரைபடம்

நேர்க்கோட்டுப் பாதையில் இயங்கும் பொருளொன்றின் திசைவேக எண்மதிப்பைக் காலம் சார்ந்து குறிக்கும் போது, பெறுகின்ற வரைபடமே திசைவேகக் கால வரைபடமாகும்.

திசைவேகக் கால வரைபடத்தில் நாம் அறிவது என்ன?

பின்வரும் அட்டவணையானது, சோதனை ஓட்டத்தின் போது மகிழுந்து ஒன்றின் திசைவேக மதிப்புகள், சீரான கால இடைவெளியில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் மகிழுந்தின் திசைவேகக் காலவரைபடம் படம் 6.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மகிழுந்தின் திசைவேகக் கால வரைபடத்தை ஆராயும்போது, சில கருத்துக்களை அறிய முடிகிறது.



படம் 6.5

தொடக்கத்தில் வரைகோடு நேர்க்கோடாக அமைகிறது. மேலும் இந்நிலையில் மகிழுந்தின் திசைவேகம் சீரான இடைவெளியில் சீராக உயர்கிறது என அறிய முடிகிறது. மேலும் இந்நிலையில் மகிழுந்தின் சீரான முடுக்கத்தைக் கணக்கிடமுடியுமா?

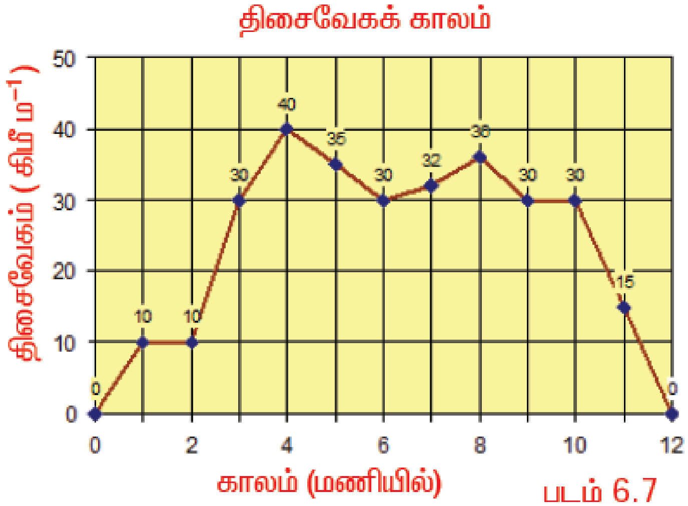
தொலைவுகால வரைபடத்தில் வேகத்தைக் கணக்கிட்ட வழிமுறைகளைப் பின்பற்றுவதன் மூலம், இங்கும் முடுக்கத்தைத் திசைவேகக் கால வரைபடத்தில் கணக்கிட முடியும் வரை கோட்டின் சாய்வு மதிப்பானது DE/AD ஆகும். திசைவேகக்கால வரைபடத்தின் சாய்வு அதிகரிக்க அதிகரிக்க முடுக்கத்தின் மதிப்பு அதிகரிக்கிறது.

ஒரு சில நேரங்களில் காலம்சார்ந்து முடுக்கம் சீரற்றதாகவும் அமையும்.

மகிழுந்து ஒன்றின் திசைவேகக் கால வரைபடத்தை படம் 6.5 காட்டுகிறது.

திசைவேகக் கால வரைபடத்தில் இடப்பெயர்ச்சி கணக்கிடுதல் அல்லது வேகக் கால வரைபடத்தில் தொலைவைக் கணக்கிடுதல்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள திசைவேகக் கால வரைபடத்தில் மகிழுந்தானது 40 கிமீ/மணி என்ற சீரான திசைவேகத்தில் செல்கிறது.



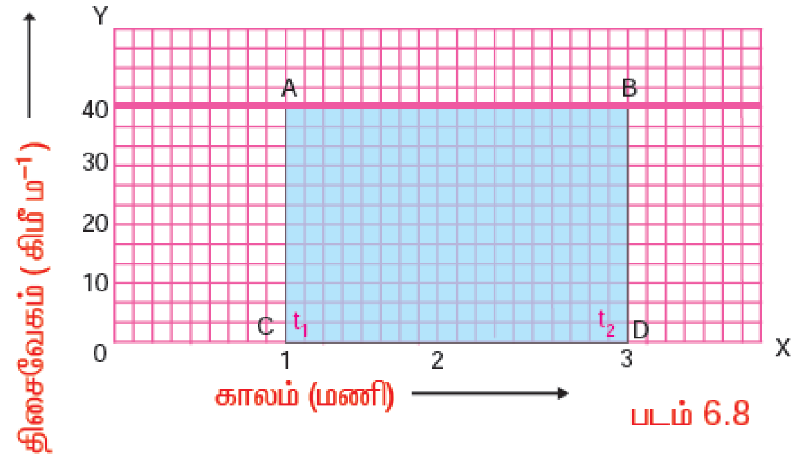
படம் 6.7

X - அச்சில் காலத்தையும், y – அச்சில் திசைவேகத்தையும் கொண்டு வரையப்பட்ட திசைவேக கால வரைபடத்தில் வரைகோடு கிடைக்கையாக (x-அச்சில் இணையாக) அமைகிறது. இதிலிருந்து திசைவேகம் மாறாமல் இருப்பதை அறிய முடிகிறது.

t_1 = 1 மணி முதல் t_2= 3 மணி என்ற கால இடைவெளீயை எடுத்துக் கொண்டால் (வரைபடத்தில் நீல நிறத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது)

AC என்ற பகுதி அல்லது BD என்ற பகுதி திசைவேகத்தையும், மேலும் AB அல்லது CD என்ற பகுதிகள் கால இடைவெளியையும் குறிக்கின்றன. திசைவேகம் சீராக இருப்பதனால், திசைவேகத்தையும் கால இடைவெளியையும் பெருக்கக் கிடைக்கும் மதிப்பானது, இரண்டு மணிநேர இடைவெளியில் மேற்கொள்ளப்பட்ட தொலைவிற்குச் சமம். அதாவது, வரைகோட்டில் கிடைக்கும் செவ்வகத்தின் பரப்பிற்குச் சமம் (செவ்வகத்தின் பரப்பு = அகலம் x நீளம்)

இதிலிருந்து திசைவேகக் கால் அவரைகோட்டில் கிடைக்கும் செவ்வகத்தின் பரப்பானது இடப்பெயர்ச்சிக்குச் சமமாகக் குறிப்பிடலாம்.



படம் 6.8

சீரற்ற திசைவேகத்திற்கும் கூட இது பொருந்தும்.

t_1 = 4 மணி முதல் t_2 = 8மணி வரை உள்ள கால இடைவெளியில் இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட வேண்டுமெனில் பரப்பைப் பல செவ்வகங்களாகவும், முக்கோணமாகவும் பிரித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பரப்பு = (5 x 40 +(1/2 x 2 x 40))

= 200 + 40

= 240 கி.மீ

இயக்கச் சமன்பாடுகள்

இடப்பெயர்ச்சி, முடுக்கம் ஆகியவற்றை அறிய வரைபடம் வரைந்து சாய்வு, பரப்பு கண்டுபிடிப்பதற்குப் பதில் சில சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி இந்த மதிப்புகளை அறியலாம்.

மூன்று இயக்கச் சமன்பாடுகள் ஆனது,

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 - u^2 = 2as$$

இதில் u என்பது தொடக்கத் திசைவேகம், v என்பது இறுதித் திசைவேகம், a என்பது முடுக்கம், s என்பது இடப்பெயர்ச்சி.

இந்தச் சமன்பாடுகளை வரைபடத்திலிருந்து தருவிக்கலாம். படம் 6.9ல் உள்ள திசைவேகம் – காலம் வரைபடத்தில், A என்ற புள்ளியில் திசைவேகம் u ஆனது, B என்ற புள்ளியில் திசைவேகம் vக்கு

மாறுகிறது. Aலிருந்து இரண்டு செங்குத்துக்கோடுகள் X அச்சுக்குக்கோடுகள் X அச்சுக்கும் ஒன்றும் (AC), Y அச்சிற்கு (AD) மற்றொன்றும் வரைக. இதில் இருந்தும் செங்குத்துக்கோடுகள் வரைக (DE & BF)

AG என்பது Aயிலிருந்து BEக்கு வரையப்பட்ட செங்குத்துக்கோடு திசைவேக காலம் வரைபடம்.

குறிப்பிட்ட நேரத்தில் திசைவேகத்திற்கான சமன்பாடு

வரையறையின்படி,

முடுக்கம் = சாய்வு = BG/AG

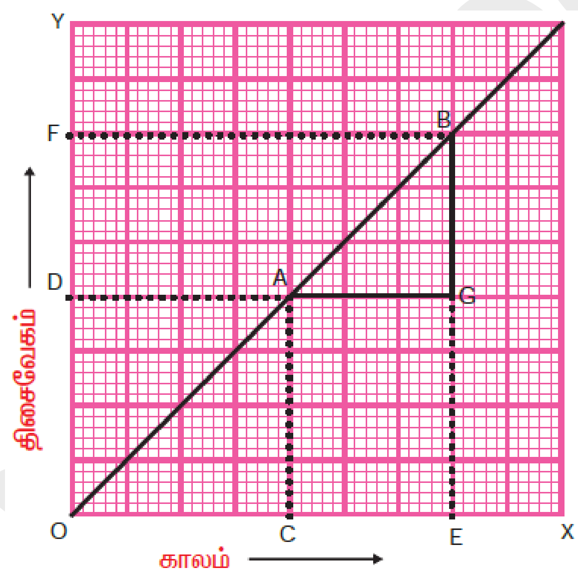
= திசைவேகம் மாறுபாடு / காலம்

= இறுதித் திசைவேகம் – தொடக்கத் திசைவேகம் / எடுத்துக்கொண்ட காலம்

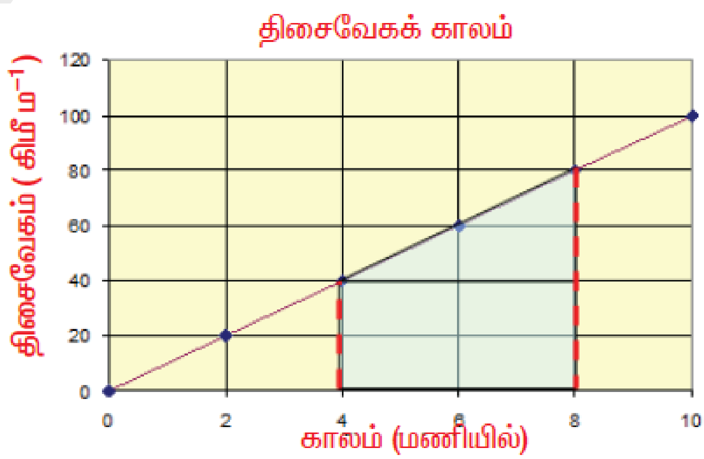
a = (v-u)/t (அல்லது) v = u +at

இடப்பெயர்ச்சிக்கான சமன்பாடு

இரண்டாம் சன்பாட்டைப் பெற,



படம் 6.9



படம் 6.10

இடப்பெயர்ச்சி s காண வேண்டும். s ஆனது AB கோட்டிற்குக் கீழ் உள்ள பரப்பிற்குச் சமம். இப்பரப்பளவைப் பெறுவதற்குச் செவ்வகம் ACEG இன் பரப்பையும் முக்கோணம் AGB இன் பரப்பையும் கூட்ட வேண்டும். செவ்வகம் ACEG பரப்பானது, AC (தொடக்கத் திசைவோகம் U), AG (எடுத்துக் கொண்ட காலம் t) ஆகியவற்றின் பெருக்கத் தொகை. இது ut க்குச் சமம். இதனுடன் முக்கோணத்தின்

பரப்பளவானது, அடிப்பக்கத்தின் பாதியை, உயரத்துடன் பெருக்கக் கிடைப்பது ஆகும். அடிப்பக்கம் AG-என்பது எடுத்துக் கொண்ட காலம் t ஆகும். முக்கோணத்தின் உயரம் BG என்பது திசைவேக மாறுபாடு v – u ஆகும். இது at க்கும் சமம் எனவே,

மொத்தப் பரப்பு ABEC = பரப்பு ACEG + பரப்பு AGB

குறிப்பிட்ட நிலையில் திசைவேகத்தின் சமன்பாடு வரைபடத்தில்.

இடப்பெயர்ச்சி = சரிவகம் CABE யின் பரப்பு

ஈர்ப்பு முடுக்கம்

பொருளொன்று மேல்நோக்கி எறியப்படும்போது நாம் நோக்கி அறிவது என்ன? பொருளின் திசைவேகம் படிப்படியாகக் குறைந்து, பெரும் உயரத்தை அடைந்த நிலையில் சுழி மதிப்பைப் பெறுகிறது. மீண்டும் கீழ்நோக்கிய பயணத்தில் தரையை அடையும்வரை திசைவேகம் படிப்படியாக அதிகரித்துக்கொண்டே வருகிறது மேல்நோக்கிய பயணத்தில் திசைவேகம் சீராக குறைவதும் கீழ்நோக்கிய பயணத்தில் திசைவேகம் சீராக அதிகரிப்பதற்கான காரணம் என்னவெனில், புவிஈர்ப்பினால் உண்டாகும் மாறா முடுக்கமே ஆகும். கீழ்நோக்கிய மாறா முடுக்கத்தையும் புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் என்று குறிப்பிடுகிறோம். மேலும் இதனை g என்ற எழுத்தால் குறிக்கிறோம். சராசரி மதிப்பு 9.8மீ/வி என்ற அளவில் குறைகிறது. கீழ்நோக்கிய பயணத்தில் ஒவ்வொரு வினாடியும் திசைவேக மதிப்பு 9.8 மீ/வி^{2} என்ற அளவில் அதிகரிக்கிறது.

புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் மாறிலி என்பதால் இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் அனைத்தும் பொருள்களின் கீழ் நோக்கிய பயணத்திற்கும் மேல்நோக்கிய பயணத்திற்கும் பொருந்தும்.

வட்ட இயக்கம்

சீரான வட்ட இயக்கம்

வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருளின் இயக்கம் வட்ட இயக்கம் எனப்படும். வட்ட இயக்கத்தின் சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

- குடை இராட்டினத்தில் அமர்ந்துள்ள ஒருவர் வட்டப் பாதையில் சுற்றுகிறார்.
- வளைந்த பந்தயப் பாதையிலோ அல்லது வட்டப் பாதை செல்லும் மகிழுந்து வட்ட இயக்கத்தை மேற்கொள்கிறது.
- எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவை வட்டப்பாதையில் சுற்றுகின்றன.

நூலினால் கட்டப்பட்டுள்ள கல் வட்டப்பாதையில் இயங்குகிறது. தடகளப் போட்டியில் இரும்புகுண்டு எறிதல் வட்டப்பாதைக்கு எடுத்துகாட்டு.

அன்றாட வாழ்க்கையில் வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருள்கள் யாவும், மிகச்சரியான வட்டப்பாதையில் செல்லும் என சொல்லமுடியாது. சான்றாக, எலக்ட்ரான்களோ சூரியனை சுற்றும் கோள்களோ வட்டப்பாதையில் செல்வது இல்லை. முழுமையான வட்டப்பாதையில் செல்வது இல்லை. முழுமையான வட்டப்பாதையில் சீரான வேகத்தில் செல்லும் பொருள்கள் சீரான வட்ட இயக்கத்தை மேற்கொள்கிறது.

மையநோக்கு முடுக்கம்

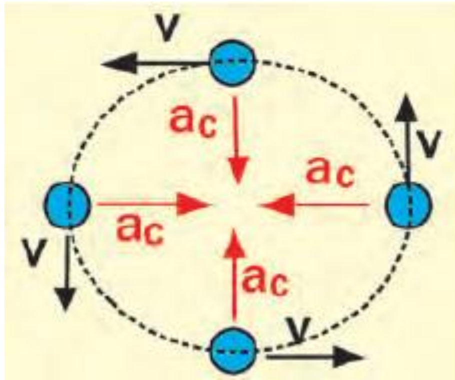
சீரான வட்ட இயக்கம் என்பது பொருளின் வேகம் மாறாது, திசையானது தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டே இருக்கக் கூடியதும் ஆன ஒரு சிறப்பு வகை இயக்கமாகும். இவ்வியக்கத்தில் திசையானது தொடர்ந்து மாறுவதால் இவ்வியக்கம் மாறுபடும் திசைவேகத்தைப் பெற்று இருக்கும் எனலாம். காலத்திற்கேற்ப திசைவேகம் மாறியதால், திசைவேக மாறுபாடு முடுக்கத்தை ஏற்படுத்தும் எனலாம். சீரான வேகத்தில் செல்லும் ஒரு பொருளின் திசை சீராக மாறுபட்டால், அதன் முடுக்கம் சீரானது எனலாம்.

சீரான முடுக்கமே மைய நோக்கு முடுக்கம் எனப்படும். மையநோக்கு முடுக்கம் எப்போதும் திசைவேகத்திற்குச் செங்குத்தாகவும், ஆரத்தின் வழியே மையத்தை நோக்கியும் செயல்படும், இதற்குக்காரணம் என்ன தெரியுமா?

மையநோக்கு விசை

கயிறு ஒன்றின் ஒரு முனையில் கல் ஒன்றைக் கட்டி வட்டமாக சுழற்றவும், கல்லை வட்டப்பாதையில் இயக்க, கயிற்றின் வழியே வட்டமையத்தை நோக்கி ஒரு விசை செலுத்தப்படுகிறது என அறியலாம். கயிற்றை விட்டுவிட்டால் கல்லானது தொடுகோட்டின் வழியே நேர்க்கோட்டில் இயங்குவதைக் காணலாம் பொருளை வட்டப்பாதையில் தொடர்ந்து செலுத்தும் இவ்விசையே மையநோக்குவிசை எனப்படும்.

இவ்விசை எப்போதும் திசைவேகத்திற்குச் செங்குத்தாகவும், ஆரத்தின் வழியே மையத்தை நோக்கியும் செயல்படும்.



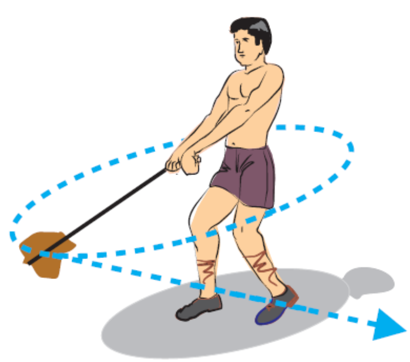
படம் 6.11

இரண்டு காரணங்கள்

1. *முடுக்கம் திசைவேகத்தின் திசையில் செயல்பட்டால் திசைவேகத்தின் (வேகத்தின்) எண் மதிப்பு மாறும். திசைவேகம் மாறாது இருக்கவேண்டும் எனில், முடுக்கம் திசைவேகத்திற்குச் செங்குத்தாக செயல்பட வேண்டும்.*
2. *திசைவேகத்தைக் குறிக்கும் அம்புக்குறி வட்டத்தின் தொடுகோட்டில் அமையும். இதற்குச் செங்குத்தாக வரையப்பட்ட கொடு ஆரம் (வட்டத்தின் மையம் வழியே செல்லக்கூடியது) வட்டத்தின் பண்புகளின்படி, ஆரம் தொடுகோட்டிற்குச் செங்குத்தாக அமையும்.*

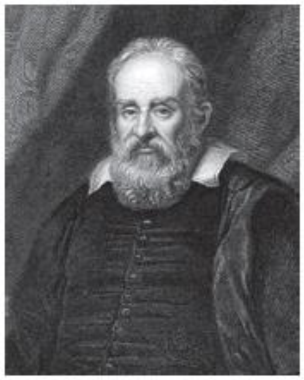
எடுத்துக்காட்டுகள்

1. நூலினால் கட்டப்பட்டுள்ள கல் வட்டப்பாதையில் இயங்கும்போது மையநோக்கு விசையானது, நூலின் இழுவிசையால் பெறப்படுகின்றது.
2. மகிழுந்து ஒன்று வளைவில் திரும்பும்போது, டயருக்கும் தரைக்கும் இடைப்பட்ட உராய்வு விசை தேவையான மையநோக்கு விசையைத் தருகின்றது.
3. கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றி இயங்கும்போது கோள்களுக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட ஈர்ப்பியல் விசை மையநோக்கு விசையாகச் செயல்படுகின்றது.



48] அளவீடுகளும் அளவிடும் கருவிகளும்

நிக்கோலஸ் கோபர்நிக்கஸ் (1473–1543)


கலிலியோ கலிலி (1564–1642)

டைகோ பிராஹே (1546–1601)

ஜோஹன்ஸ் கெப்ளர் (1571–1630)

கிளாடியஸ் டாலமி (90AD – 168AD) என்பவர் கிரேக்க எழுத்தாளர்களில் தலைசிறந்தவராக விளங்கினார். சந்திரன், சூரியன் மற்றும் அனைத்துக் கோள்களும் புவியை ஏறக்குறைய வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருவதாக எழுதினார். இக்கருத்து ஐரோப்பிய மக்களிடையே 1400 ஆண்டுகளாக நிலவி வந்தது. இக்கருத்தானது எதன் அடிப்படையில் உருவானது என்று ஆய்வுசெய்யம்போது சூரியன், விண்மீன்கள், சந்திரன் கிழக்கில் உதித்து மேற்கில் மறைவதால் ஏற்படுகிறது.

நானூற்று பதினாறாம் நுற்றாண்டில் நிக்கோலஸ் கோபர்நிக்கஸ்(1473 – 1543), டைகோ பிராஹே (1546 – 1601), கலிலியோ கலிலி (1564 – 1642) , ஜோஹன்ஸ் கெப்ளர் (1571 – 1630) முழுவதுமாக இக்கருத்தை நிராகரித்தனர் முன்னோர் கூறியதைத் தைரியத்துடன் கேள்விகள் கேட்டு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தினர்.அவர்கள் உற்றுநோக்கி ஆய்வு செய்த துல்லிய அளவீடுகள் மூலமாக சூரியனை பூமி வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருவதாகத் தெளிவாக விளக்கினர்.

கோபர்நிக்கஸ் வெள்ளி, புதன், சனி, வியாழன், செவ்வாய் உள்ளிட்ட கோள்கள் சூரியனை மையமாக வைத்து சுற்றுவதாகவும் பூமியை மையமாக வைத்து சுற்றுவதில்லை என்பதையும் முதன்முதலாகச் சுட்டிக் காட்டினார்.

டைகோ பிராஹே, தலைசிறந்த வானியல் வல்லுநர். விண்கோள்களை உற்றுநோக்குவதற்கான கருவிகளை உருவாக்கினார். அவருடைய காலத்தில் கோண அளவீடுகளில் ¼ கோண அளவே துல்லியமானதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் டைகோவின் காலத்தில் 1/30 கோண அளவும் துல்லியமாக அளக்கப்பட்டது. அவர்தான் கோள்கள், விண்மீன்களைப் பற்றி அதிகக் கருத்துகளைத் துல்லியமாக ஆராய்ந்து கூறினார்.

கலிலியோ தான் வடிவமைத்தத் தொலைநோக்கியால் வானத்தை உற்றுநோக்கினார். அத்தொலைநோக்கியானது வானில் முன்பு இல்லாத அளவு நட்சத்திரங்கள், கோள்கள் அருகாமையில் இருப்பது போன்று காட்சி அளித்தது. அவர் வியாழனின் மூன்று சந்திரன்கள், சனிக்கோளின் சுற்று வளையம், மற்ற வான் பொருள்களை உற்றுநோக்கி ஆராய்ச்சி செய்தார். இவருடைய உற்றுநோக்கல், கோபர்நிக்கஸ் கூறிய கருத்தான சூரியனை மையமாக வைத்து கொள்கள் அதன் சுற்றுப்பாதைகளில் சுற்றி வருகின்றன என்ற கருத்திற்கு அடிப்படையாக இருந்தது.

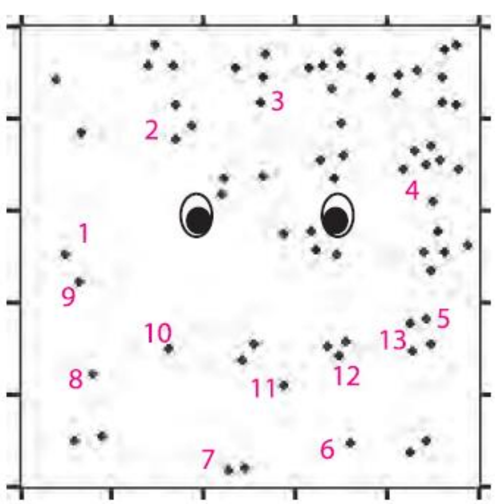
டைகோ செவ்வாய்க் கோளினைக் குறித்து கூறிய கருத்துக்களைப் பயன்படுத்தி கெப்ளர் தனது கணக்கீடுகளையும் கொண்டு சந்தேகத்திற்கு இடமின்றி கோள்கள் பூமியை வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருவதாகக் கூறினார்.கெப்ளரே, முதன்முதலாக கணிதமுறையில் கணக்கீடுகளை அறிமுகப்படுத்தியவர் ஆவார்.

இறுதியாக 1400 வருடங்களாக இருந்து வந்த பழைய நம்பிக்கைக்கு ஒரு முடிவு கிடைத்தது. இது எவ்வாறு சாத்தியமானது எனில் அறிவியல் கருவிகள் பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட உற்றுநோக்கல், துல்லியமான அளவீடுகள், விளக்கமான கணக்கீடுகளால்தான் ஆகும்.

துல்லிய அளவீடுகளின் முக்கியத்துவம்

சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களின் செயல்களும் துப்பறியும் நாவல்களில் வரும் துப்பறிவாளர்களின் செயல்களில் ஓரளவு ஒத்திருக்கும். அவர்கள் பொருள்களைக் கூர்ந்து நோக்கி, தேவையான அளவீடுகளைக் கொண்டு இயற்கையின் நிகழ்வுகளை ஊகிக்கின்றனர்.

பின்வரும் படத்தில் தரப்பட்டுள்ள புள்ளிகளைக் கொண்டு ஒரு படம் தரப்பட்டுள்ளது.



பென்சிலைப் பயன்படுத்தி உங்கள் விருப்பத்திற்கேற்ப புள்ளிகளைப் பல வழிகளில் இணைத்துப் படங்கள் வரையவும் எல்லாப் புள்ளிகளையும் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியமில்லை. இப்பொழுது வரைந்த கோடுகளை அழித்துவிட்டு, வரிசைக் கிரமமாகத் தரப்பட்டுள்ள எண்களுக்கு ஏற்ப புள்ளிகளை இணைத்து, ஓவியனின் எண்ணத்தில் என்ன இருந்தது என்பதை அறியவும்.

ஒவ்வொரு புள்ளியும், உண்மைக் கூறுகள் அல்லது தரவு கூறுகள் எனக் கருதுக. அவற்றை இணைக்கும் கோடுகள், அக்கூறுகளின் நமது விளக்கம் ஆகும். சில கூறுகளுக்கு, அவற்றை பல முறைப்படுத்துவதன் மூலம் முக்கியத்துவம் தரப்படுகிறது. சில கூறுகள் முக்கியமற்றவைகள் அல்லது குறைந்த அளவே உண்மைத்தன்மை உடையவை என நாம் நினைத்தால், அப்புள்ளிகளை நாம் இணைக்காமல் விடலாம். இக்கட்டமைப்பே, அறிவியலில் கருதுகோல் (Hypothesis) எனப்படும். எனவே, பல விளக்கங்கள் அல்லது கருதுகோள்கள் ஒரு கூற்றிற்கு விளக்கமாகக் கூறமுடியும், ஆனால் அவற்றில் எது சரியானது? அதற்குக் கருதுகோள்களைப் பலவழிமுறைகளில் அல்லது பெறப்பட்ட கூடுதல் கருத்துகளின் பொருத்தத்தின் மூலமாகத் தீர்மானிக்கலாம்.

பல ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு பெறக்கூடிய புதிய கருத்துக்களின் மூலமாக உண்மையில் என்ன நிகழ்ந்து கொண்டுள்ளது என்பதை அறிய இயலும். மாறிவரும் தொழில்நுட்ப உதவியால், நம்மால் மிகத் துல்லியமான அளவீடுகளை முன்பிருந்ததைவிட துல்லியமாகத் தர முடியும்.

அளவிடும் கருவிகளின் மூன்று முக்கியப் பண்புகள்

ஒவ்வொருவரும், அளவிடும் கருவிகளின் மூன்று முக்கியப் பண்புகளைப் பற்றி அறிந்திருக்க வேண்டும். அவை

- மீச்சிற்றளவு
- வீச்சு (Range)
- சுழிப்பிழை

எந்த ஒரு அளவிடும் கருவியாலும் அளவிடக் கூடிய மிகக்குறைந்த அளவு அக்கருவியின் மீச்சிற்றளவு எனப்படும். சான்றாக நீங்கள், மீட்டர் அளவுகோலைப் பயன்படுத்தினால் மிகக் குறைந்த நீளம் 1 மி.மீ. ஆகும். இது மீட்டர் அளவுகோலின் மீச்சிற்றளவை எனப்படும். பொறியாளர்கள் வரைவதற்குப் பயன்படுத்தும் சில அளவுகோல்களில் அரை மில்லி லிட்டர் குறியீடுகளைக் கொண்டிருக்கும் அவ்அளவுகோல்களின் மீச்சிற்றவெள 0.5 மி.மீ. ஒரு அளவுகோலினைக் கொண்டு 1 மி.மீ. அளவிற்கு மிகச் சரியாக அளக்க முடியும் எனக் கூறினால் அம்மீட்டர் அளவுகோலின் மீச்சிற்றவு1 மி.மீ. எனப் பொருள்படும்.

படத்தில் உள்ள சுருள்வில் தராசின் மீச்சிற்றளவையை உங்களால் கண்டறிய முடியுமா?

ஓர் அளவிடும் கருவியினால் அளவிடப்படக்கூடிய உயர் மதிப்பிற்கும் குறைந்த மதிப்பிற்கும் உள்ள வேறுபாடு அதன் வீச்சு எனப்படும். சான்றாக அளவுகோலின் அளவிடப்படக்கூடிய எல்லை 0 செ.மீ இருந்து 30 செ.மீ. மிகக்குறைந்த அளவு சுழியாக இருப்பதால் வீச்சாக நாம் எப்பொழுதும் அதிக அளவினையே எடுத்துக் கொள்கிறோம். அளவுகோலின் வீச்சு (Range) 100 செ.மீ. என்றால் அது 0 செ.மீ லிருந்து 100 செ.மீ. வரை என்பதையே குறிக்கும். சிறிய அளவீடுகளிலிருந்து பெரிய அளவீடுகளை அளப்பதற்குச் சிறப்புக் கருவிகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. சான்றாக வோல்ட் மீட்டரின் அளவீடுகள் 150 V இருந்து 250V வரை எனில், அதன் வீச்சு 150 V இருந்து 250V வரை ஆகும். பொதுவாக இது மாதிரியான கருவிகள் குறிப்பிட்ட உபயோகத்திற்காகவும், துல்லிய அளவீடுகளுக்காகவும், வடிவமைக்கப்பட்ட வீச்சுக்குள் இருப்பதாகவும் வடிவமைக்கப்படுகிறது.

பெரும்பாலும் அளவிடும் கருவிகளில் மிகக்குறைந்த அளவீட்டில் சுழி (zero) அளவீடு அளக்கப்படுவதில்லை. சான்றாக அம்மீட்டரினைப் பயன்படுத்தி அளவிடும்போது மின்சுற்றில் இணைக்காமல் உள்ளபொழுதே அம்மீட்டரின் குறிமுள் 0.02 ஆம்பியரைக் குறிக்கிறது. இம்மாதிரியானப் பிழை, சுழிப்பிழை எனப்படுகிறது. குறைந்த அளவீட்டு அளவு சுழியைக் குறிக்காமல் உள்ளதால், இது சுழிப்பிழையாகக் கருதப்படுகிறது. இம்மாதிரியான அளவிடும் கருவிகளை பயன்படுத்தும்போது, உண்மையான மதிப்பீடுகளைப் பெற அளவிடும் மதிப்புகளுடன் திருத்தப்பட்ட மதிப்பீட்டையும் பயன்படுத்த வேண்டும். அளவிடும் கருவியினால் பெறப்படும் அளவினைச் சுழித்திருத்த அளவுடன் சேர்த்தால் கிடைப்பதே சரியான அளவீட்டு அளவு ஆகும். நாம் வெர்னியர் அளவினைப் பற்றிப் படிக்கும் பொழுது சுழிப்பிழை, சுழித்திருத்தம் பற்றி விரிவாக அறியலாம்.

S.I. முன்னீடு (முன்சேர்ப்பு)

பரிமாணம்	SI அலகு
நீளம்	மீட்டர்
நிறை	கிலோகிராம்
நேரம்	வினாடி
மின்னோட்டம்	ஆம்பியர்

மீட்டர், கிராம், வினாடி, ஆம்பியர் போன்ற அலகுகள் அடிப்படை அலகுகள். இத்தகைய மூல அலகுகளைக் கொண்டு சிறிய மற்றும் பெரிய அளவுகளை குறிப்பிட சில வரையறுக்கப்பட்ட முன்னீடுகளை பயன்படுத்திக் கொள்ள எடை மற்றும் அளவீடுகளுக்கான பன்னாட்டுக் குழுமம் அனுமதித்துள்ளது. முடிந்தவரை, அலகே மூல அலகாக கருதப்படுகிறது. நிறையின் அலகு கிலோகிராமிற்கு மட்டும், ஒரு விதிவிலக்கு தரப்பட்டுள்ளது ஏன்?

சிறிய அளவீடுகள்

காரணி	**முன்னீடு**	**குறியீடு**
10^{-1}	டெசி	d
10^{-2}	சென்டி	c
10^{-3}	மில்லி	m
10^{-6}	மைக்ரோ	μ
10^{-9}	நேனோ	n

பெரிய அளவீடுகள்

காரணி	**முன்னீடு**	**குறியீடு**
10^{1}	டைகா	da
10^{2}	ஹெக்டா	h
10^{3}	கிலோ	k
10^{6}	மெகா	M
10^{9}	ஜிகா	G

எனவே ஒரு மீட்டரின் 10ல் ஒரு பகுதி அல்லது 0.1 மீட்டர் என்பது 1 டெசி மீட்டர் என்பதைக் குறிக்கும். இதே போல் 10^{-6} வினாடிகள் என்பது மைக்ரோ வினாடிகளைக் குறிக்கும். இந்த முன்னீடுகள்

வழி அலகுகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம். 1,000,000 (10^6) ஜுல்கள் ஆற்றல் என்பது ஒரு மெகாஜுல் என்பதைக் குறிக்கும்.

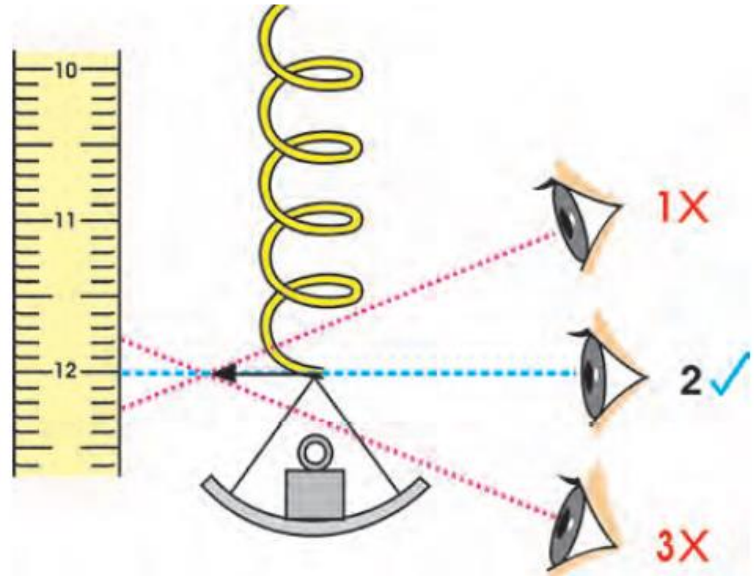
கிலோகிராம் என்ற அளவிற்கு மட்டும் விதிவிலக்கு. அதாவது நிறைவின் மூலஅலகு, கிராமாக இருந்தபோதிலும் அடிப்படையில் 'கிலோ' என்ற முன்னீட்டினால் 'கிலோகிராம்' என்ற உபயோகப்படுகிறது. "கிலோ" என்ற முன்னீடு 1000 கிராம் என்ப்தைக் குறிக்கும் முன்னீடு சேர்க்கப்பட்ட மூல அலகிற்கு எடுத்துக்காட்டு மில்லிகிராம், டெகாகிராம்.

1000 கிலோகிராமை 1 மெகா கிராம் ஆகவும் டன் அல்லது மெட்ரின் டன் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

சில பயனுள்ள கருத்துகள்

துல்லிய அளவீடுகள் செய்வதற்குத் தேவையான வழிகள்

1. பொருளின் நீளத்தை அளவிடுகையில் மீட்டர் அளவுகோலின் விளிம்பினைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. ஏனெனில், விளிம்பு மழுங்கிய அல்லது சிதைந்த முனைகளைப் பயன்படுத்தும்போது, அளவீட்டில் பிழை ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, பொருளினை அளவுகோலின் ஏதேனும் ஒரு செ.மீ. பிரிவுடன் மேற்பொருந்தச் செய்து, பொருளின் இடதுபுற முனை மேற்பொருந்தும் அளவுடன் குறித்தல் வேண்டும். இரண்டு அளவீடுகளுக்கு இடைப்பட்ட வேறுபாடு பொருளின் நீளத்திற்குச் சமமாகும்.
2. இடமாறு தோற்றப்பிழையினைத் தவிர்க்க அளவுகள் குறிக்கும்போது, ஒரு கண் மூடிய நிலையில் அளவுகள் குறிக்க வேண்டும். கண், பொருளின் விளிம்பு மற்றும் அளவுகோல் பிரிவு ஆகியவற்றை இணைக்கும் நேர்க்கோடு அளவுகோலுக்குக் குத்தாக அமைதல் வேண்டும். படத்தில், கன்ணின் நிலை 1 சரியற்றது. ஏனெனில், கன்ணின் நிலை 1 சரியற்றது. ஏனெனில், குறிமுள்ளானது அளவீடு 12.2ஐ காட்டும் வகையில் அமைந்துள்ளது. கண்ணின் நிலை 3ம் சரியற்றது. இந்நிலையிலும் குறிமுள் காட்டும் அளவீடு 11.8 என அளவிடும் வகையில் உள்ளது. கண்ணின் நிலை 2 சரியானது. ஏனெனில், இங்கு கண்டறியப்படும் மதிப்பு சரியாக உள்ளது.



3. அளவீடுகள், மீச்சிற்றளவின் முழு மடங்குகளாக அமைதல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பென்சிலின் நீளமானது அளவுகோலின் இரு அடுத்தடுத்த பிரிவுகளுக்கு இடையில் அமையுமானால், எந்தக் குறியீடு மிக நெருக்கமாக அமைகிறதோ அத்தகைய அளவினை பொருளின் நீளமாகக் கருத வேண்டும். அனுமானத்தின் அடிப்படையில் அளவீட்டினைத் தீர்மானிக்க கூடாது.

   கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தில் பென்சில் A ஆனது மிகச் சரியாக 16 செ.மீ. நீளமுடையது. ஏனெனில், பென்சில்ன் கூர்முனை 16 செ.மீ. குறியீட்டுடன் மிகச்சரியாக மேற்பொருந்துகிறது. ஆனால், படம் B இல் வண்ணப் பென்சிலின் நீளமானது 2.75 அங்குலத்திற்கும், 3 அங்குலத்திற்கும் இடையில் அமைகிறது. இருப்பினும் பென்சிலின் முனையானது 3 அங்குலம் குறியீட்டிற்கு மிக அருகில் அமைவதால் பென்சிலின் நீளத்தை 3 அங்குலமாகக் கருதவேண்டும். இத்தகைய அளவீட்டில் ஏற்பட்டுள்ள பிழையானது அளவிடப் பயன்படுத்தப்பட்ட அளவுகோலின் வரம்பினால் ஏற்பட்டதேயன்றி அளவீடு செய்பவரால் ஏற்பட்டதன்று. இதனை அளவீடுகளின் நிலையற்றத் தன்மை எனலாம்.

அளவீடுகளைப் பதிவு செய்வதற்கான குறிப்புகள்

1. அளவீடுகள் அதற்குப் பொருத்தமான அலகுகளுடன் இணைந்தே பதிவு செய்ய வேண்டும்.
2. முடிந்தவரை அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும்.
3. மதிப்புகளைச் சரியான தசம இடத்திருத்தமாக (decimal) பதிவு செய்ய வேண்டும். சான்றாக, பொருளின் நீளம் 40 மி.மீ என அளவீடு செய்யப்பட்டு செ.மீஇல் பதிவு செய்யும்போது, அதை 4 செ.மீ ஆக இல்லாமல் 4.0 செ.மீ ஆகப் பதிவு செய்ய வேண்டும். புள்ளிக்கு பிறகு வரும்

சுழியானது, அளவீடு மி.மீ இல் எடுக்கப்பட்டது என்பதைக் குறிக்கிறது. மீட்டரில் பதிவு செய்தால், 0.04மீ என்று அல்லாமல், 0.040 மீ என்று பதிவு செய்யவேண்டும். இங்கும் “4” ற்குப் பிறகு அமைந்துள்ள “0” வானது மில்லிமீட்டரில் அளவிடப்பட்டது என்பதைக் குறிக்கும். 0.04 என்று பதிவு செய்யப்பட்டிருந்தால், அது சென்டிமீட்டரில் அளவிடப்பட்டுள்ளது என்பதைக் குறிக்கும். கடைசி இலக்க 0 (சுழி) வானது, அளவிடப்பட்ட அளவீட்டின் மீச்சிற்றளவையைக் குறிக்கும்.

நீளத்தை அளவிடுதல்

வெர்னியர் அளவி

வெர்னியர் அளவியானது பொறியாளர்களாலும், பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யும் இடங்களிலும் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு கருவியாகும். வெர்னியர் அதிக மீச்சிற்றளவைக் கொண்டே இரண்டு அளவுகோல்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து மிகச்சிறிய நீளத்தையும் துல்லியமாக அளவிடும் ஒரு மிகச் சிறந்த கருவியாகும். கண்டுபிடிப்பாளரின் பெயரைக் கொண்டு வெர்னியர் அளவுகோல் என்று அழைக்கப்படும் துணை அளவுகோளானது துல்லிய அளவீடுகளுக்குத் தேவைப்படும் அழுத்தமானி, நுண்ணோக்கி, சிறுகோணங்களை அளவிடும் கருவி போன்ற கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வெர்னியரின் தத்துவம்

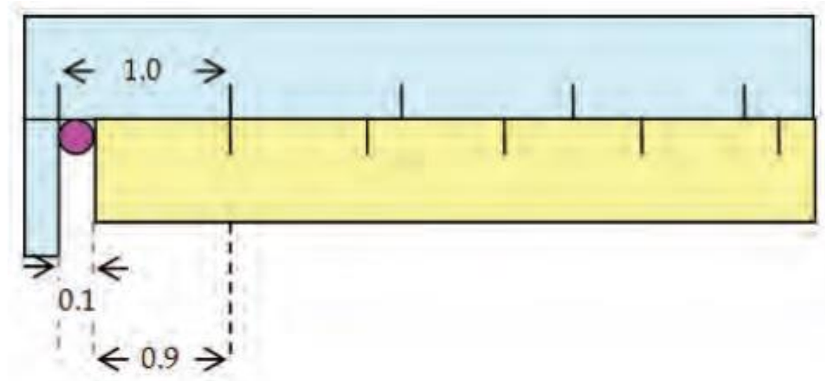
வெர்னியர் அளவியின் தத்துவம் மிக எளிதானது. 1.0 மி.மீ மீச்சிற்றளவு (முதன்மை அளவுகோலும் – MSD) கொண்ட ஒரு அளவுகோலும், 0.09 மி.மீ மீச்சிற்றளவு கொண்ட மற்றொரு (வெர்னியர் அளவுகோலும் – VSD) அளவுகோலும் உடையதாக ஓர் அளவுகோல் இருந்தால் 0.1 மி.மீ நீளம் உள்ள ஒரு பொருளை அளவிடலாம். பின்வரும் படத்தைக் காண்க. முதன்மை அளவுகோலின் ‘0’ வை பொருளின் இடது முனையுடனும், துணை அளவுகோலின் முனையை பொருளின் மறுமுனையுடனும் பொருந்தும் போது, துணை அளவுகோலின் முதல் குறியீடும் முதன்மை அளவுகோலின் முதல் குறியீடும் சரியாகப் பொருந்தும்.

பொருளின் நீளம் 0.1 மி.மீ + வெர்னியர் பிரிவு 0.9 மி.மீ = 1.0 மி.மீ (முதன்மை கோலின் முதல் பிரிவு)

மாறாக பொருளின் அளவு தெரியவில்லையெனில், வெர்னியரின் முதன்மைப் பிரிவும், முதன்மை அளவுகோலின் முதல் பிரிவும் ஒன்றிருப்பது தெரிந்தால் பொருளின் அளவை 0.1 மி.மீ எனக் கண்டறியலாம்.

ஏனெனில் பொருளின் நீளம் 0.1 மி.மீ = 1.0 மி.மீ

முதன்மைக் கோலின் முதல் பிரிவு – வெர்னியர் பிரிவு 0.9 மி.மீ

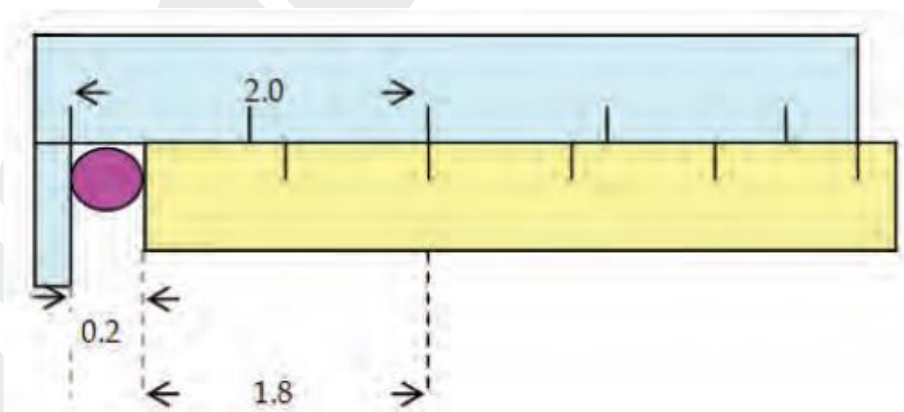


இரண்டு அளவுகோல்களையும் இணைக்கும் பொழுது கிடைக்கும் மீச்சிற்றளவு 0.1 மி.மீ எனக் கூறலாம். இது இரண்டு அளவுகோல்களின் மீச்சிற்றளவின் வேறுபாடாகும். இதையே,

மீச்சிற்றளவு (கருவியின்) = 1 MSD – 1 VSD

மாறாக, அளக்கப்பட்ட வேண்டிய பொருளின் நீளம் 0.2 மி.மீ ஆக இருந்து பொருளானது துணைக்கோலுடன் ஒன்றியிருந்தார், வெர்னியரின் இரண்டாவது பிரிவு முதன்மைக்கோலின் இரண்டாவது பிரிவுடன் ஒன்றியிருக்கும்.

(பொருளின் நீளம் (0.2 மி.மீ) +இரண்டு வெர்னியர் பிரிவுகள் (1.8 மி.மீ = 2.0 மி.மீ)



மாறாக, அளக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் நீளம் தெரியவில்லையெனில், வெர்னியரின் இரண்டாவது பிரிவும், முதன்மைக்கோலின் இரண்டாவது பிரிவும் ஒன்றியிருப்பது தெர்ந்தால், பொருளின் அளவை 0.2 மி.மீ எனக் கண்டறியலாம்.

பொருளின் நீளம் 0.2 மி.மீ = 2.0 மி.மீ முதன்மைக்கோலின் இரண்டாம் பிரிவு – 2 x வெர்னியர் பிரிவு (1.8 மி.மீ)

இதே தர்க்க முறையினைப் பயன்படுத்தி, ஒரு பொருளின் நீளம் 0.4 மி.மீ எனில் நான்காவது வெர்னியர் பிரிவுடன் நான்காவது முதன்மைக்கோல் பிரிவு ஒன்றியிருக்கும். மேலும் அதுவே 0.9 மி.மீ நீளம் எனில், 9 வது வெர்னியர் பிரிவு 9 ஆவது முதன்மைக்கோல் பிரிவுடன் ஒன்றியிருக்கும். நாம் இதையே பின்வருமாறு எழுதலாம்.

பொருளின் நீளம் 0.9 மி.மீ = 9 x 0.1 மி.மீ

ஒன்பதாவது முதன்மைக்கோல் பிரிவு – 9x வெர்னியர் பிரிவுகள், 8.1 மி.மீ.

0.9மி.மீ= 9 * முதன்மைக்கோல் பிரிவுகள் – 9* வெர்னியர்கோல் பிரிவுகள்

0.1 மி.மீ நீளமுள்ள ஒரு பொருளை அளப்பதற்கு, அதைவிட மிக அதிக மீச்சிற்றளவு கொண்ட இரண்டு அளவுகோல்களைப் பயன்படுத்துதல் புத்திசாலித்தனம்.

நாம் ஒரு முறையினையும், அம்முறையை எவ்வாறு விரிவாக்குவது என்பதனையும் அறிந்து கொண்டோம். இதையே பொதுவாகக் குறிப்பிடும் பொழுது, மதிப்பு செரியாத மாறிலியைப் (x) பயன்படுத்தி ஒரு சமன்பாடாக எழுதலாம். இச்சமன்பாடு, xன் எல்லா மெய்யெண் மதிப்புகளுக்கும் பொருந்தும். எனவே, 'x' ஆவது வெர்னியர் பிரிவு ஒரு முதன்மைக்கோல் பிரிவுடன் ஒன்றியிருக்கும் எனில்,

பொருளின் நீளம், 0. X மி.மீ = X * முதன்மைக்கோல் பிரிவு – X * வெர்னியர்கோல் பிரிவுகள்

பொருளின் நீளம், 0. X மி.மீ = X* (முதன்மைக்கோல் பிரிவு – வெர்னியர் கோல் பிரிவு)

பொருளின் நீளம், 0. X மி.மீ = x (மீச்சிற்றளவு)

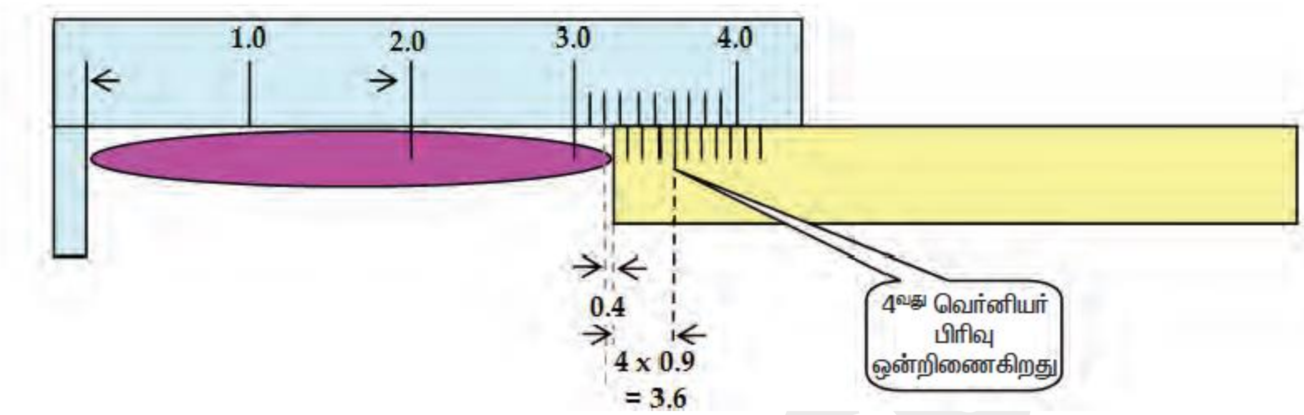
[மீச்சிற்றளவு = 1 MSD – 1 VSD]

ஒரு பொருளின் அளவு 3.24 செ.மீ எனக் கருதுவோம் (32.4 மி.மீ). பொருளின் முனை முதன்மைக்கோலின் 3.2 செ.மீ இடையே பொருத்தியிருக்கவேண்டும். இதையே,

32 மி.மீ + ... x மி.மீ

32 செ.மீக்கு அடுத்து வரும் 0.4 மி.மீ நீளம் முதன்மைக்கோலில் நம்பகமற்றதாக உள்ளது. துணைக்கோலை, முதன்மைக்கோலின் மீது நகர்த்தும்மொழுது, வெர்ன்யர்கோலின் நான்காவது பிரிவு, முதன்மைக்கோலின் ஏதேனும் ஒரு பிரிவுடன் ஒன்றியிருக்கும். மேற்கூறிய சான்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி

வெர்னியர் ஒன்றிணைப்பு நான்கினை, மீச்சிற்றளவுடன் (0.1 மி.மீ) பெருக்கும் பொழுது அதிகப்படியான நீளத்தை (0.4 மி.மீ) அறியலாம்.



ஆகையால்,

பொருளின் நீளம், 3.2 x மி.மீ = 32 + X* (மீச்சிற்றளவு)

இறுதியாக சமன்பாட்டின் மிக முக்கியமான வடிவத்தை அடைகிறோம்.

பொருளின் நீளம் = முதன்மைக் கோல் அளவு + (வெர்னியர் ஒன்றிப்பு X மீச்சிற்றளவு)

பியரி வெர்னியா பிரான்சு நாட்டு அரசு அதிகாரியாக இருந்தார். சட்டம் மற்றும் பொறியியல் வல்லுநரான அவரது தந்தையால் அவருக்கு கணிதமும் அறிவியலும் கற்றுத்தரப்பட்டது

.அவரது தந்தை அவருக்கு டைகோப்ராஹியின் உழைப்புகளை அறிமுகப்படுத்தினார். அவர் பல காலங்கள் பற்பல நகரங்களைப் பலப்படுத்துவதற்காகப் பொறியாளராகப் பணியாற்றினார்.

அக்கால கணித மேதைகள், விஞ்ஞானிகளைப் போல் வரைபடம் வரைதல் (Cartograph) நில அளவீடு செய்யும் வேலையில் இருந்தார். அவரது தந்தையுடன் இணைந்து, பிரான்ஸே கார்டே என்னும் பகுதியை வரைபடமாக்குவதில் ஈடுபட்டார்.

நில அளவீட்டில் அவருக்கு இருந்த ஆர்வம் அவரை அளவீட்டிற்குத் தேவையான கருவிகளைச் செய்யத் தூண்டியது. இந்த ஆர்வமே, அறிவியல் அறிஞர்கள் நினைவு கூறும் வண்ணம் கருவியைச் செய்ய வைத்தது.

அவருடைய வெளியீட்டான, 'லா கன்ஸ்ட்ட்ரக்ஷன்' எனத் தொடங்கும் பதிப்பில், துணை அளவுகோலின் பயன்பாட்டை விளக்கியுள்ளார். இந்த அளவுகோலே இப்பொழுது வெர்னியர் அளவுகோல் எனப்படுகிறது.

முக்கோணத்தின் பக்க அளவுகளை வைத்து முக்கோணத்தின் கோணங்களைக் கண்டறியும், முக்கோணவியலின் சைன் மதிப்புகளின் அட்டவணையைத் தொகுத்தார்.

வெர்னியர் அளவியின் அமைப்பு

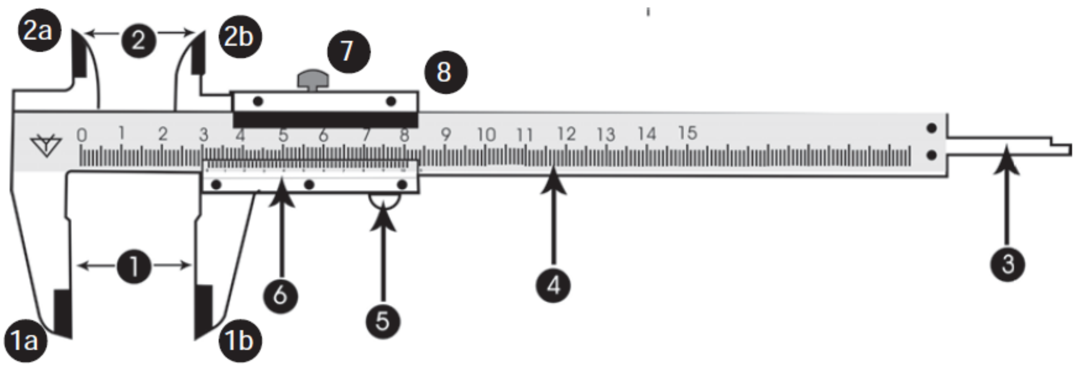
தற்பொழுது, ஆய்வகங்களில் நாம் பயன்படுத்தும் வெர்னியர் அளவு பழைய வடிவத்திலிருந்து புதிப்பிக்கப்பட்ட ஒன்று. வெர்னியர் அளவியின் படம் கீழேத் தரப்பட்டுள்ளது.

வெர்னியர் அளவியின் பாகங்கள்

- செ.மீ மற்றும் மி.மீட்டரில் அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்ட ஒரு மெல்லிய உலோகப் பட்டை. இது முதன்மை அளவுகோல் எனப்படும்.
- உலோகப்பட்டையின் இடப்பக்க முனையில் மேல்நோக்கிய மற்றும் கீழ்நோக்கிய தாடைகள் முதன்மைக் கோலுக்குச் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டு உள்ளன. இவை நிலையான தாடைகள் எனப்படும்.
- மேல் மற்றும் கீழ் நோக்கிய இயங்கும் தாடைகள் உடைய நழுவி முதன்மைக்கோலின் வலதுபுறத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.
- வெர்னியர் அளவுகோலின் உள்ள திருகு ஒன்றினைப் பயன்படுத்தி, நழுவியை நகர்த்தவும், நிலையாக ஓரிடத்தில் பொருத்தவும் முடியும்.
- வெர்னியர் அளவுகோலின் (6) அளவீடுகள், நழுவியில் குறிக்கப்பட்டு, அது நழுவியுடனும், இயங்கும் தாடையுடனும் நகருகிறது.
- கீழ்நோக்கிய தாடைகள் பொருளின் வெளிப்புற அளவுகளை அளவிடவும், மேல்நோக்கிய தாடைகள் உட்புற அளவுகளை அளக்கவும் பயன்படுகின்றன.
- வெர்னியர் அளவுகோலுடன் வலதுபுறத்தில் இணைக்கப்பட்ட மெல்லியப்பட்டை (3) உள்ளீடற்ற பொருள்களின் ஆழத்தை அளவிடப் பயன்படுகிறது.

வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்துதல்

வெர்னியர் அளவியின் சிறப்பியல்புகளான மீச்சுற்றளவு அளவிடும் எல்லையையும் சுழிப்பிழையையும் கண்டறிவதே இதன் முதல்படி.



1) கீழ் நோக்குத் தாடைகள்
1 a) நிலையான கீழ் நோக்குத் தாடை
1b) கீழ் நோக்கு இயக்கத் தாடை
2) மேல் நோக்குத் தாடைகள்
2 a) நிலையானமேல் நோக்குத் தாடை
2b) மேல் நோக்கு இயக்கத் தாடை
3) ஆழம் கணிப்பான்
4) முதன்மை அளவுகோல்
5) நிலை நிறுத்தி
6) வெர்னியர் அளவுகோல்
7) திருகு மரை
8) நழுவி

மீச்சிற்றளவு

மீச்சிற்றளவு (கருவியின்) = 1 மு.கோ.பி. – 1 வெ.கோ.பி.

முதன்மைக்கோல் பிரிவினை (MSD) முதன்மைக்கோலில் இருந்து அறியலாம். பெரும்பாலும் முதன்மைக்கோல் மி.மீ மற்றும் செ.மீட்டரில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அதனால் முதன்மைக் கோலின் மீச்சிற்றளவு பொதுவாக ஒரு மில்லிமீட்டர் ஆகும். வெர்னியர் அளவுகோலின் பிரிவினை (VSD) , வெர்னியர்கோலை முதன்மைக்கோலுடன் பொருத்துவதன் மூலம் அறியலாம். வெர்னியர் அளவியில் ஒன்பது முதன்மைக்கோல் பிரிவுகள், சமமாக பத்து சமமான பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. (9 மி.மீ / 10 = 0.9 மி.மீ) ஆகையால் மீச்சிற்றளவு 1 MSD – 1 VSD

= 1 மி.மீ - 0.9 மி.மீ

= 0.1 மி.மீ

சுழிப்பிழை

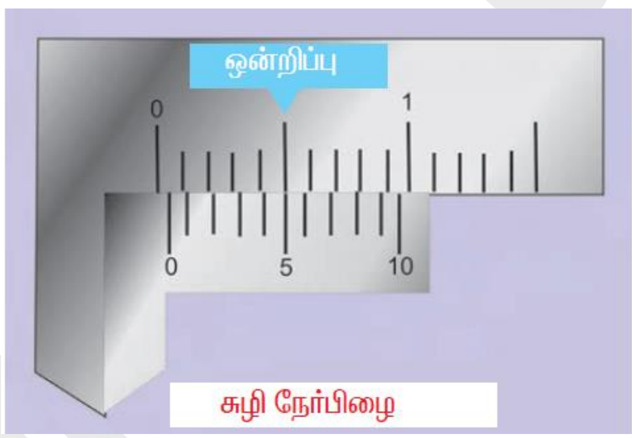
திருகினை நெகிழ்த்தி நழுவியை இடப்பக்கம் நகர்த்தி, வெர்னியர் அளவியின் தாடைகள் ஒன்றோடு ஒன்று பொருந்துமாறு வைக்க வேண்டும். வெர்னியர் அளவுகோலின் சுழிப்பிரிவு, முதன்மை அளவுகோலின் சுழிப்பிரிவுடன் பொருந்தியுள்ளதா என்று சோதிக்கவும். வெர்னியர் அளவுகோலின் சுழிப்பிரிவு, முதன்மை அளவுகோலின் சுழிப்பிரிவிற்கு வலப்பக்கமாக அமைந்தால், அளந்த மதிப்பிலிருந்து, நகர்ந்த தொலைவினைக் கழித்தல் வேண்டும் என்று நினைவு கொள்க. இப்பிழையை நேர்ப்பிழை எனவும் சுழித்திருத்தம் எதிர்க்குறியீட்டிலும் குறிக்க வேண்டும்.

மாறாக வெர்னியர் அளவுகோலின் சுழிப்பிரிவு முதன்மைக்கோலின் சுழிப்பிரிவிற்கு இடப்பக்கமாக அமைந்தால் அதை எதிர்பிழை எனவும், அதன் திருத்தத்தைச் சரிசெய்ய நகர்ந்த தொலைவை, அளந்த தொலைவுடன் கூட்டவேண்டும். வெர்னியர் அளவி துல்லியமான கருவியாதலால், சுழிப்பிழை 1 மி.மீக்கு மேல் அமைவது அரிது.

நேர்ப்பிழை

நேர்ப்பிழையைப் பெறுவதற்கு வெர்னியர் கோலின் எந்தப்பிரிவு முதன்மைக்கோலின் ஏதேனும் ஒரு பிரிவுடன் ஒன்றியிருக்கிறது என்பதைக் கண்டறிந்து அதனை கருவியின் மீச்சிற்றளவுடன் பெருக்குதல் வேண்டும்.

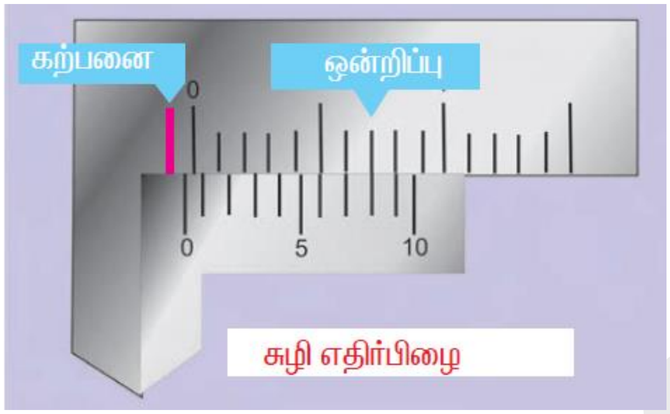
எடுத்துக்காட்டாக 5 ஆவது வெர்னியர் பிரிவு ஏதாவது ஒரு முதன்மைக்கோல் பிரிவுடன் ஒன்றியிருந்தால், 5ஐ மீச்சிற்றளவு, (0.1 மி.மீ) உடன் பெருக்கி 0.5 மி.மீ எனக் கொள்ளவும்.



சுழி எதிர்ப்பிழை

சுழிப்பிழையானது எதிர்ப்பிழை எனில், முதன்மைக்கோல் பின்புறம் 1 பிரிவு நகர்ந்திருப்பதாக எண்ணிக்கொள்க. இதையே நாம் எதிர்க்குறி 1 (-1.0 மி.மீ) எனக்கூறுவோம். அதனால் நாம் வெர்னியர் அளவீட்டை -1.0 மி.மீ உடன் கூட்ட வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக 8 ஆவது வெர்னியர் பிரிவு ஏதாவது ஒரு முதமைக்கோல் பிரிவுடன் ஒன்றியிருந்தால், நாம் முன்பே அறிந்த சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி,



பொருளின் நீளம் = முதன்மைக்கோல் அளவீடு + (வெர்னியர் ஒன்றிப்பு * மீச்சிற்றளவு)

சுழித்திருத்தம் = -1.0 + 8*0.1

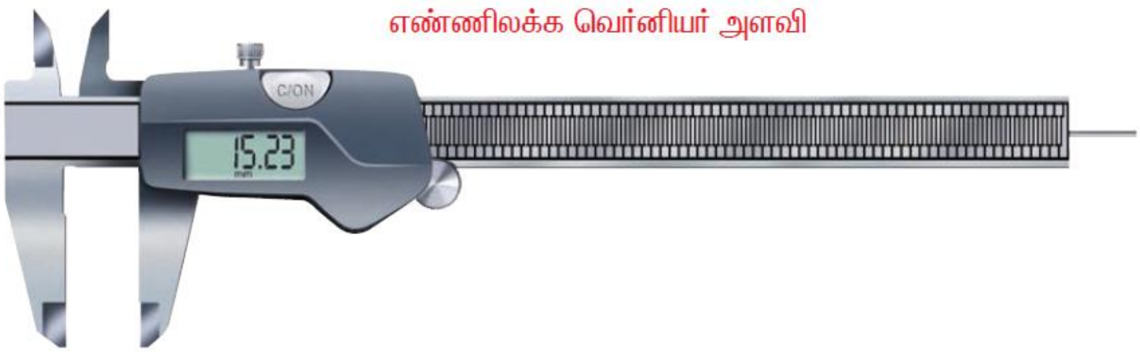
வீச்சு

நழுவியை உலோகப்பட்டையின் (முதன்மைக்கோல்) வலது முனைவரை நகர்த்தவும் முதன்மைக்கோலின் அளவிடக்கூடிய அதிகப்படியான மதிப்பைக் குறித்துக் கொள்க. இந்த வீச்சு, வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்தி அளக்கப்படும் பொருளின் அதிகப்படியான அளவை முடிவு செய்ய இயலும்.

பொதுவாக, வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்தி அறிந்த பொருள்களின் பல்வேறு பரிணாமங்களைக் கண்டறியலாம். பொருளின் நீளம், அகலம், உயரம், கன அளவு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு முகவையின் உள்விட்டத்தையும் (சரியான தாடைகளைப் பயன்படுத்தி) அதனுடைய ஆழத்தையும் (ஆழம் கணிப்பான்) கண்டறிந்து, அதன்மூலம் முகவையின் உள் கன அளவையும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

எண்ணிலக்க (DIGITAL) வெர்னியர் அளவி

எண்ணிலக்க வெர்னியர் அளவியின் நழுவிப் பகுதியில் ஒரு எண்காட்டி அமைப்பும் மின்னணு கணக்கீட்டுக் கருவியும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது அளவீட்டினைக் கணக்கீட்டு எண்காட்டி மூலம் காட்சிப்படுத்தும். இதனால் பயன்படுத்துபவர் கருவியின் சுழிப்பிழை, திருத்தம் போன்ற கணக்கீடுகள் செய்வதைத் தவிர்க்கப்படுகிறது.



நிறையை அளவிடுதல்

நாம் ஏதேனும் ஒரு கடைக்குச் சென்று பொருள் வாங்கினால், சான்றாக 1கி.கி அரிசி எனில், அதை எடையின் அடிப்படையில் தான் வாங்குவோம். பொதுவாக நிறையை "எடை" என்று தான் அழைப்பார்கள். வணிக உலகில் பல பொருள்கள் நிறை என்ற அடிப்படையில் தான் அளக்கிறார்கள். நாம் தங்கம் வாங்கும்போது கிராம் மற்றும் மில்லி கிராம்களிலும், மருந்துகள் வாங்கும்போது 500 மி.கி, 250 மி.கி மதிப்புகளிலும், சுமையுந்துகளை டன்கள் அடிப்படையிலும் அளக்கிறோம். ஒரே கருவியைப் பயன்படுத்தி தங்கத்தையும், மருந்துகளையும் வானூர்தி, கப்பல்களில் ஏற்றப்படும் பல டன்கள் அடங்கிய சரக்குபெட்டியையும் அளவிட முடியுமா? இம்மாதிரியான அளவுகளை அள்ளக்க என்ன வகையான கருவிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம்?

சாதாரணத் தராசு

சாதாரணத் தராசு பொருள்களின் நிறையை, திட்டக் குறிப்பு நிறைகளுடன் ஒப்பிட்டு அளவிடப் பயன்படுகிறது. 100 கி, 200 கி போன்ற திட்டக் குறிப்பு நிறைகள்) குறைந்தபட்சம் 5 கி உள்ள மீச்சிற்றவை சாதாரணத் தராசுகளால் அளவிட முடியும்.

இருதட்டுத் தராசு

இவ்வகைத் தராசுகள் கடைகளில் பொருள்களின் நிறையை அளக்கப் பயன்படுகிறது. இத்தராசும் பொருள்களின் நிறையை திட்ட குறிப்பு நிறைகளுடன் ஒப்பிடப் பயன்படுகிறது. இரு தட்டுகளும் கிடைத்தள பட்டையின் மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இத்தராசை மேசையின்மீது வைத்து எளிதாகப் பயன்படுத்தலாம்). குறைந்தபட்சம் 5கி உள்ள மீச்சிற்றளவை சாதாரணத் தராசுகளால் அளவிட முடியும்.

இயற்பியல் தராசு

இது ஆய்வகங்களில் பயன்படுகிறது. இது சாதாரணத் தராசை ஒத்தது. ஆனால் இத்தராசு அதிக நுண்ணுணர்வு பெற்றதால், பொருள்களின் நிறைகளை மில்லி கிராம் வரை துல்லியமாக அளக்கலாம்.

காலத்தை அளவிடுதல்

கலிலியோ 1602ஆம் ஆண்டு வடிவமைத்த தனி ஊசலே காலத்தை அளவிடும் கருவிகளில் நம்பகத்தன்மையைக் கொண்டிருந்தது. அக்காலத்தில் கூரைகளிலிருந்து சரவிளக்குகள் தொங்கவிடும் வழக்கம் இருந்தது. அங்ஙனம் ஒரு தேவாலயத்தின் கூரையிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்ட சரவிளக்கென்று

காற்றில் முன்னும் பின்னும் அசைந்தாடுவதைக் கண்டு காலத்தை அளவிடும் கருவியான தனி ஊசலை அவர் வடிவமைத்தார்.

தனி ஊசல்

தனிஊசல் என்பது கனமான உலோகக் குண்டு ஒன்றினை மெல்லிய நூலினைக் கொண்டு கட்டித் தொங்கவிடப்பட்ட அமைப்பாகும். ஊசல் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்ட புள்ளியிலிருந்து, ஊசல் குண்டின் புவிஈர்ப்பு மையப்புள்ளி வரை உள்ள நீளமே ஊசலின் நீளம் (L) எனக் குறிக்கப்படுகிறது. ஊசல் குண்டினை அதன் மையப் புள்ளியிலிருந்து பக்கவாட்டில் இழுத்து விடும்போது ஊசல் குண்டு முன்னும் பின்னும் இயங்கும் ஒரு முழு இயக்கமே ஊசலின் ஒரு அலைவு ஆகும். மையப்புள்ளியிலிருந்து ஊசல் குண்டு ஏதேனும் ஒரு திசையில் அடையும் பெரும் இடப்பெயர்ச்சியே ஊசலின் அலைவின் வீச்சு என அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு முழு அலைவிற்கான காலம் (ஒரு முழுமையான முன், பின் இயக்கம்) ஊசலின் அலைவுக் காலம் (T) என அழைக்கப்படுகிறது. ஊசலின் அலைவுக் காலமானது.

- அதன் வீச்சைச் சார்ந்திருப்பதில்லை என சோதனையின் மூலம் நிருபிக்கப்பட்டது.
- ஊசலின் நீளத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்த் தகவில் இருக்கும் [$T \propto \sqrt{L}$].
- புவிஈர்ப்பு முடுக்கத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர்த்தகவில் இருக்கும். ($T \propto 1/\sqrt{g}$)

இவை அனைத்தையும் விகிதமாறிலி 2π-யுடன் சேர்த்து தொகுத்தால் நாம் பெறுவது,

$$T = 2\pi\sqrt{\left(\frac{L}{g}\right)}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி சோதனைச் சாலையில் நீங்கள் தனி ஊசலின் அலைவுக் நேரத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். தனி ஊசலின் நீளம் (l), அலைவு நேரம் (T) ஆகியவற்றைக் கொண்டு புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் g-ஐக் காணலாம்.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

முற்கால மனிதன் விண்மீன்களை உற்றுநோக்கியும், பருவ மாற்றங்கள், பகல், இரவு மாற்றங்களையும் கொண்டு காலத்தை அளவிடும் எளிய முறைகளைத் தெரிந்து கொண்டான். நாடோடிகளின் இடம்பெயர்தல், வேளாண்மை, புனித வழிபாடுகள் ஆகியவற்றைத் திட்டமிட காலத்தை அளவிடுதல் அவசியமாகிறது. முற்காலத்தில் பயன்படுத்திய காலத்தை அளவிடும் கருவியாக சூரியக்கடிகாரம், மணல் கடிகாரம், நீர் கடிகாரம் ஆகியவை பயன்படுத்தப்பட்டது. கி.மு. 3500 ஆம்

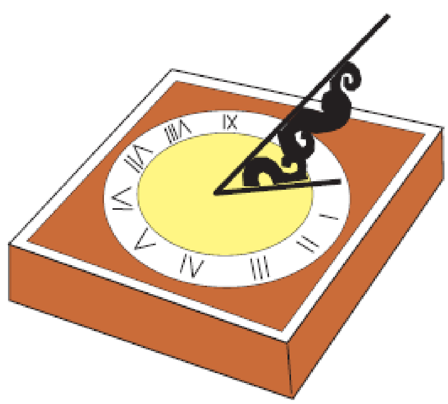
வருடத்தில் எகிப்தியர்கள் மிக உயரமான தூண்களின் நிழல்களைக் கொண்டு காலத்தை அறிந்தனர். காலப்போக்கில் மிகவும் மேம்படுத்தப்பட்ட கருவிகளான சூரிய கடிகாரத்தைப் பயன்படுத்தினாலும் இவற்றை இரவு நேரம், மேகமூட்டமான பருவநிலை, பருவ காலத்திற்கு ஏற்ப பகல் நேர மாறுபாடுகளை அளக்க முடியாது.

கிரேக்கர்கள் நீர்க் கடிகாரத்தையும் மணல் கடிகாரத்தையும் கண்டுபிடித்தனர். இவை இரண்டும் சூரிய கடிகாரத்தை விட மேம்பட்டவையாக இருந்தன. ஏனெனில் பகலிலும் , இரவிலும் மிகச் சிறந்த மீச்சிற்றளவையுடன் காலம் காட்டுபவையாக இருந்தன.

கடிகாரங்கள்

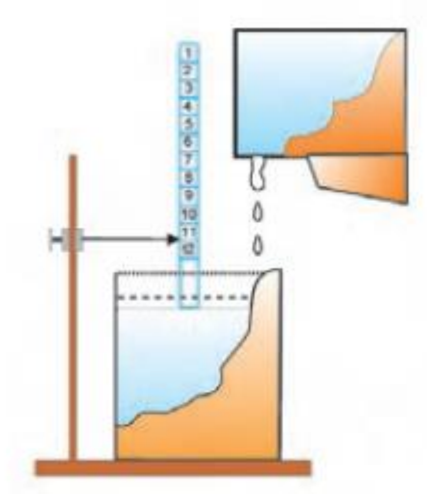
சூரியக் கடிகாரம்

சூரியக் கடிகாரத்தில் உள்ள கோல் (அ) பொருள் கிடைமட்டப் பரப்பில் நிழலை ஏற்படுத்தும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. வானத்தில் சூரியனின் தொடர்ச்சியான மாற்றத்திற்கேற்ப, சூரியக் கடிகாரத்தில்படும் நிழலில் மாற்ற ஏற்படும். இம்மாற்றத்தைக் கொண்டு நேரமானது கணக்கிடப்படுகிறது. இச்சூரியக் கடிகாரத்தினால் அளக்க முடிந்த மிகச்சிறிய அளவான 1 மணித்துளி என்பது, 15 நிமிடங்கள் என்ற மிகச் சிறிய அளவாக இருக்கும் வண்ணம் சூரியக் கடிகாரங்கள் துல்லியத் தன்மை வாய்ந்ததாக பிற்காலத்தில் வடிவமைக்கப்பட்டன.



நீர்க்கடிகாரம்

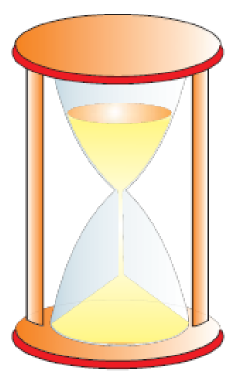
மிதவை மற்றும் குறிமுள் அமைப்புடன் கூடிய சீரான அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட கலன் ஒன்றில் நீரானது ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தில் சொட்டும் வண்ணம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கலனில் நீர் சொட்டச் சொட்ட கலனில் நீரின் மட்டம் உயர்கிறது. கலனின் பக்க சுவரில் குறிக்கப்பட்ட அளவீடுகளிலிருந்து காலத்தை அறியலாம்.



நீர் சொட்டும் வீதமானது, மேல்நிலைத் தொட்டியில் உள்ள நீரின் அளவிச் சார்ந்துள்ளது. படத்தில் காட்டிய வண்ணம் மேல்நிலைக் கலனானது அமைக்கப்படும் பொழுது நீர் சொட்டும் வீதம் சீராக உள்ளது.

இக்கடிகாரத்தினைக் கொண்டு அளக்கப்படும் காலத்தில் மாற்றம் உள்ள போதிலும், ஒரு மணித்துளியில் கால்பங்கு என்ற துல்லியத் தன்மை காரணமாக மக்கள் மத்தியில் இக்கடிகாரங்களுக்கு மிகுந்த வரவேற்பு இருந்துள்ளது.

மணல் கடிகாரம்



இது இரண்டு வட்ட வடிவக் கண்ணாடிக் குமிழ்களால் ஆனது. கண்ணாடிக் குமிழ்கள் மிகக் குறுகிய திறப்பினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இம்மணல் கடிகாரமானது தலைகீழாகக் கவிழ்த்து வைக்கப்படும் பொழுது, மேலேயுள்ள கண்ணாடிக் குமிழிலிருந்து நுண்ணிய மணலானது நடுவில் உள்ள திறப்பின் வழியே கீழேயுள்ள கண்ணாடிக் குமிழியை வந்தடையும். மணல் முழுவது, கீழே வந்தடைய எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் ஒரு மணிநேரம் என்பதால் இக்கடிகாரம் “மணிக் கடிகாரம்” எனவும் அழைக்கப்படும். சில சிறப்புப் பயன்படுகளுக்காக மிகக் குறுகிய கால அளவுகளை அளக்கும் வகையிலும் இக்கடிகாரங்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

காலத்தை அளக்கும் கருவிகளின் மற்றுமொரு பண்பு – துல்லியத்தன்மை

சில கடிகாரங்கள் காலத்தை சரியாகக் காட்டும். ஆனால் சில அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ காட்டும் என்பது நாம் அறிந்ததே. சில கடிகாரங்கள் ஒரு நாளைக்கு 5 நிமிடங்கள் மாறுபாடு (அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ) காட்டலாம். சில கடிகாரங்கள் ஒரு மாதத்திற்கு 5 நிமிடங்கள் மாறுபாடு(அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ) காட்டலாம்.

மீச்சிற்றளவையும், துல்லியத் தன்மையையும் குழப்பிக் கொள்ள வேண்டாம். இரண்டு கடிகாரங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இரண்டு கடிகாரங்களும் சமமான மீச்சிற்றளவையைக் கொண்டுள்ளன. (மீச்சிற்றளவு – 1 வினாடி). ஒரு கடிகாரம் ஒரு நாளைக்கு 5 நிமிடங்கள் என்ற வீதத்திலும், ஒரு கடிகாரம் ஒரு மாதத்திற்கு5 நிமிடங்கள் என்ற வீதத்திலும் பிந்திச் செல்கின்றன எனில் 2-வது கடிகாரமே துல்லியத்தன்மை உடையது எனக் கொள்கிறோம். ஏனெனில் இரண்டாவது கடிகாரம் காட்டும் நேரமே சரியான நேரத்திற்கு மிக அருகில் உள்ளது.

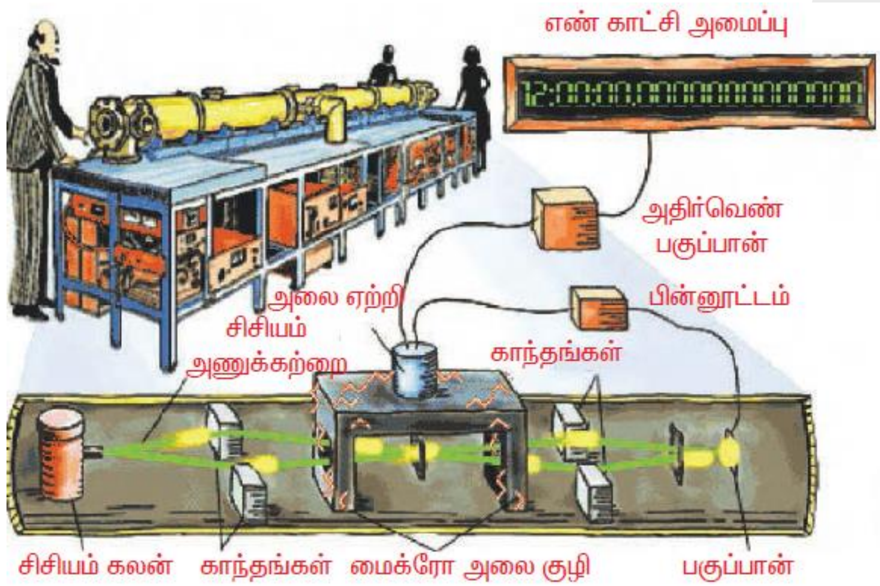
இரண்டு கடிகாரங்களில் முதலில் கூறப்பட்ட கடிகாரத்தை விட இரண்டாவதாகக் குறிப்பிடப்பட்ட கடிகாரமே துல்லியத் தன்மை உடையது.

அணுக் கடிகாரம்

சீசியம் அணுவில் ஏற்படும் சீரான அதிர்வுகளின் அடிப்படையில் இக்கடிகாரங்கள் செயல்படுகின்றன. மிக அதுகத் துல்லியத்தன்மை கொண்ட கடிகாரங்களாகத் தற்போது அணுக் கடிகாரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 10^9 நாள்களுக்கு (தோராயமாக 2739726 வருடங்கள்) 1 வினாடி என்ற அளவில் முந்தியோ (அ) பிந்தியோ காலம் காட்டுபவை மிகச் சிறந்தவையாகக் கருதப்பட்டன. ஒரு முறை வடிவமைக்கப்பட்ட பின் பல தலைமுறைகளுக்கு நாம் அக்கடிகாரத்தில் மாற்றம் ஏதும் செய்ய

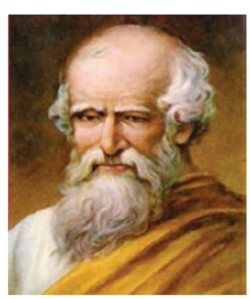
வேண்டியதில்லை. பன்னாட்டு காலம் காட்டும் கருவிகளில் அணுக்கடிகாரமே முதன்மைக் கடிகாரமாக உள்ளது.

ஒரு வினாடி மீச்சிற்றளவு உடைய கடிகாரம் போன்றோ (அ) ஒரு மில்லி வினாடி மீச்சிற்றளவு கொண்ட அறிவியல் காரணங்களுக்காக வடிவமைக்கப்பட்ட கடிகாரம் போன்றோ அணுக்கடிகாரங்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.



இந்தியாவின் திட்ட நேரமானது, புதுடில்லியில் உள்ள தேசிய இயற்பியல் ஆய்வகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள அணுக் கடிகாரம் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

49] திரவங்கள்



ஆர்க்கிமிடிஸ் (கி.மு. 287 – கி.மு. 212) என்பவர் கிரேக்க தத்துவவியலாளர். இவர் கணிதவியலாளராகவும், இயற்பியலாளராகவும், பொறியாளராகவும், கண்டுபிடிப்பாளராகவும், வானவியலாளராகவும் திகழ்ந்தார். நிலையியல் (நிலையான பொருள்களைப் பற்றிய இயற்பியல்) மற்றும் நீர்ம நிலையியலில் (ஓய்வு நிலையிலுள்ள திரவங்களைப் பற்றிய அறிவியல்) இவர் கண்டுபிடித்த

முக்கியத் தத்துவங்கள் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவரின் தந்தை ஒரு வானவியலாளர், சைராக்ஸ் நாட்டு மன்னன் ஹெய்ரா இவரது நண்பரும், உறவினரும் ஆவார். தன்னுடைய பயிற்சி, கல்வியை அக்காலத்தில் கற்பதற்கு மையமாகத் திகழ்ந்த எகிப்தில் உள்ள அலெக்ஸாண்டிரியாவில் இவர் பெற்றார்.

ஆர்க்கிமிடிஸ் எகிப்து நாட்டில் உள்ள வயல்களுக்குப் பாசனத்திற்கான கீழ்மட்டத்திலிருந்து மேல் மட்டத்திற்கு நீரை இறைப்பதற்கான நீர்த்திருகினைக் கண்டுபிடித்தார். நெம்புகோலின் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்தவரும் இவரே. நெம்புகோலைக் கண்டுபிடித்தபின் மன்னரைப் பார்த்து "மன்னா எனக்கு ஒரு நீண்ட தண்டினை நிறுத்த ஒரு இடத்தைத் தாருங்கள். நான் இவ்வுலகத்தையே நகர்த்துகிறேன்" எனக் கூறினார். இவர் பல எந்திரவியல் கருவிகளையும் கண்டுபிடித்தார்.

நீர்ம நிலையியலின் ஒரு முக்கியமான தத்துவமாகிய ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம் இவருடைய மிகப் பெரிய கண்டுபிடிப்பாகும்.

கிரேக்க நாட்டு மன்னன் அந்நாட்டு பொற்கொல்லனிடம் தங்கத்தை அளித்து கடவுளுக்கு அணிவிப்பதற்காக தங்கக்கிரீடம் செய்யும்படி கட்டளையிட்டான். கிரீடத்தைச் சோதித்த மன்னனுக்குக் கிரீடத்தில் பொற்கொல்லன் மதிப்பு குறைந்த வெள்ளி கலந்திருப்பான் என்ற சந்தேகம் எழுந்தது. கிரீடத்தைச் சிதைக்காமல் சோதிக்கும்படி ஆர்க்கிமிடிஸிடம் கூறினார்.

மன்னரது ஐயத்தைத் தீர்க்கும் வழி குறித்துத் தீவிரமாகச் சிந்தித்தார். ஒருநாள் ஆர்க்கிமிடிஸ் தனது குளியலறைத் தொட்டியில் குளிக்கச் சென்றபோது, நீர் நிறைந்த தொட்டிக்குள் மூழ்கியவுடன் நீர் வெளியேறுவதைக் கண்டு , உடை அணிவதையும் மறந்து யுரேகா! யுரேகா! (கண்டுபிடித்துவிட்டேன்! கண்டிபிடித்துவிட்டேன்!)எனச் சப்தமிட்டுக் கொண்டே அரண்மனைக்கு ஓடினார்.

அரசுக் கருவூலத்திலிருந்து கிரீடத்தினைச் செய்வதற்குக் கொடுக்கப்பட்ட தக்கத்தின் அளவிற்குச் சமமான அளவு தங்கம் பெற்றுக் கொண்டார். நீர்த்தொட்டி ஒன்றின் விளிம்பு வரை நீர் நிரப்பச் செய்தார். பிறகு கிரீடத்தையும், தங்கத்தையும், தனித்தனியாக அதில் மூழ்கச்செய்தார். கிரீடம் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் அளவு, தரப்பட்ட தூயத்தங்கம் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் அளவைவிட குறைவாக இருந்ததால், கிரீடம் தூயத்தங்கத்தால் செய்யப்பட்டது அல்ல என்பது நிரூபணமாகிவிடும், இவ்வாறு ஆர்க்கிமிடிசின் பயனுள்ள அற்புதக் கண்டுபிடிப்பும் அதைக் கண்டறிந்த கதையும் தொன்றுதொட்டு வழங்கி வருகிறது?

திரவத்தில் அழுத்தம்

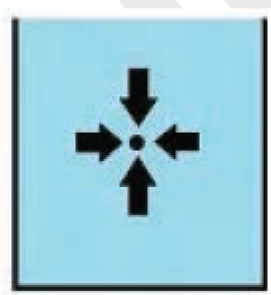
அழுத்தமும் ஆழமும்

ஆழம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க, திரவத்தின் உள்ளே எந்த ஒரு புள்ளியிலும் அழுத்தம் அதிகரிக்கும். திரவத்தின் மேற்பரப்பில் இருந்து அமைந்துள்ள செங்குத்துத் தொலைவைப் பொறுத்தே அழுத்தம் மாறுபடும். அறிவியலின்படி அழுத்தம் ஆழத்திற்கு நேர்த்தகவில் அமையும். இதையே கணிதவியலின்படி,

$P \propto d$

இதில் P என்பது அழுத்தம், d என்பது ஆழம் எனக் குறிக்கலாம்.

திரவத்தின் உள்ளே எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள அழுத்தத்தின் திசை



திரவத்தின் உள்ளே எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள அழுத்தமானது, அனைத்துத் திசைகளிலும் செயல்படும் என்பது சோதனைகளின் மூலம் புலனாகிறது. கொள்கலனின் வடிவம், அளவு, பரப்பளவைப் பொறுத்து அழுத்தம் மாறுபடாது.

திரவத்தின் அழுத்தமும் அடர்த்தியும்

இரு வேறுபட்ட திரவங்களில் சம ஆழத்தில் அமைந்துள்ள எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள அழுத்தம் அத்திரவங்களின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடும். அறிவியலின்படி, அழுத்தமானது திரவத்தின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடும். இதையே,

$$P \propto \rho$$

இதில் P என்பது அழுத்தம் ρ என்பது திரவத்தின் அடர்த்தி.

அழுத்தமும் புவியீர்ப்பு முடுக்கமும்

ஒரு திரவத்தில் சம ஆழத்தில் அமைந்த புள்ளியில், அழுத்தமானது புவியீர்ப்பு முடுக்கத்திற்கு நேர்த்தகவில் அமையும் இதையே

$$P \propto g$$

எனக் குறிக்கலாம்.

ஒரு முகவையில் உள்ள திரவத்தின் அழுத்தம் 10 N/m^2 எனில் நிலவின் மேற்பரப்பில் அழுத்தம், 1/6 பங்காக (2 N/m^2) இருக்கும். ஏனெனில் நிலவின் புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தில் 1/6 பங்காக இருக்கும்.

திரவத்தில் ஒரு புள்ளியில் உள்ள அழுத்தம்

மேற்சொன்ன மூன்றின்படி, திரவத்தின் அழுத்தத்திற்கான சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$P = d\,\rho g$

ஒப்படர்த்தி

ஒரு பொருளின் அடர்த்தி என்பது ஓரலகு பருமனுக்கான நிறை என்பதை முன்னரே படித்தோம்.

அடர்த்தி = நிறை / பருமன்

பொருளின் ஒப்படர்த்தி என்பது பொருளின் அடர்த்திக்கும் நீரின் அடர்த்திக்கும் உள்ள தகவு ஆகும்.

ஒப்படர்த்தி = பொருளின் அடர்த்தி/ நீரின் அடர்த்தி

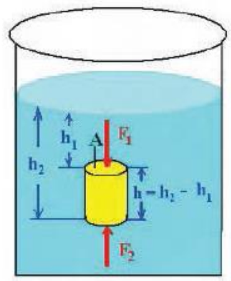
மிதப்புவிசை அல்லது மேல்நோக்கு விசை

திரவத்தினுள் மூழ்கியிருக்கும் பொருளின் மீது செயல்படும் மிதப்பு விசை

குளம் அல்லது நீச்சல் குளத்தில் நிற்கும் ஒருவர் நீரின் உள்ளே இருக்கும்போது வெளியே இருப்பதை விட இலேசாக உணர்வார். நீரின் உள்ளே நுனிக்காலில் நிற்பது எளிது ஆனால் வெளியே அவ்வாறு நிற்பது மிகவும் கடினம். பொருளின் எடையை எதிர்க்கும் இவ்விசையே மிதப்பு விசை அல்லது மேல்நோக்குவிசை எனலாம். ஒரு பொருள் பாய்மத்தின் (திரவம் அல்லது வாயு) உள்ளே மூழ்கியிருக்கும்போது இவ்விசை செயல்படும்.

ρ அடர்த்தி உள்ள திரவத்தில் உருளை வடிவ பொருள் ஒன்று மூழ்கியிருப்பதாகக் கருதுவோம் (படத்தில் காட்டியுள்ளபடி). உருளையின் மேற்பரப்பில் F_1 என்ற விசை செங்குத்தாக செயல்படுகிறது அதே சமயத்தில் உருளையின் கீழ்ப்பரப்பில் F_2 என்னும் விசை படத்தில் காட்டியுள்ளப்டி செயல்படுகிறது. F_1

மற்றும் F_2 விசைகள் எதிரெதிர் திசையில் செயல்படுகின்றது. எனவே, பாய்மரத்தினால் உருளையின் மீது செயல்படும் மொத்த விசை $(F_1 - F_2)$ ஆகும். எப்போதும் விசை F_2 ஆனது F_1 ஐக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும் என்பதை நினைவில் கொள்க. இக்கருத்தை சில நிமிடங்களுக்கு மனதில் நிறுத்தி, ஏன்? எனச் சிந்திக்கவும்.



படம் 7.1

உருளையின் மேற்பரப்பில் செயல்படும் விசை F_1 என்பது உருளையின் மேற்பரப்பில் செயல்படும் அழுத்தம் P_1, பரப்பளவு A ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகைக்குச் சமம். அழுத்தம் ஆழத்திற்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும் என்பதை நினைவில் கொள்க.

h_2 ஆனது h_1 ஐவிட அதிக ஆழத்தில் இருப்பதால் அழுத்தம் P_2 ஆனது அழுத்தம் P_1 ஐவிட அதிகம். எனவே விசை F_2 விசை F_1 ஐவிட அதிகம், அத்துடன் உருளையின்மீது செயல்படும் மொத்த விசை இவ்விரண்டு விசைகளின் வேறுபாட்டிற்குச் சமம்$(F_2 - F_1)$

$F_2 - F_1 = h_2 \epsilon \rho g A - h_1\ \rho_{gA}$

$= A\rho g\ (h_2 - h_1)$, இதில் h என்பது உருளையின் உயரம்

$= V\rho g$

ஏனெனில் உருளையின் பருமன் என்பது உருளையின் அடிப்பக்கத்தின் பரப்பளவு, உயரம் ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமம்.

$= Mg$

ஏனெனில் இடம்பெயர்ந்த திரவத்தின் நிறையானது உருளையின் கனஅளவு மற்றும் திரவத்தின் அடர்த்தி ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகைக்குச் சமம்.

= உருளையினால் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடை

மேலும் தெரிந்து கொள்ள

புவியில் நம் உண்மையான எடையை அளவிட முடியுமா? புவியின் வளிமண்டலத்தை ஒரு பெரிய வாயு சமுத்திரமாகக் கருதுவோம். நம் உடல்கள் இக்காற்று சமுத்திரத்தில் மூழ்கி உள்ளது எனவே எதிர்திசையில் செயல்படும் மிதப்பு விசையை உணர்கிறோம். இம்மிதப்பு விசை நம் உடலால இடம் பெயர்ந்த காற்றின் எடைக்குச் சமம். எனவே நம் உண்மையான எடையை அளவிட முடியுமா?

சம அளவு பருமன்கள் சம மிதப்பு விசைகளை உணரும்

தக்கை, அலுமினியம், காரீயத்தால் ஆன சம அளவுள்ள கோளங்களைக் கருதுக. அவற்றின் ஒப்படர்த்திகள் முறையே 0.2, 2.7, 11.3 ஒவ்வொன்றின் பருமனளவும் 10கன சென்டிமீட்டர் எனில் அவற்றின் நிறைகள் முறையே 2g, 27g, 113g ஆகும். இவற்றை முழுவதுமாக நீரில் முழ்கச் செய்தால் ஒவ்வொன்றும் 10cc நீரை இடம்பெயரச் செய்து 10gf எடையை இழக்கிறது.

அலுமியக் கோளத்தின் எடை 17gf (27gf – 10gf), காரீயக் கோளத்தின் எடை 103gf (113gf – 10gf). காற்றில் தக்கையின் எடை 2gf மட்டுமே. எனவே 10 gf க்குச் சமமான மேல்நோக்கு விசை செயல்பாட்டால் தக்கையின் எடௌ -8 gf (2gf – 10gf) 8 gf க்குச் சமமான தொகுப்பு விசை மேல்நோக்கிய திசையில் தக்கை, கோளத்தினை பரப்பை நோக்கி முடுக்குவிக்கிறது (ஒரு பொருளின் மீது செயல்படும் ஈர்ப்பியல் விசையே எடை எனப்படும். 8g நிறைக்குச் சமமான எடையை 8கிராம் விசை என்று குறிப்பிடுகிறோம். அதன் குறியீடு 8gf)

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம்

தத்துவத்தின் வரையறை

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின்படி, ஒரு பொருள் பாய்மத்தில் (திரவம் அல்லது வாயு) மூழ்கியிருக்கும் போது, அது இழப்பதாகத் தோன்றும் எடை, வெளியேற்றப்படும் பாய்மத்தின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும். இத்தோற்ற எடை இழப்புக்குக் காரணம் நாம் அறிந்த மிதப்பு விசையே ஆகும்.

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தைச் சரிபார்க்கும் சோதனை

சுருள்வில் தராசு ஒன்றின் கொக்கியிலிருந்து சிறிய கல் ஒன்றினைக் கட்டித் தொங்கவிடுக. காற்றில் கல்லின் எடையை W_1 எனக் குறித்துக்கொள்ளவும்.

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, முழுவதும் நீர் நிரம்பியுள்ள ஜாடி ஒன்றில் கல்லை மெதுவாக நீருக்குள் மூழ்குமாறு செய்யவும், கல்லின் எடை W_2 எனக் குறித்து கொள்ளவும்.

முகவையின் எடையை W_3 எனக் குறித்துக் கொள்ளவும்.

இப்போது, கல் நீருக்குள் மூழ்குவதால் வழியும் நீரை முகவையில் சேர்த்து அதன் எடையை நீருடன் சேர்த்து முகவையின் எடை W_4 என்க.

வெளியேற்றப்படும் நீரின் எடை (W_4 - W_3) ஐ கண்டுபிடிக்கவும்.

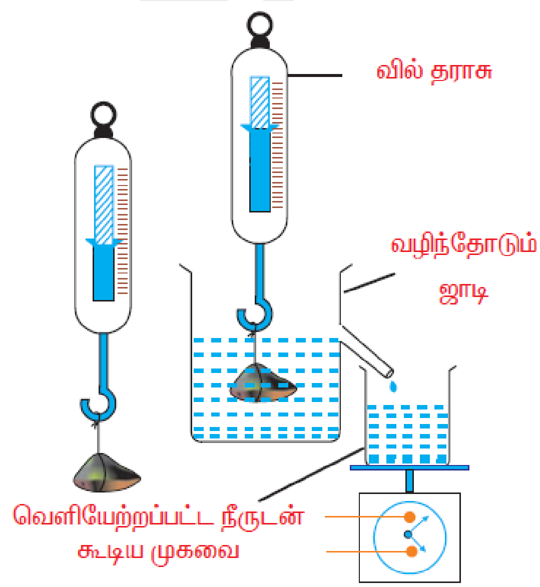
நீருக்குள் மூழ்கும் கல் இழக்கும் எடை = (W_1 – W_2)

இதிலிருந்து (W_1-W_2) = (W_4- W_3) என இருப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம் சரிபர்க்கப்பட்டது.

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம் – சில பயன்பாடுகள்

நீரின் அடர்த்தியைக் கொண்டு

- ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய திடப்பொருளின் பருமனைக் காணப் பயன்படுகிறது.
- ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய திடப்பொருளின் அடர்த்தியைக் காண பயன்படுகிறது.
- திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் காணப் பயன்படுகிறது.
- திரவங்களின் அடர்த்தியைக் காணப் பயன்படுகிறது.



படம் 7.3

ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய திடப்பொருளின் பருமன் காணல்

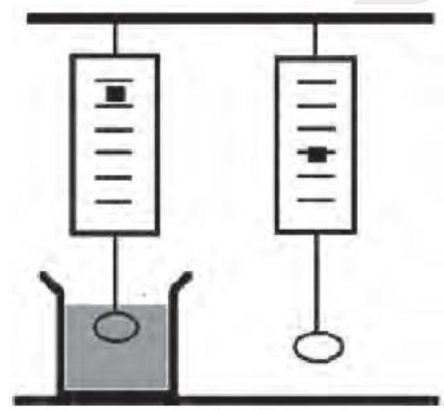
ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய திடப்பொருளின் (எ.கா: கல்) பருமன் காண, கல்லினைச் சுருள்வில் தராசில் மேற்கண்ட சோதனையில் கட்டித் தொங்கவிட்டது போல் கட்டித்தொங்கவிட்டு காற்றில் அதன் எடையை (W_1) க் காண்க. இப்போது கல்லினை நீரில் மூழ்கவைத்து அதன் எடையை (W_2) மீண்டும்

காண்க. ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின்படி, கல் இழந்த எடை (W_1 கிராம் – W_2 கிராம்) இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும். 1cc நீரின் எடை 1 கிராம் எனில், இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் பருமன் (W_1 – W_2) cc யை கணக்கிடலாம். இதுவே கல்லின் பருமன் ஆகும். பொருள் நீரில் மூழ்கியுள்ளபோது இழந்த எடை W கிராம் எனில், அதனுடைய பருமன் W cc ஆகும். ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின்படி,

இழந்த எடை = வெளியேற்றப்பட்ட நீரின் எடை

காற்றில் பொருளின் எடை- நீரில் பொருளின் எடை = நீரின் அடர்த்தி x திடப்பொருளின் பருமன்.

திடப்பொருளின் பருமன் $= \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை} - \text{நீரில் பொருளின் எடை}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$



படம் 7.4

திடப்பொருளின் அடர்த்தி (நிறை/ பருமன்) ஓரலகுப் பருமனின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும் (ஈர்ப்பியல் அலகின்படி).

எ.கா: 1000 cc அளவுள்ள நீரின் எடையானது 1000 gf க்குச் சமம்.

1000 cc அளவுள்ள நீரின் நிறையானது 1000 g க்குச் சமம்.

ஆதலால், எண்ணிக்கையில் 1000 cc அளவுள்ள நீரின் எடை = 1000 cc அளவுள்ள நீரின் நிறை.

குறிப்பு: இச்சோதனையில் ஒழுங்கற்ற பொருளின் பருமனைக்காண, அளவிடும் ஜாடி தேவையில்லை. சுருள்வில் தராசினைக் கொண்டு பருமன் காணவேண்டிய கல்லினை நன்னீருள்ள பாத்திரத்திலோ, குளத்திலோ அல்லது வேறு ஏதேனும் நீர் நிலைகளிலோ மூழ்கச் செய்து பருமன் காணலாம். (உப்பு நீரில் அல்ல).

ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய திடப்பொருளின் அடர்த்திகாணல்

மேற்காண் சோதனையின்படி காற்றில் கல்லின் எடையைக் (W_1) கொண்டு அதன் பருமனை முதலில் கண்டறிக. பின் நீரில் மூழ்கச் செய்து அதன் எடையைக் (W_2) காண்க. மேற்காண் செயல்முறையைக் கொண்டு திடப்பொருளின் அடர்த்தியைப் பின்வருமாறு கண்டுபிடிக்கலாம்.

திடப்பொருளின் அடர்த்தி = $\frac{W_1}{W_1-W_2}$ X நீரின் அடர்த்தி

திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் காணல்

முதலில் காற்றில் திடப்பொருளின் எடையைக் (W_1) காண்க.

பின் நீரில் அதே திடப்பொருளின் எடையைக் (W_2) காண்க. பின் கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் அதே திடப்பொருளின் எடையைக் (W_3) காண்க. திரவத்தில் ஒப்படர்த்தியை அறிய, பொருள் நீரில் இழந்த எடை ($W_2 - W_1$), பொருள் திரவத்தில் இழந்த எடை ($W_3 - W_1$) ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின்படி,

பொருள் நீரில் இழந்த எடை = இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் எடை

= நீரின் நிறை x புவியீர்ப்பு முடுக்கம்

= திடப்பொருளின் பருமன் x நீரின் அடர்த்தி x புவியீர்ப்பு முடுக்கம்

எனவே $W_1 - W_2$ = V x நீரின் அடர்த்தி x g (1)

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின்படி,

பொருள் திரவத்தில் இழந்த எடை = இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திடவத்தின் எடை

$W_1 - W_3$ = இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவத்தின் எடை

= திரவத்தின் நிறை x புவியீர்ப்பு முடுக்கம்

= பொருளின் பருமன் x திரவத்தின் அடர்த்தி x புவியீர்ப்பு முடுக்கம்

எனவே, $W_1 - W_2$ = V x நீரின் அடர்த்தி x g (2)

சமன்பாடு (2) யை (1) ஆல் வகுக்க

திரவத்தின் ஒப்படர்த்தி $= \frac{W_1-W_3}{W_1-W_2}$

திரவத்தின் அடர்த்தியைக் காணல்

இதற்கு முந்தைய பிரிவில் திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் காண்பதைப் பற்றி படித்தோம். திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியை நீரின் அடர்த்தியுடன் பெருக்கினால் கிடைப்பது திரவத்தின் அடர்த்தி ஆகும்.

$$\text{ஒப்படர்த்தி} = \frac{\text{பொருளின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

பொருளின் அடர்த்தி = ஒப்படர்த்தி x நீரின் அடர்த்தி

மிதத்தலும் மிதப்பு விசையும்

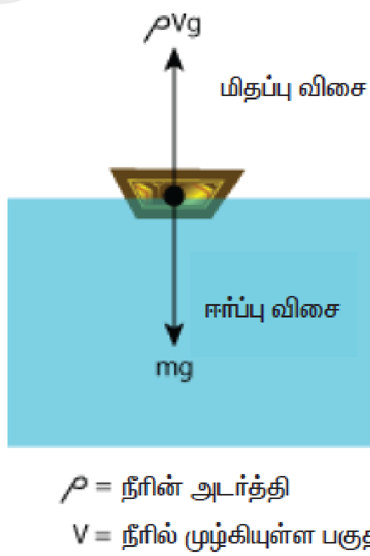
திடப்பொருள்கள் நீர்மத்தில் மூழ்க வைக்கும்போது சில பொருள்கள் மூழ்குகின்றன அல்லது சில மிதக்கின்றன. இந்த நிகழ்வினை ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தினைக் கொண்டு விளக்கலாம்.

எந்தவொரு திடப்பொருளிம் திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்போது இழப்பதாகத் தோன்றும் எடையானது, அப்பொருளின் மீது மிதப்புவிசை செயல்படுவதால் ஏற்படுவதாகும்.

இந்த மிதப்பு விசையானது திரவத்தில் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி செயல்படும் விசையாகும். இவ்விசையானது, இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும். (*பகுதி* 7.3*ல் மிதப்பு விசை* = $V\rho g$

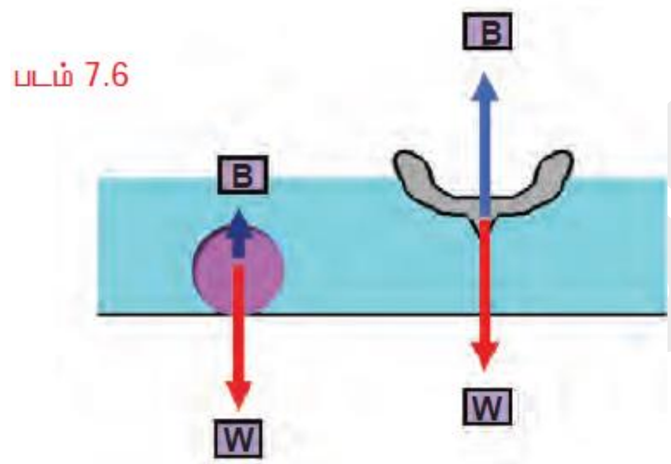
பருமன் x *அடர்த்தி* x *புவியீர்ப்பு முடுக்கம் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது*).

படம் 7.5



திடப்பொருளின் மீது செயல்படும் இரண்டாவது விசை அதனுடைய எடை ஆகும். (*செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி, செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை*). *ஆதலால் மூழ்கும் பொருளானது, இரண்டு எதிரெதிரான*

விசைகளுக்கு உட்படுகிறது. இவ்விரண்டு விசைகளின் ஒன்று, மற்றொன்றை விட அதிகமானால் தொகுபயன் விசையின் திசையில் பொருள் நகரும். அதாவது மிதப்பு விசை அதிகமானால் பொருள் மேல்நோக்கியும், எடை அதிகமானால் பொருள் கீழ்நோக்கியும் நகரும். இவ்விரு விசைகளும் சமமாக இருக்கும் பொழுது பொருள் சமநிலையை அடையும்.



படத்தில் காட்டியுள்ள படகு வடிவப் பொருளானது நீரில் மூழ்காது. ஏனெனில் அது எடைக்குச் சமமான நீரை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. இதனைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்.

$V\rho g = mg$

$V\rho = m$

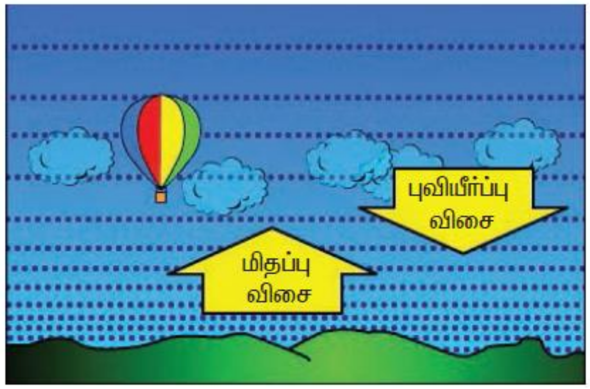
பொருளின் நிறையும், அது இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் திரவத்தின் நிறையும் சமமாகும் போது பொருளானது மிதக்கும்.

இரும்புக்குண்டு நீரில் மூழ்கிவிடுகிறது. ஆனால் அதைவிட பல மடங்கு டன் எடையுள்ள கப்பல் நீரில் மிதக்கிறது.

இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவத்தின் எடையானது, கப்பலின் எடைக்குச் சமமாகும்படி இரும்பின் வடிவமானது மாற்றியமைக்கப்படும் போது இந்நிகழ்வு சாத்தியமாகிறது.

பந்து: இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் எடை பந்தின் எடையைவிடக் குறைவு.

படகு வடிவ பொருள் : எடைக்குச் சமமான நீரை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.



காற்றின் அடர்த்தியானது ஹைட்ரஜன் வாயுவின் அடர்த்தியைக் காட்டிலும் 14 மடங்கு அதிகமானது. ஹைட்ரஜன் நிரப்பப்பட்ட பலூனின் எடையானது, அதனால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட காற்றின் எடையை விடக் குறைவு. இந்த இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள எடை மாறுபாடே பலூனை உயர்த்துவதற்குக் காரணமாக அமைகிறது. அதனால் ஹைட்ரஜன் நிரப்பப்பட்ட பலூன் காற்றில் உயரப் பறக்கிறது.

திரவமானி

பொதுத்திரவமானியானது ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தின் படி செயல்படுகிறது. இது திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் (அடர்த்தி எண்) காணப் பயன்படுகிறது.

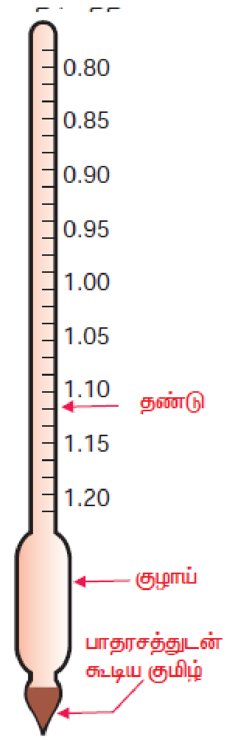
திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் காண திரவமானியைத் திரவத்தில் மிதக்கச் செய்ய வேண்டும். திரவமானியின் திரவமட்ட அளவைத் தண்டுப்பகுதியில் உள்ள அளவீடுகளின் மூலம் காணலாம். இவ்வளவானது திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் குறிக்கும். திரவமானியில் கண்ணாடியால் செய்யப்பட்ட குறுகலான, சீரான தண்டு உள்ளது. தண்டின் மேல்முனை அடைக்கப்பட்டும், அதன் கீழ்ப்பகுதி ஒரு கண்ணாடி குமிழினுள் பாதரசம் அல்லது சிறிய ஈயக் குண்டுகள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இதன் எடை காரணமாகத் திரவமானியானது திரவங்களில் செங்குத்தாக மிதக்கும்.

பொதுவாக, நீரின் அடர்த்தியை விட அதிகமான அடர்த்தி கொண்ட திரவங்களுக்கு ஒன்றும், நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவான அடர்த்தி கொண்ட திரவங்களுக்கு ஒன்றும் என இருவகையான திரவமானிகள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

திரவமானியானது ஒரு குறிப்பிட்ட எடையினை உடையது. திரவமானியானது, அதன் எடையும் அதனால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவத்தின் எடையும் சமமானால் திரவத்தில் மிதக்கும். அடர்த்திக் குறைந்த திரவத்தில், திரவமானியானது அதன் எடைக்குச் சமமான திரவத்தினை இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் பொருட்டு அதிக ஆழம் வரை மூழ்கும்.

அடர்த்தி மிகுந்த திரவத்தில், திரவமானியானது அதன் எடைக்குச் சமமான திரவத்தினை இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் பொருட்டு குறைந்த ஆழம் வரை மூழ்கும்.

பாலின் தூய்மைத் தன்மையைச் சோதனையிடப் பயன்படும் திரவமானி பால்மானி (Lactometer) *என அழைக்கப்படுகிறது. அதேபோல், மகிழுந்து மின்கலனில் உள்ள அமிலத்தின் அடர்த்தியைச் சோதனையிடத் தனிவகைத் திரவமானிகள் பயன்படுகிறது.*



படம் 7.7 பொதுத் திரவமானி

50] உணவு ஆதாரங்களை மேம்படுத்துதல்

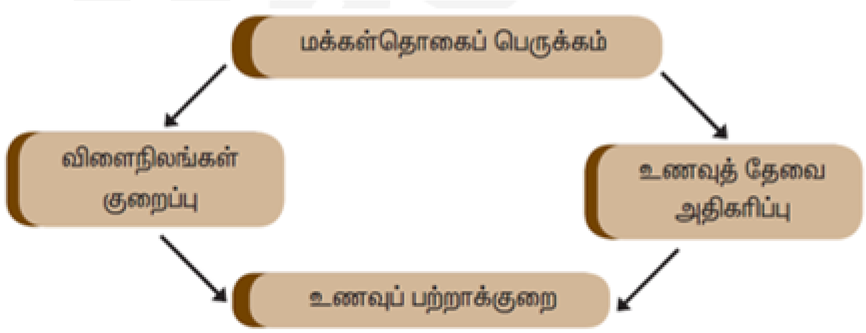
உணவின் மூலம் நமக்கு ஆற்றல் கிடைக்கிறது. இவ்வாற்றல் நோய்களிலிருந்து நம்மைப் பாதுகாக்கிறது. உணவு பொதுவாகத் தாவரங்களிலிருந்தும் விலங்குகளிலிருந்தும் பெறப்படுகிறது. எனவே, இத்தகைய வளங்கள் நமக்கு எப்போதும் உணவு தருவதை உறுதி செய்ய, அவற்றை நாம் பாதுகாத்தல் இன்றியமையாதது. மக்கள்தொகை அதிகஅளவில் பெருக்கமடைந்து வரும் இத்தருணத்தில் உணவு உற்பத்திப் பெருக்கத்தை எப்படி அதிகரிப்பதென்பதை நாம் கண்டிப்பாகத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

நமக்குப் போதுமான உணவு கிடைப்பதற்கு நாம் என்ன செய்ய வேண்டும்? மூன்று வழிமுறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் எதை நீங்கள் தேர்ந்தெடுப்பீர்கள்?

குறைந்த அளவு உணவைச் சாப்பிடுவது	அதிக அளவு உணவை உற்பத்தி செய்வது	உணவை சேமித்துப் பாதுகாப்பது

நமக்கு நிலமும் நீரும் குறைந்த அளவிலேயே உள்ளது. இதை நினைவில் கொண்டு விஞ்ஞானிகளும், விவசாயிகளும், வெவ்வேறு வழிகளில் அதிக அளவில் உணவை உற்பத்தி செய்யும் வழிமுறைகளைக் கண்டறிந்துள்ளனர்.

புவியில் மக்கள் தொகைத் தொடர்ந்து பெருகி வருகிறது. ஐக்கியநாடுகள் சபையின் மக்கள்தொகைக் கணக்கெடுப்புப்படி 1999இல் உலக மக்கள்தொகை 600கோடியாக இருந்தது. 2012இல் மக்கள்தொகை 700கோடியாகப் பெருகியுள்ளது. இது மனிதகுலத்திற்கு உணவு கிடைப்பதைப் பாதிக்கிறது. விளைநிலங்களின் பரப்பு குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஆனால் உணவுத் தேவையோ அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. பயில் உற்பத்தியையும் விலங்குகள் மூலம் கிடைக்கும் உணவு உற்பத்தியையும் அதிகரிப்பதன் மூலமே அதிகரித்துவரும் உணவுத் தேவையை நிறைவு செய்ய இயலும்.



இவையே உணவுப்பற்றாக்குறை நேர்வதற்கான காரணங்கள் ஆகும்.

உணவுப் பற்றாக்குறையைக் கீழ்க்காணும் வழிமுறைகள் மூலம் தீர்க்கலாம்.

1. பயிர் உற்பத்தியை அதிகரித்தல்

2. விளைநிலங்களை மற்ற பயன்பாட்டிலிருந்து தவிர்த்து, தக்கவைத்துக் கொள்ளுதல்

3. நீரை உகந்தமுறையில் விவசாயத்திற்குப் பயன்படுத்துதல்.

4. உணவுப்பொருள்களின் பாதுகாப்பு மற்றும் விநியோக முறையை மேம்படுத்துதல்.

1.1 பயிர் உற்பத்தி மேம்பாடு

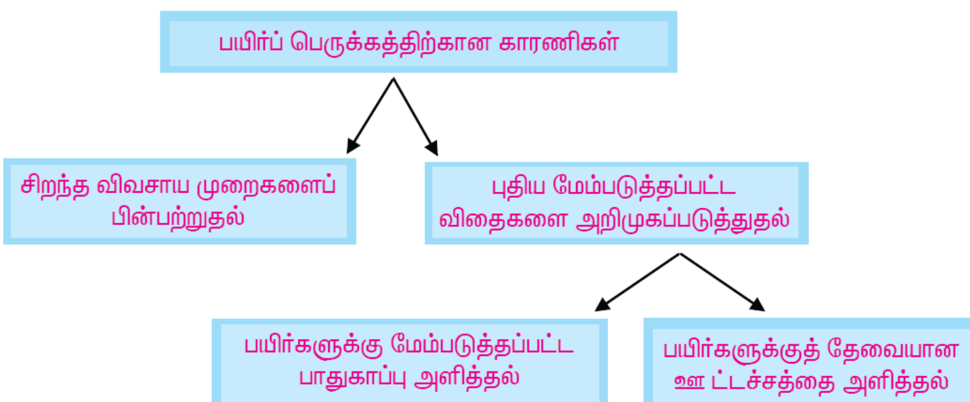
உலக மக்கள் அதிகமாக விவசாயத்தை நம்பி இருக்கின்றனர். உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்கும் நவீன வழிமுறைகள் பற்றி நாம் சிந்திக்க வேண்டிய தருணம் இது. எனவே, விஞ்ஞானிகள் இதற்கான வழிமுறைகளைக் கண்டுபிடிப்பதில் தீவிரமாக ஈடுபட்டுள்ளனர்.

உணவிற்காகப் பயிரிடும் தாவரங்களைப் பயிர்கள் என்கிறோம். பயிர்களில் பலவகைகள் உள்ளன. சில எடுத்துக்காட்டுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தானியப் பயிர்கள் – அரிசி, கோதுமை, சோளம், கம்பு

பருப்பு வகைப் பயிர்கள் – பட்டாணி, பாசிப்பயறு, உளுந்து

விலங்குகளின் உணவுப் பயிர் – சோளத்தட்டு, வைக்கோல், யானைப்புல்



புதியவகை மற்றும் மேம்படுத்தப்பட்ட தாவர வகைகளை அறிமுகப்படுத்துதல்

நோய் எதிர்ப்புத்திறன், வேதி உரங்களை ஏற்றுக் கொள்ளும் திறன், உற்பத்தித்தரம் அதிக மகசூல் போன்ற பயனுள்ள பண்புகளைக் கொண்ட, மேம்படுத்தப்பட்ட பயிர்வகைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வளர்ப்பு முறை மூலம் உருவாக்கலாம்.

பயிர்ப்பெருக்கத்திற்கான காரணிகள்

• அதிக மகசூல்	ஒரு ஏக்கருக்கு உண்டான பயிர் மகசூலை அதிகரித்தல்

• மேம்படுத்தப்பட்ட தரம்	விளைபொருள்களின் தரம் பயிருக்குப் பயிர் வேறுபடும். கோதுமையின் வேகும் தன்மை, பருப்பு வகைகளில் புரதத்தின் தரம், எண்ணெய் வித்துக்களில் எண்ணெயின் தரம் போன்றவை.
உயிர் மற்றும் உயிரற்ற காரணிகள் எதிப்புத்தன்மை	பயிர்உற்பத்தி, உயிர்க்காரணிகளாலும் (நோய், பூச்சிகள், தீங்குயிரிகள் போன்றவை) உயிரற்ற காரணிகளாலும் (வெப்பம், குளிர், உவர்தன்மை, வறட்சி) குறைகிறது. இக்காரணிகளை எதிர்க்கும் தன்மை வாய்ந்த புதியரகத் தாவரங்கள் பயிர் உற்பத்தியைப் பெருக்கும்.
முதிர்வு முறையில் மாற்றம்	குறுகிய காலத்தில் முதிர்ச்சி அடைதலும், சீரான முதிர்ச்சி அடைதலும் அறுவடை செய்யும் முறையை எளிதாக்குகிறது. மேலும், அறுவடை செய்யும்போது ஏற்படும் இழப்பையும் குறைக்கிறது.
அதிக தகவமைப்புத் தன்மை	ஒரே பயிர் வகை பல்வேறு தட்பவெப்ப நிலையில், பல்வேறு பகுதிகளில் வளர்க்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். சூழ்நிலைத் தகவலமைப்புக் கொண்ட புதிய வகைகள் உருவாக்குவது பயிர் உற்பத்தியில் ஒரு நிலைப்புத்தன்மையை ஏற்படுத்த உதவும்.
விரும்பத்தகு வேளாண் பண்புகள்	கால்நடைத் தீவனப் பயிர்களில் அதிகக் கிளைகள் உடையதாகவும், உயரமானதாகவும் இருத்தல் விரும்பத்தகுந்த பண்புகள் ஆகும். குட்டைத்தன்மை என்பது தானியவகைப் பயிர்களின் பண்பாகும். விரும்பத்தகு பண்புகளை உடைய வகைகளை உருவாக்குவது அதிக விளைச்சலைத் தரும்

சிறந்த பயிர் வகைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல், பயிர் உற்பத்திப் பெருக்கத்திற்காகத் திட்டமிடல், பயிர்களின் பாதுகாப்பை உறுதிசெய்தல் போன்ற நடவடிக்கைகள் பயிர் உற்பத்தி மேம்பாட்டிற்கு வழிவகுக்கும்.

பயிர்கள், கனிகளில் சில மேம்படுத்தப்பட்ட வகைகள்

கால்நடை தீவனப்பயிர், நெல், கோதுமை, இளம் சோளம், மக்காச் சோளம், சூரியகாந்தி, மா, திராட்சை.

1.2 ஊட்டச்சத்து மேலாண்மை

தாவரங்கள் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை நீர் அல்லது காற்றிலிருந்தும், மற்ற சத்துக்களை மண்ணில் இருந்தும் பெறுகின்றன. தாவரங்களின் வளர்ச்சி இனப்பெருக்கத்திற்குச் சுமார் 16 வகையான தனிமங்கள் இன்றியமையாதது என அறிவியல் அறிஞர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர்.

புரதம், நியூக்ளிக் அமிலம், பச்சையம், முக்கியக் கரிம மூலக்கூறுகள் போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்ய தாவரங்களுக்கு நைட்ரஜன் தேவைப்படுகிறது. நைட்ரஜன் குறைபாட்டால் தாவரங்களில் குளோரஸிஸ் என்ற நோய் ஏற்படுகிறது. சூரியஒளி ஆற்றலை, வேதி ஆற்றலாக மாற்றுவதற்குப் பாஸ்பரஸ் தேவைப்படுகிறது. இதே போன்று தாவரங்களின் வாழ்க்கை சுழற்சியின் முக்கியச் செயல்களுக்குப் பல்வேறு தனிமங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

பெரும ஊட்டத் தனிமங்கள்

(மேக்ரோ தனிமங்கள்)

தாவர வளர்ச்சிக்கு அதிக அளவு தேவைப்படும் தனிமங்கள் பெரும ஊட்டத் தனிமங்கள் எனப்படும். கார்பன் ஹைட்ரஜன், உயிர்வளி (ஆக்ஸிஜன), நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், கந்தகம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மெக்னீசியம், இரும்பு ஆகியவை பெரும ஊட்டத் தனிமங்கள் ஆகும்.

நுண் ஊட்டத் தனிமங்கள் (மைக்ரோ தனிமங்கள்)

தாவர வளர்ச்சிக்குத் குறைந்த அளவே தேவைப்படும் தனிமங்கள் நுண் ஊட்டத் தனிமங்கள் எனப்படும். மாங்கனீசு, தாமிரம், மாலிப்டினம், துத்தநாகம், போரான், குளோரின் ஆகியவை நுண் ஊட்டத் தனிமங்கள் ஆகும்.

சத்துக்குறைபாட்டால் மனிதர்கள் பாதிப்படுவது போலவே தாவரங்களின் வளர்ச்சியும், இனப்பெருக்கமும் பாதிப்பட்டுகின்றன. இக்குறைபாட்டு நோய்கள் உற்பத்தையைப் பாதிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், உற்பத்தியே இல்லாமல் செய்கிறது.

1.3 இயற்கை எரு, உரங்களின் பயன்கள்

பயிர் உற்பத்தி, அறிவடையின் காரணமாக மண்ணின் சத்துகள் அதிக அளவில் நீக்கப்படுகின்றன. இக்குறைபாடு வேதி உரங்கள், இயற்கை உரங்கள் மூலம் ஈடு செய்யப்படுகிறது.

இயற்கை உரம் என்பது ஒரு கரிமப் பொருளாகும். தாவரங்கள், விலங்குகளின் கழிவுப்பொருள்கள் சிதைக்கப்பட்டு இது தயாரிக்கப்படுகிறது.

பயன்படுத்தப்படும் உயிரிப்பொருள்களின் அடிப்படையில் இயற்கை உரங்களைக் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

அ) மக்கிய உரம் மற்றும் மண்புழுத் தொழுஉரம்:

தாவர, விலங்குக் கழிவுகளை மண் புழுக்களைப் பயன்படுத்தி, சிதைத்துத் தயாரிக்கப்படும் உரம் மண்புழுத் தொழுஉரம் எனப்படும்.

ஆ) பசுந்தாள் உரம்:

சணல், கொழிஞ்சி போன்ற லெகுமினஸ் தாவரங்கள் மூலம் பசுந்தாள் உரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இத்தாவரங்கள் குறிப்பிட்ட காலம்வரை வளர்க்கப்பட்டு, பின் மண்ணில் அப்பயிர்கள் நன்கு கலக்கும் வண்ணம் உழவு செய்யப்படுகிறது. பசுந்தாள் தாவரங்கள் மண்ணிற்குத் தேவையான சத்துக்களான நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் போன்றவற்றை மண்ணில் சேர்க்கின்றன.

இயற்கை உரங்களின் பயன்கள்

- இயற்கை உரம் மண்ணின் நீரைத் தக்க வைத்துக்கொள்ளும் திறனை அதிகரிக்கிறது.
- பயனுள்ள நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.
- மண்ணின் தன்மையை (texture) மேம்படுத்துகிறது.

செயற்கை உரங்கள்

தொழிற்சாலைகளில் வணிக முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம் அடங்கிய வேதிப்பொருள்கள் செயற்கை உரங்களாகும். இவை தாவர ஊட்டப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

தாவரங்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட ஊட்டப் பொருள் குறைபாடு ஏற்படும் போது, அதனைச் செயற்கை உரங்கள் கொண்டு ஈடு செய்யலாம். குறைந்த அளவு செயற்கை உரங்கள் கூட நல்ல வளர்ச்சி கொண்ட ஆரோக்கியமான தாவரங்களை உருவாக்குகிறது.

செயற்கை உரங்களின் வகைகள்	எடுத்துக்காட்டுகள்
நைட்ரஜன் உரங்கள்	யூரியா, அம்மோனியம் சல்ஃபேட், அம்மோனியம் நைட்ரேட் போன்றவை.
பாஸ்பரஸ் உரங்கள் (கனிமச் சத்துக்கள்)	தனி சூப்பர் பாஸ்பேட், டிரிப்பிள் சூப்பர் பாஸ்பேட் (மும்மய சூப்பர் பாஸ்பேட்)
பொட்டாசிய உரங்கள் (சாம்பல் சத்துகள்)	பொட்டாசியம் நைட்ரேட், பொட்டாசியம் குளோரைடு
கலப்பு உரங்கள்	நைட்ரோபாஸ்பேட், அம்மோனியம் பாஸ்பேட், டை அம்மோனியம் பாஸ்பேட் (DAP)

செயற்கை உரங்கள் பயன்பாட்டில் சில குறைபாடுகள் உள்ளன. இவை உழவர்களுக்கு அதிகமான செலவை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் இவ்வுரங்கள் நீரில் கரையும் தன்மையுடையதால் அதிகஅளவு நீர்ப்பாய்ச்சலின் போது அடித்துச் செல்லப்பட்டு, இயற்கை நீர் ஆதாரங்களை மாசுபடுத்துகிறது. உழவர்கள் செயற்கை உரங்களைப் பயன்படுத்தும் அளவு குறித்து அதிககவனம் கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் அதிகப்படியான உரங்கள் மண்ணின் வளத்தைப் பாதிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் குளங்கள், ஏரிகள், கால்வாய்கள், ஆறுகள் போன்ற நீர்நிலைகளுக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டு அங்கு ஆகாயத் தாமரை, ஆல்கா போன்ற தேவையற்ற தாவரங்கள் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகின்றன. இது நீரில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் அளவையும் நீரோட்டத்தையும் பாதிக்கின்றது. இதன் விளைவாக மீன்களும் பிற உயிரினங்களும் தமக்குத் தேவையான ஒளியும், ஆக்ஸிஜனும் கிடைக்காமல் இறந்துவிடும் சூழல் நிலவுகிறது.

நீரில் கரைந்துள்ள அதிகப்படியான உரச்சத்தின் காரணமாக, நீரின் மேற்பரப்பில் அதிக அளவு ஆல்காக்கள் வளர்வதுடன் நீர் வாழ் உயிரினங்கள் இறக்க நேரிடுகிறது. இதற்கு யூட்ரோபிகேஷன் என்று பெயர்.

இயற்கை உரங்களுக்கும் செயற்கை உரங்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள்

இயற்கை உரங்கள்	செயற்கை உரங்கள்
1. இயற்கை உரம் என்பது விலங்குக்கழிவு, மனிதக்கழிவு, தாவரக்கழிவின் சிதைவு போன்றவற்றால் தோன்றும் ஓர் இயற்கைப் பொருள்	1. செயற்கை உரம் என்பது கந்தகம், பாஸ்பரஸ், நைட்ரஜன் போன்ற ஊட்டப்பொருள்கள் அடங்கிய ஒரு தாது அல்லது வேதிக்கூட்டுப்பொருள்.
2. இயற்கை உரங்கள் கரிமப்பொருள்கள் ஆகும்.	2. செயற்கை உரங்கள் கனிமப்பொருள்கள் ஆகும்.
3. இயற்கை உரங்கள் வயல்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.	3. செயற்கை உரங்கள் தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.
4. இயற்னை உரங்கள் எல்லா ஊட்டப் பொருள்களையும் குறைந்த அளவில் கொண்டுள்ளன.	4. இவை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குறிப்பிட்ட ஊட்டப்பொருள்களை மட்டும் அதிக அளவில் கொண்டுள்ளன.
5. இயற்கை உரங்கள் மண்ணிற்கு அதிக அளவு மட்கினைச் சேர்த்து, மண்ணின் ஊட்டத் தன்மையை மேம்படுத்துகின்றன.	5. செயற்கை உரங்கள் மண்ணிற்கு மட்கு சேர்ப்பதில்லை.
6. இயற்கை உரங்கள் நீரில் குறைந்த அளவு கரையும் தன்மை உடையதால் எளிதில் உறிஞ்சப்படுவதில்லை.	6. செயற்கை உரங்கள் நீரில் கரையும் தன்மை உடையதால் எளிதில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
7. இயற்கை உரங்கள் குறைந்த அளவே நீரில் கரைகின்றன. இவை மண்ணிலிருந்து நீரால் எளிதில் அடித்துச்செல்லப்படுவதில்லை. எனவே, இவற்றின் பயன் நீண்ட நாள்களுக்கு நிலைத்திருக்கும்.	7. செயற்கை உரங்கள் எளிதில் நீரினால் அடித்துச் செல்லப்படும் மேலும், இவற்றின் விளைவு குறைந்த காலத்திற்கு மட்டுமே வரும். எனவே, இவற்றை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

உழவர்கள் இயற்கை உரங்களையும், செயற்கை உரங்களையும் சரியான விகிதத்தில் பயன்படுத்தவேண்டும்.

சில விவசாயிகள் கரிமப் பண்ணை முறையைப் பின்பற்றுகின்றனர். இம்முறையில் பண்ணைக் கழிவுகள் மறுசுழற்சியின் மூலம் மீண்டும் பயிர்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும் இது செயற்கை உரங்கள், பூச்சிக்கொல்லிகளின் பயன்பாட்டைத் தவிர்க்கிறது.

1.4 தீங்குயிரிகள், நோய்களிலிருந்து பாதுகாப்பு

பயிர்கள், தானியங்கள், பண்ணை விலங்குகளைத் தாக்கி அழிக்கும் உயிரினங்கள் தீங்குயிர்கள் எனப்படுகின்றன. இவை விளையும் பயிர்களையும், சேமிப்பில் உள்ள உணவுத் தானியங்களையும் பாதிக்கின்றன. விதைத்தல், அறுவடை செய்தல், சேமித்தல் போன்ற நிகழ்வுகளின்போது தீங்குயிரிகள்

தாக்குவதால் பயிர்மகசூல் வீழ்ச்சி அடைகிறது. அது தேசியப் பொருளாதாரத்திற்கு மிகப் பெரியதோர் இழப்பாகும்.

1.4.1. பூச்சித் தீங்குயிரிகள்

பூச்சி தாவர வளர்ச்சியின் அனைத்து நிலைகளிலும் தாக்கி, பாதிப்பை உண்டாக்குகின்றன. தாக்கும் முறையின் அடிப்படையில் பூச்சித்தீங்குயிரிகள் மூவகைப்படும்.

i) மெல்லும் பூச்சிகள்: இவை தாவரங்களின் வேர், தண்டு, இலைகளைக் கடித்து மெல்லும் தன்மை கொண்டவை. எ.கா. வெட்டுக்கிளிகள், கம்பளிப் பூச்சிகள்.

ii) உறிஞ்சும் பூச்சிகள் : இவை தாவரங்களின் பல்வேறு பாகங்களின் செல்சாற்றினை உறிஞ்சுகின்றன. எ.கா. இலைத்தத்துப் பூச்சிகள், அசுவனி(தாவரப்பேன்) பேன்றவை.

iii) துளைக்கும் பூச்சிகள்: இவை தாவரங்களின் பல்வேறு பாகங்களைத் துளைத்து, உள்ளே நுழைந்து தாவரத்திசுக்களை உணவாக எடுத்துக் கொள்கின்றன. எ.கா. கரும்புத் துளைப்பான்

பயிர்த் தாவரங்களைத் தாக்கும் சில பொதுவான இந்தியப் பூச்சித் தீங்குயிரிகள்

கந்திப்பூச்சி, கரும்பின் தண்டுத் துளைப்பான், பைரில்லா (கரும்பின் இலைத் தத்துப் பூச்சி), கரும்பின் உச்சித்துளைப்பான், கடுகு அசுவனி, பல்வண்ணப் பூச்சி

1.4.2 பயிர் நோய்கள்

பாக்டீரியா, வைரஸ், பூஞ்சை முதலான பல்வகையான தாவர நோயூக்கிகள் நமது சுற்றுப்புத்தில் பரவிக் கிடைக்கும்பொழுது, அவை பல்கிப் பெருகிப் பயிர்த் தாவரங்களைத் தாக்கி, நோயை உண்டாக்குகின்றன.

நோய் பரவும் அடிப்படையில், தாவர நோய்கள் நான்கு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

பூச்சிக்கொல்லிகள் என்ற நச்சு வேதிப்பொருள்கள் தீங்குயிரிகளை அழிக்கின்றன.

i) பூச்சிக்கொல்லிகள் : பூச்சிகளைக் கொல்லப் பயன்படும் வேதிப்பொருள்கள் பூச்சிக்கொல்லிகள் எனப்படும். எ.கா. D.D.T. (டைகுளோரோ டைபீனைல் ட்ரைகுளோரோ ஈத்தேன்), மாலத்தியான் போன்றவை.

ii) பூஞ்சைக்கொல்லிகள்: பூஞ்சைகளை அழிக்க உதவும் வேதிப்பொருள்கள் பூஞ்சைக்கொல்லிகள் எனப்படும்.

எ.கா. போர்டாக்ஸ் கலவை

iii) களைக்கொல்லிகள் : களைகளை (தேவையற்ற செடிகள்) அழிக்கப் பயன்படும் வேதிப்பொருள்கள் களைக்கொல்லிகள் எனப்படும்.

உயிருள்ளவற்றிலிருந்து பெறப்படும் உரங்கள் உயிரி உரங்கள் எனப்படும். உயிரி உரங்களின் ஆதாரம் பாக்டீரியா, நீலப்பசும்பாசி (சயனோபாக்டீரியா) மற்றும் பூஞ்சைகள் ஆகும். உயிரி உரங்கள் மீண்டும் புதுப்பிக்கத் தகுந்த வகையில் மேலும் மாசுபடுத்தாத தாவர ஊட்டப்பொருள்கள் ஆகும். இவை மண்ணின் தன்மையைம் மேம்படுத்துகின்றன. ரைசோபியம், சயனோபாக்டீரியங்களான அனபீனா, நாஸ்டாக் போன்றவை பொதுவான உயிரி உரங்கள் ஆகும்.

1	விதைகள் மூலம் பரவும் நோய்கள்	இவை விதைகள் மூலம் பரவுகின்றன். எ.கா. நெல்லின் இலைப்புள்ளி நோய், கோதுமையின் கரும்புள்ளி நோய்.
2	மண் மூலம் பரவும் நோய்கள்	இவை மண் மூலம் பரவுகின்றன. இவை தாவரங்களின் வேர்களையும், தண்டுகளையும் பாதிக்கின்றன. எ.கா. நிலக்கடலையின் இலைப்புள்ளி நோய் (டிக்கா நோய்)
3	காற்று மூலம் பரபும் நோய்கள்	இவ்வகை நோய்கள் காற்று மூலம் பரவுகின்றன. இவை இலைகள், மலர்கள், கனிகள் போன்ற தாவரங்களின் தரைக்கு மேல் உள்ள அனைத்துப் பாகங்களையும் தாக்குகின்றன. எ.கா. நெல்லின் வெப்பு நோய், கோதுமையின் துரு நோய்.
4	நீர் மூலம் பரவும் நோய்கள்	நீரினால் பரவும் நோய்கள், நீர் மூலம் பரவும் நோய்கள் எனப்படும். எ.கா. நெல்லின் பாக்டீரிய வாடல் நோய்.

எ.கா. 2,4 – D (2,4 – டைகுளோரோ பீனாக்ஸி அசிட்டிக் அமிலம்)

iv) எலிக்கொல்லிகள்:

எலிகள், சுண்டெலிகள், அணில்கள் போன்ற கொறிக்கும் விலங்குகளைக் கொல்லப் பயன்படும் வேதிப்பொருள்கள் எலிக்கொல்லிகள் எனப்படும். எ.கா. துத்தநாக பாஸ்பேட், ஆர்சனிக் போன்றவை.

1.4.3 பூச்சித் தீங்குயிரியைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள்

பலவகையான பூச்சித் தீங்குயிரிகளின் தாக்கத்தைப் பின்வரும் முறைகள் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம்.

- மண்ணில் பூச்சிக்கொல்லிகளைக் கலப்பதன் மூலம் வேரைத் தாக்கும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். எ.கா. குளோரோபைரிபாஸ்
- தண்டையும் இலையையும் கடித்துக் துளைக்கும் பூச்சிகளை, பூச்சிக் கொல்லிகளைத் தூவுதத் அல்லது தெளித்தல் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம். எ.கா. மாலத்தியான், லிண்டேன், தையோடான்.

- சாறு உறிஞ்சும் பூச்சிகளை, பூச்சிக் கொல்லிகளைத் தெளிப்பதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம். எ.கா. டைமீத்தோயேட், மெட்டாசிஸ்டாக்ஸ்

1.4.4 தீங்குயிரிக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்துவதற்கான முன் எச்சரிக்கைகள்

- தீங்குயிரிக்கொல்லிகளைக் கைகளால் நேரடியாகத் தொடக்கூடாது. அவற்றைக் கையாளும்பொழுது இரப்பரினால் ஆன கையுறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.
- தெளிப்பானின் வாய்ப்பகுதி, தெளிக்கும் கருவியின் மற்றப் பகுதிகளை, வாயினால் ஊதவோ, உறிஞ்சவோ கூடாது.
- திறந்த வெளியில், காற்றின் எதிர்த்திசையில் நின்று கொண்டு தீங்குயிரிக் கொல்லிகளைத் தெளித்தல் கூடாது.
- இவற்றைப் பரிந்துரைக்கப்பட்ட அளவு மட்டுமே தெளிக்கவேண்டும்.

1.4.5 தானியங்களின் சேமிப்பு

பெரும்பாலான பயிர்கள் ஆண்டிற்கு ஒரு முறை மட்டுமே அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. ஆண்டு முழுவதும் உணவுப்பொருள்களைத் தொடர்ந்து பெறுவதற்காகப் பாதுகாப்பான சேமிப்புக் கிடங்குகளில் இவை சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

தானியவகைகள் அல்லது உணவுப் பொருள்கள் விவசாயிகளாலும், வணிகர்களாளும், இந்திய உணவுக் கழகத்தாலும் (Food corporation of India) சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

சேமிக்கும்பொழுது, தானியங்களையும் விதைகளையும் பல்வேறு காரணிகளால் அழிவிற்கு உட்படுகின்றன.இத்தகைய அழிவிற்கான காரணிகள் பின்வருமாறு:

i) உயிர்க்காரணிகள்: பூச்சிகள், கொறிக்கும் விலங்குளான அணில், எலி, பறவைகள், பூஞ்சைகள், உண்ணிகள், பாக்டீரியா.

ii) உயிரற்ற காரணிகள்: ஈரப்பதம், வெப்பம் ஆகும்.

இக்காரணிகள் கீழுள்ள பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

- பூச்சிகளின் தாக்கம்
- தரம் குறைதல்
- எடை குறைதல்
- முளைப்புத் திறன் குறைதல்
- உற்பத்திப்பொருளின் நிறமாற்றம்
- சந்தைப்படுத்தும் தன்மை குறைதல்

எனவே, உற்பத்திப் பொருள்களை சேமிக்கும் பொழுது அவற்றை அனைத்து இழப்புகளிலிருந்தும் பாதுகாக்க வேண்டும்.

உற்பத்திப் பொள்களைப் பின்னர் பயன்படுத்துவதற்காகச் சேமித்து வைக்கம் பொழுது, பாதுகாப்பான மற்றும் கட்டுப்பாட்டு முறைகளைப் பயன்படுத்திச் சேமிக்க வேண்டும். சேமிப்பதற்கு முன், உற்பத்திப் பொருள்களை நன்கு சுத்தம் செய்தல், வெயிலில் காயவைத்துப் பின் நிழலில் உலர்த்துதல், வேதிப்பொருள்களைப் பயன்படுத்திப் புகையூட்டல் மூலம் தீங்குயிரிகளைக் கொல்லுதல் போன்ற வழிமுறைகளுக்கு உட்படுத்த வேண்டும்.

1.5 தாவரங்கள், விலங்குகளில் கலப்பினப்பெருக்கம்

மேம்படுத்தப்பட்ட விதை, தாவர வகைகளை உருவாக்குவதே கலப்பினமாதல் எனும் முறையாகும்.

மாறுபட்ட ஜீனாக்கம் கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இனங்களைக் கலப்பு செய்து, மேம்படுத்தப்பட்ட வகைகளை உருவாக்கும் முறையே கலப்பினப்பெருக்கம் எனப்படும். விரும்பத்தகு பண்புகளைக் கொண்ட பெற்றோர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் மூலம் அத்தகு பண்புகளை ஒரே உயிரியில் கொண்டுவர முடியும்.

கலப்பினச் சேர்க்கை பின்வரும் வகைகளில் நடைபெறலாம்.

i) வகைகளுக்கிடையே கலப்பு (இரண்டு வெவ்வேறு வகைகளுக்கு இடையேயான கலப்பு)

ii) சிற்றினங்களுக்கிடையே கலப்பு (ஒரே பேரினத்தின் இரண்டு சிற்றினங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு)

iii) பேரினங்களுக்கிடையே கலப்பு (வேறுபட்ட பேரினங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு)

மேலே உள்ள மூன்று வகைகளில் வகைகளுக்கு இடையேயான கலப்பு, பயிர்ப் பெருக்கத்தில் அதிக அளவு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. மக்காச்சோளத்தில் கலப்புப் பயிரினம் பயிரிடப்படுவதால் அதிக அளவு மகசூல் பெறப்படுகிறது. மக்காச்சோளம், கோதுமை, அரிசி போன்ற பயிர்களில் தற்போது அதிகமாக கலப்பினவகைப் பயிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1.5.2 விலங்குகளின் இனக்கலப்பு

இனக்கலப்பு என்பது மரபு வழியில் மாறுப்பட்ட இரண்டு வெவ்வேறு ஆண், பெண் விலங்குகளை இணையச்செய்து புதிய சந்ததிகளை உருவாக்கும் செயலாகும். இம்முறையில் விலங்குகளின் இனப்பெருக்க உடற்செயலியலும், மரபியலும் அடிப்படையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வணிக நோக்கில் கலப்பின உற்பத்தியானது ஆடு, மாடு, கோழி போன்ற கால்நடை வளர்ப்பிலும், கோழி வளர்ப்பிலும் நீண்ட காலமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. பிளாக் ராக், ரோட் அய்லாண்ட் மற்றும் ப்ளைமௌத் ராக் போன்றவற்றை கலப்பு செய்து பெறப்பட்ட ஒரு கலப்பினக் கோழிவகை ஆகும். இவை இரண்டும் சாதாரண இனங்களைக் கலப்புசெய்து சிறப்பினம் உருவாக்குவதற்கு சான்றுகளாகும்.

கலப்பினங்களை உருவாக்கப் பெற்றோர் தாவரங்களைத் தேர்தெடுக்கும்போது பின்வரும் பண்புகளை விவசாயிகள் கருத்தில் கொள்கின்றனர். அவையாவன.

1. நோய் எதிர்ப்புத் திறன்

2. வேறுபட்ட தட்பவெப்பநிலைகளைத் தாங்கும் திறன்

3. பொதுவானத் தோற்றம்

4. அளவு மற்றும் வடிவம்

5. உற்பத்தித் திறன்

6. நல்ல தரம்

7. இனப்பெருக்கத்திற்கு ஏற்ற வயது

விலங்கு இனக்கலப்பின் வெவ்வேறு முறைகள் உட்கலப்பு இனப்பெருக்கம்

ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த நெருங்கிய உறவுடைய இரண்டு உயிர்களுக்கிடையே நடைபெறும் இனப்பெருக்கத்தை உட்கலப்பு என்பர்.

உட்கலப்பின் முக்கியத்துவங்கள்:

1. விரும்பத்தக்க ஜீன் வகைகளைக் கொண்ட உயிரிகளை உருவாக்கவும் மரபு ஒத்த ஜீன்களின் பண்புகளை வெளிக்கொணரவும். இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2. விரும்பத்தகாத ஒடுங்கு ஜீன்களைக் கொண்ட உயிரிகளைக் கண்டறியவும், மேலும் அவ்வுயிரிகளைத் தனிமைப்படுத்தவும் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3. உட்கலப்பு செய்வதன் மூலம் ஒருமுகத் தன்மை ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.

4. உட்கலப்பு என்பது இனத்தேர்வுடன் தொடர்புடையது. மேலும் இதன் மூலம் மேம்பட்ட உயிரிகளைத் தோற்றுவிக்க இயலும்.

இனத்தேர்வு

உற்பத்தித் திறன் படைத்த சிறந்த விலங்குகளை இனக்கலப்பு செய்வதற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறையை இனத்தேர்வு என்பர். தற்கால இனத்தேர்வுமுறை முந்தைய செயல்திறன் அடிப்படையில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

வெளிக்கலப்பு இனப்பெருக்கம்

ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த தொடர்பில்லா இரு உயிரிகளுக்கு இடையே நடைபெறும் கலப்பு

அ. ஒரினக்கலப்பு: ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த ஒரே மூதாதையரைக் கொண்டிராத இரு உயிரிகளுக்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு.

ஆ. வேற்றினக்கலப்பு: இரண்டு வேறுபட்ட இனங்களின் விரும்பத்தக்க, மேம்பட்ட பண்புகளையுடைய ஆண், பெண் உயிரிகளுக்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு.

இ. வேறுபட்ட சிறப்பினக்கலப்பு: இரண்டு வேறுபட்ட சிறப்பினங்களை விரும்பத்தக்க மேம்பட்ட பண்புகளையுடைய ஆண், பெண் உயிரிகளுக்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு இதனால் சில வேலைகளில் புதியதாக உருவான உயிரானது, தாய், தந்தை அகிய இருவகை இனங்களில் விரும்பத்தகுந்த பண்புகளைக் கொண்டதாகவும் அமைந்துவிடும். இதற்கு எடுத்துகாட்டாகப் பெண் குதிரையையும், ஆண் கழுதையையும் கலப்பு செய்தால் உருவாவது கோவேறு கழுதை. இம்முறையில் உருவான கோவேறு கழுதை. இம்முறையில் உருவான கோவேறு கழுதை அதன் பெற்றோர்களான, குதிரை, கழுதையை விடச் சிறப்பானதாகவும், பலமுடையதாகவும், உடல் உறுதியுடன் காணப்படுகின்றது. இது மட்டுமல்லாது கரடுமுரடான, மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் அதிக சுமைகளை எடுத்துச் செல்லும் திறனும் கொண்டுள்ளது. இவ்வகை கலப்பு இரண்டு வகைப்படும்.

1. இயற்கை முறை

இதன் மூலம் உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கும் பொருட்டு நாட்டு இனத்தையும் அயல் இனத்தையும் இணைத்துப் புதிய இனத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

2. செயற்கை முறை விந்தூட்டம்

இம்முறையில் விரும்பும் பண்புகளையுடைய ஆண் உயிரியின் விந்து சேகரிக்கப்பட்டு, தகுந்த கருவியைக் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பெண் உயிரியின் இனப்புழையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இம்முறையின் மூலம் அவ்வினத்தின் சிறந்த சந்ததிகள் உருவாகின்றன.

செயற்கை முறை விந்தூட்டத்தின் சிறப்புத் தன்மைகள்

1. இம்முறையிலான கலப்பின உற்பத்தியில் சிறந்த பண்புகளைக் கொண்ட சந்ததிகளை உருவாக்கலாம்.

2. இம்முறை ஒர் ஆண்விலங்கிலிருந்து பெறும் விந்துவின்மூலம் அதிக அளவு பெண் விலங்குகள் கருவுறுகின்றன. எனவே, பொருளாதார முறையில் சிக்கனமானதாகக் கருதப்படுகிறது.

3. இக்கலப்பின ஆடு, மாடு, கோழிகள் போன்றவை அதிகப் பால், இறைச்சி, முட்டை ஆகியவற்றைத் தருகின்றன.

4. மேலும் உறைநிலையில் வைக்கப்படும் விந்து நீண்டநாள்களுக்குச் சேமித்து வைத்துத் தேவைப்படும்போது, நாட்டின் தொலைதூரக் குக்கிராமங்களுக்கும் தொலைதூரக் குக்கிராமங்களுக்கும் எளிதாகவும், பாதுகாப்பாகவும் எடுத்துச் செல்ல முடியும்.

1.6 கால்நடைப் பராமரிப்பு

ஆடு, மாடு, பன்றி, குதிரை, கோழி போன்ற விலங்குகளின் வளர்ப்புக்குத் தேவையான உணவு உற்பத்திப் பண்ணை அமைத்தல் மற்றும் இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றை மேலாண்மை செய்யும் விவசாயத்துறையின் ஒரு பிரிவிற்குக் கால்நடைப் பராமரிப்புத்துறை என்று பெயர்.

கால்நடைப் பராமரிப்பின் பல்வேறு அம்சங்கள்

1. விலங்குகளுக்குத் தேவையான உணவை அளித்தல்

2. விலங்குகளுக்குத் தேவையான தூய குடிநீரை வழங்குதல்

3. விலங்குகளுக்குத் தேவையான உறைவிடம் அமைத்தல்

4. நோய்த்தடுப்பு மற்றும் நோயைக் குணப்படுத்துதல்

5. தகுந்த முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்தல்.

வேறுபட்ட விலங்கினங்கள் அவற்றின் வேறுபட்ட பயன்பாட்டிற்காக வளர்க்கப்படுகின்றன.

பால் தரும் விலங்குகள்: இவை பால் கொடுத்து உதவும் விலங்குகள் ஆகும்.

(எ.கா.) பசு, செம்மறியாடு

இறைச்சி தரும் விலங்குகள்: இறைச்சிக்காகப் பயன்படும் விலங்குகள் (எ.கா) மாடு, பன்றி பறவை பண்ணை விலங்குகள்: முட்டைக்காகவும் இறைச்சிக்காகவும் பயன்படும் பறவைகள்.

(எ.கா). கோழி, வான்கோழி

கால்நடைகள்

பால், இறைச்சி, உழவுப் பயன்பாட்டிற்கான காளை, பசு, எருமை போன்றன கால்நடைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

சகிவால், சிவப்பு சிந்தி, கிர், டியோனி போன்றவை பால்தரும் இந்திய வகைக் கலப்பின வகை கால்நடைகள் ஆகும்.

நெதர்லாந்து நாட்டில் உள்ள பிரீஸ்லாந்து, ஹாலந்து பகுதிகளில் காணப்படும் சிறப்பான ஓர் அயல், இனம், ஹோல்ஸ்டின் பிரீஸியன் ஆகும். கருப்பு, வெள்ளை வண்ணங்களில் காணப்படும் இவ்விலங்கு வகைகள் 2000 ஆண்டுகளுக்கு மேலாகப் பால்பண்ணைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அதிக அளவு பால்தரக்கூடிய விலங்காக இது கருதப்படுகிறது. முர்ரே, ஜெர்ஸி வகைக் அதிக அளவு பால்தரும் கால்நடைகளாகும்.

வண்டி இழுக்கவும் போக்குவரத்திற்கும், உழவிற்கும் பயன்படும் விலங்குகள் இழுவை விலங்குகள் எனப்படும். காங்கேயம், அம்பலச்சேரி, அம்பிரித் மஹால், ஹேரலிஹேர் போன்றவை புகழ்பெற் இழுவை விலங்குகள். இவ்விலங்குகள் வெகு தொலைவிற்குச் சுமை தூக்கும் திறன் கொண்டவை. ஆங்கோல், கான்க்ரெஜ், தார்பெர்கர் போன்றவை பால், இழுவைக்கான பயன்பாட்டு விலங்குகளாக உள்ளன.

கால்நடைத் தீவனம்

கால்நடைத் தீவனம் அல்லது உலர்த் தீவனமானது நார்ச்சத்து, அடர்ச்சத்துப் பொருள்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. நார்ச்சத்துப் பொருள்கள் குறைந்த ஊட்டச்சத்துப் பொருள்களாகும். அடர்த்தீவனத்தில் சோளம், கம்பு, புளியன் விதை, தவிடு, மரவள்ளிக் கிழங்கின் தோல், ராகி, எண்ணெய் வித்துக்கள் போன்ற தானிய வகைகள் அடங்கும். பால்தரும் பசு சராசரியாக தன் எடையில் 2.5% முதல் 3% அடர்த்தீவனத்தை உண்ணுகிறது. மூன்றில் இரண்டு பங்கு உலர்த்தீவனம் நார்ச்சத்துகளுடனும் மீதமுள்ள ஒரு பங்கு அடர்த்தீவனமாகவும் இருக்கவேண்டும். இத்தோடு பசுந்தீவனங்கள் எனப்படுகின்ற கலப்பினப் புல்வகைகளான நேப்பியர், சூடான் புல், பெர்சீம், மில்லட் போன்றவையும் வழங்கப்பட வேண்டும். பால் தரும் விலங்குகளின் திறனும், இலுவை விலங்குகளின் திறனும் அவை உண்ணும் தீவனத்துடன் நேரடியாகத் தொடர்புடையது. சைலேஜ் என்பது அதிக அளவு சத்துள்ள உணவு ஆகும். கால்நடைகளுக்குப் பசுந்தீவனம் இல்லாதபோது இது தீவனமாக வழங்கப்படுகிறது. நொதித்தல் முறையில் தயாரித்துச் சேமிக்கப்பட்ட, அதிக ஈரப்பதம் கொண்ட இவ்வுணவு பசு, செம்மறி ஆடு, வெள்ளாடு போன்ற கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இது பசும்புல், சோளம், மக்காச்சோளம், தானியங்கள், களைச் செடிகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் தீவனம் ஆகும். பயிர்கள் சிறுசிறு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டுப் பையிலிட்டு பாதுகாப்படுகிறது. நொதித்தலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு இரு வாரங்களுக்குப் பிறகு தயாரான சைலேஜ் கால்நடைகளுக்கு உணவாக அளிக்கப்படுகிறது. பல்வேறு நோய்களாலும் ஒட்டுண்ணிகளாலும் கால்நடைகள் பாதிப்படைகின்றன. பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்ற கிருமிகளால் ஏற்படும் நோய்கள் தடுப்பூசிகள் மூலமாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

விலங்கினப் பொருள்கள்	கொழுப்பு %	புரதம் %	சர்க்கரை %	தனிமங்கள் %	நீர் %
பால்	3.60	4.00	4.50	0.70	87.20
முட்டை	12.00	13.00	மிகக் குறைந்த அளவு	1.00	74.00
மாமிசம்	3.60	21.10		1.10	74.20
மீன்	2.50	19.00		1.30	77.20

பண்ணை விலங்குகள்	பயன்கள்
பசு	பால், இறைச்சி
எருமை	பால், இறைச்சி
வாத்து	முட்டை, இறைச்சி

கோழி	முட்டை, இறைச்சி
செம்மறி ஆடு	பால், இறைச்சி, கம்பளி
பட்டு பூச்சி	பட்டு
தேனீ	தேன், மெழுகு

வெண்மைப் புரட்சி

டாக்டர். வி.குரியன் என்பவரை வெண்மைப் புரட்சியின் தந்தை என்று கூறுவார்கள். வெண்மைப்புரட்சி (White Revolution) என்பது புதிய மேம்படுத்தப்பட்ட கபால்நடைகளைப் பயன்படுத்தி பால் உற்பத்தியைப் பெருக்குவதாகும். டாக்டர். வி.குரியன் தேசியப் பால்வள மேம்பாட்டுக் கழகத்தின் நிறுவனத் தலைவர் ஆவார். இக்கழகம் உலகத்திலேயே மிகப்பெரிய பால் உற்பத்தித் திட்டம் (Oprtation Flood) ஒன்றை வடிவமைத்து செய்ல்படுத்திய பெருமையுடையது.

பாலின் ஊட்டச்சத்து மதிப்பு

வ.எண்	அடங்கியுள்ளப் பொருள்கள்	செயல்
1.	கால்சியம்	எலும்புக் கட்டுமானம் மற்றும் பராமரிப்பு
2.	வைட்டமின் D	கால்சியம் வளர்சிதைமாற்றத்தைத் தூண்டுதல்
3.	புரதம்	தசைகள் கட்டுமானம் மற்றும் சீரமைப்பு
4.	பொட்டாசியம்	இரத்த அழுத்தத்தைப் பராமரித்தல்
5.	வைட்டமின் B_2	செல்களின் வளர்சிதைமாற்றம்
6.	வைட்டமின் B_4	நொதிகளின் செயல்பாடுகள்
7.	வைட்டமின் B_{12}	இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் முதிர்ச்சி

1.7 பறவைப் பண்ணை

பறவை இனங்களை முட்டைக்காகவும் இறைச்சிக்காகவும் வளர்த்து இனப்பெருக்கம் செய்வதே பறவைப் பண்ணையாகும். பறவை வளர்ப்பில், கோழி வளர்ப்பு 90% ஆக உள்ளது.

வீடுகளில் வளர்க்கப்படும் கோழி, வாத்து, வான்கோழி, புறா, கினிக்கோழி முதலியனவற்றை வளர்த்து இனப்பெருக்கம் செய்வதே பறவை வளர்ப்பு எனப்படும்.

மக்கள் பெருக்கத்திற்கு, குறிப்பாகச் சரிவிகித உணவு தருவதற்காகப் பறவைப் பண்ணைகள் முட்டைகளையும் இறைச்சியையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. பறவைப் பண்ணையின் முறையான மேலாண்மை என்பது குஞ்சு பொரித்தல், வளர்த்தல், உறைவிடம் அமைத்தல், சுகாதாரம், நோய்த்தடுப்பு, அதிக வர்த்தகம் போன்ற முறைகள் இதில் அடங்கும்.

வெள்ளிப் புரட்சி

இறைச்சி, முட்டை பயன்பாட்டிற்காக நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட கோழியினங்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. அவற்றை முட்டை உற்பத்திக்கானவை, இறைச்சி உற்பத்திக்கானவை, இறைச்சி மற்றும் முட்டை உற்பத்திக்கானவை என மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

சில முக்கியக் கலப்பின வகைகளாக HH-260, IBL – 80, B – 77, IIS – 82 போன்ற இனங்களைக் கூறமுடியும்.

கலப்பினங்களின் நன்மைகள்

1. கலப்பினக் கோழிகள் அதிக முட்டைகளை இடுகின்றன.
2. முட்டைகள் அளவில் பெரியவை
3. அதிக இறைச்சியையும் தருகின்றன.

- வெள்ளை லெக்ஹான் வகை உலகிலேயே மிக அதிக முட்டைகள் கொடுக்கும் இனம்.
- கோழி உற்பத்தியில் இந்தியா உலக அளவில் ஐந்தாவது இடத்தை வகிக்கிறது.

இந்திய கோழி இனங்கள்: சிட்டகாங், அசீல், கரக்நாத், பஸ்ரா

ஆசிய கோழி இனங்கள்: ப்ரம்மா, லாங்ஷான்

அயல்நாட்டு கோழி இனங்கள்: ப்ளைமௌத் ராக், லெக்ஹான், ரோட் அய்லாண்டு, ப்ளாக் மினார்க்கா

சைவ முட்டை

கோழிப்பண்ணைகளில் உற்பத்தியாகும் கருவுற்ற முட்டைகள் எளிதில் அழுகிவிடும். ஆனால், கருவுறா முட்டைகள் எளிதில் கெட்டுப்போகாது. எனவே, கருவுறா முட்டை உற்பத்தியை மக்கள் அதிகம் விரும்புகின்றனர். பெட்டைக் கோழிகளுக்குச் சேவலின் துணையின்றி முட்டைகளை உற்பத்தி செய்ய இயலும். ஆனால், இம்முட்டைகள் கருவுறாது. இந்த வகையான முட்டைகள் சைவ முட்டைகள் எனக் கூறுகின்றனர்.

ஊட்டச்சத்து மதிப்பு

முட்டையும், கோழி இறைச்சியும், மிக அதிகப் புரதத்தைத் தருகின்றன. மேலும், முட்டையில் சுண்ணாம்பு, பாஸ்பரஸ், சோடியம், வைட்டமின் B1, B12, D முதலியனவும் உள்ளன.

பறவைகளின் உறைவிடம்

இங்கு வளர்க்கப்படும் பறவையினங்கள் பகல் பொழுதில் சுதந்தரமாகப் பண்ணைகளில் சுற்றித் திரியவும், பின்னர் இரவு நேரங்களில் கூண்டுகளில் அடைக்கப்படும் பராமரிக்கப்படுகிறது. இதற்கு அதி தீவிரமற்ற வளர்ப்பு முறை எனப்படும்.

தீவிர வளர்ப்பு முறை என்பது சற்று பெரிய கூண்டுகளில் வளர்த்தல் ஆகும். இதில் உணவிற்கும் முட்டையிடுவதற்கும் போதுமான இடமுண்டு. விலங்கு நலவிரும்பிகள் தீவிர வளர்ப்பு முறையை எதிர்க்கின்றனர். ஏனெனில் பறவைகள் தங்குவதற்கோ இறக்கைகளை விரிப்பதற்கோ அதிக இடமில்லை என்பதே இம்முறையில் உள்ள குறைபாடகும்.

இறைச்சிக்காக வளர்க்கப்படும் பறவைகள் வேட்டை விலங்குகளிடமிருந்து பாதுகாப்பதற்காகப் பெரிய கூண்டுகளில் அல்லது கூடாரங்களில் வைத்துப் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

அசீல், சிட்டகாங், கரக்நாத், பஸ்ரா போன்றவை இந்திய இனக் கோழிகளாகும். பிராய்லர் இனக் கோழிகள் அதிக அளவு இறைச்சிக்காக மட்டுமே வளர்க்கப்படுகிறது.

பறவை உணவு

பறவைகளுக்குத் தேவையான உணவினை முக்கியமாகக் கலப்புணவாகவே தயாரித்து வருகின்றனர். இவ்வுணவில் தானியங்கள் சோயாமொச்சை, மீன் உணவு, எலும்பு உணவு, கோதுமைத் தவிடு, கடலைப் புண்ணாக்கு, பார்லி, ஓட்ஸ், சோளம், விலங்கு பகுதிப்பொருள்கள் ஆகியன கலந்திருக்கும். இதனுடன்

துத்தநாகம், இரும்பு, செம்பு, அயோடின், மெக்னீசியம், செலினியம் போன்ற தாதுக்களும் கலக்கப்படுகின்றன.

பறவைகளைத் தாக்கும் நோய்களும் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளும்

நாய், நரி போன்ற ஊனுண்ணிகளால் வளர்ப்புப் பறவைகள் தாக்கப்படுவதோடு, தொற்று நோய்களாலும் தாக்கப்படுகின்றன. இந்தியாவில் கோழிக்காலரா, கோழி அம்மை, குளிர்க்காய்ச்சல், காச நோய், பூச்சிகளின் தாக்குதல் ஆகியவை இப்பறவைகளைப் பெரிதும் பாதிக்கும்.

நோய்க் கட்டுப்பாடு

பறவைகளுக்கு ஏற்படும் நோய்களை உரிய தடுப்பு நடவடிக்கைகளான, தனிமைப்படுத்துதல், தடுப்பூசி போடுதல், சுகாதாரமான கூண்டுகளை அமைத்தல், ஈரத்தன்மையை அகற்றிக் கூண்டுகளைச் சூரியஒளி அதிகமாகப் படுமாறு அமைத்தல் போன்ற முறைகளில் தடுக்க இயலும். தகுந்த முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சமச்சீர் உணவினை அளிப்பதன் மூலம் குறைபாட்டு நோய்களையும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

தமிழ்நாட்டில் பறவைப் பண்ணை தொழில்

தமிழக அரசு கோழி வளர்ப்பிற்கு மிகவும் முக்கியத்துவம் கொடுத்து வருகிறது. தமிழ்நாட்டில் கோழிப்பண்ணைகள் நாமக்கல், பல்லடம், சென்னை போன்ற பகுதிகளில் மிகச்சிறப்பாகச் செயல்பட்டு வருகின்றன. மேலும், மாநிலத்தின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் பண்ணைகள் அமைத்துக் கோழி வளர்ப்புத் தொழில் நடைபெற்று வருகிறது. தமிழக அரசு சத்துணவுத் திட்டத்தில் சாப்பிடும் குழந்தைகளுக்கு அனைத்துப் பள்ளி வேலைநாள்களிலும் ஒரு நாளைக்கு ஒரு முட்டை வழங்குகிறது.

1.8 மீன் வளர்ப்பு (Pisciculture)

ஆறுகள், ஏரிகள், குளம், குட்டைகள், பாசனக்கால்வாய்கள் போன்ற இடங்களில் மீன் குஞ்சுகளை விட்டு வளர்த்து, அவற்றை இனப்பெருக்கம் செய்யும் முறை மீன் வளர்ப்பு எனப்படும்.

மீன்வளர்ப்பும், மீன்பிடி தொழிலும் இந்தியப் பொருளாதாரத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. கடலோரப் பகுதிகளிலுள்ள இலட்சக்கணக்கான மீனவ மக்களுக்கும் உள்நாட்டுப் பகுதிகளிலுள்ள மக்களுக்கும் வேலைவாய்ப்பையும், வருமானத்தையும் அளிக்கின்றன.

மீன்வளர்ப்பிற்கான காரணிகள்

1. குளங்களின் அமைப்பு, மற்றும் அவை அமைந்துள்ள இடங்களின் தன்மை.

2. நீரின் இயல்பு மற்றும் நீர் ஆதாரங்கள்.

3. மண்ணின் ஊட்டச்சத்துத் தன்மை

4. நீரின் வெப்பம்

மீன்வளர்ப்பின் வகைகள்

அ) குளங்களில் மீன்வளர்த்தல்: இயற்கை உணவளித்துக் குளங்களில் வளர்த்தல்.

ஆ) தீவிர மின்வளர்ப்பு : செயற்கை உணவளித்து மீன் உற்பத்தியைப் பெருக்குதல்.

இ. ஒரின மீன்வளர்ப்பு : ஒரு குளத்தில் ஒர் இன மீன்களை மட்டுமே வளர்த்தல்.

ஈ) பல இன மீன்வளர்ப்பு : பல்வேறு உணவுப் பழக்கங்களை உடைய மீன்களை ஒன்றாக ஒரே குளத்தில் வளர்த்தல்.

உ) ஒருங்கிணைந்த மீன்வளர்ப்பு : விவசாய நிலங்களில் பயிர்களுடன் மீன்களை வளர்த்தல்.

மீன் குளங்களின் வகைகள்

மீன்களின் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலைக்கு ஏற்றவாறு வெவ்வேறு மாதிரியான குளங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

குளங்களின் வகைகள்:

1. இனப்பெருக்கக்குளங்கள்: இனப்பெருக்க உறுப்புகள் முதிர்ச்சியடைந்த ஆண், பெண் மீன்களை இனப்பெருக்கம் செய்வதற்காக இப்பகுதியில் வளர்த்து வருகின்றனர்.

2. குஞ்சுபொரிக்கும் குளம்: இவ்வகைக் குளங்கள் இனப்பெருக்கக் குளங்களில் இருந்து சேகரிக்கப்படும் கருவுற்ற முட்டைகளைப் பொரிக்கச் செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முட்டையிலிருந்து பொரித்து வெளிவரும் இளம் மீன்குஞ்சுகளும் இக்குளங்களிலேயே வளர்க்கப்படுகின்றன.

3. நாற்றங்கால் குளம்: 3 முதல் 5 நாள்கள் வரை வளர்ந்த இளம் மீன் குஞ்சுகளை இவ்வகைக் குளங்களில் உணவளித்து 20 நாள்கள் வரை வளர்க்கின்றனர்.

4. வளர்க்கும் குளங்கள்: இது இளம் மீன்குஞ்சுகளை வளர்க்கப் பயன்படுகின்றன.

i) இவை சற்றுப் பெரியதாகவும் அதிக ஆழமுடையதாகவும் இருக்கும்.

ii) நாற்றங்கால் குளங்களிலிருந்து கொண்டு வரப்படும் குஞ்சுகள் வளர்ந்து இவை சுமார் 125 மி.மீ நீளம் வளரும் வரை 3 மாத காலத்திற்கு இங்கு வளர்க்கப்படுகின்றன.

iii) இவை (Finger Lings) இளரி எனப்படுகின்றன.

5. இருப்புக் குளங்கள்

இவை நாற்றங்கால் வளர்க்கும் குளங்களைவிட அளவில் பெரியவை. இங்கு மீன்குஞ்சுகளுக்குச் செயற்கை உணவளிக்கப்படுகிறது. வளர்ச்சியின் வேகத்தை அதிகரிப்பதற்குக் கரிம, கனிம உரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொற்றுப் பரவலைத் தடுக்கும் பொருட்டு ஆண்டிபயாட்டிக் மருந்துகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. போதிய வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியம் அடைந்த மீன்கள் பிடிக்கப்படுகின்றன.

1.9 நீர் உயிரி வளர்ப்பு (Aquaculture)

நீர் உயிரிவளர்ப்பு என்பது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் தாவரம், விலங்குகளை வணிக நோக்க முறையில் உற்பத்தி செய்யும் முறையாகும். இது இறால் வளர்ப்பு, மட்டி வளர்ப்பு, மீன் வளர்ப்பு, முத்து சிப்பி, நண்டு வளர்ப்பு போன்றவற்றை உள்ளடக்கியது.

மீன் உணவுப்பொருள்களின் ஊட்டச்சத்து:

மீன் உணவில் விலங்கு புரதம், வைட்டமின்கள், தாதுக்கள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. மீன் கல்லீரலில் உள்ள வைட்டமின் A தெளிவான கண்பார்வைக்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. வைட்டமின் B6, வைட்டமின் B12, வைட்டமின் D, பயாட்டின், நியாசின் போன்ற வைட்டமின்களையும் பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம், இரும்பு போன்ற தாதுக்களையும் கொண்டுள்ளது. இதை மனித உடலின் வளர்ச்சிக்கு பெரிதும் துணைபுரிகிறது.

மனிதப் பயன்பாட்டிற்குத் தேவைப்படாத மீன்களின் உடல்பாகங்கள் கால்நடை கோழிகளின் தீவன உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

இந்திய மீன்துறைத் தகவல்கள்

1. மொத்த மீன் உற்பத்தி – உலகத்தில் 2 ஆவது இடம்.

2. கடல் மீன் உற்பத்தி – உலகத்தில் 7 ஆவது இடம்

3. நீர் உயிரிவளர்ப்பு – உலகத்தில் 2 ஆவது இடம்.

4. மீன் தொழிற்துறையின் பங்கு – ஓராண்டிற்கு 53000 கோடி ரூபாய் அன்னிய செலாவணி

1.10 தேனீ வளர்ப்பு (Aqiculture)

அறிவியல் அடிப்படையில் தேனீ, தேன், மெழுகு போன்ற பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் முறைக்குத் தேனீ வளர்ப்பு என்று பெயர். தேனீ சமூக அமைப்புடன் வாழும் உயிரினமாகும். தேனீக்கள் குழுக்களாகப் பிரிந்து தமக்கிடையே வேலைகளைப் பங்கிட்டுக் கொள்ளும் திறனும் உடையவை. பூக்களில் உள்ள மகரந்தத்துகள்களையும், இனிப்புத் திரவத்தையும் தங்கள் உணவாக்கிக் கொள்கின்றன. தேனீக்கள் பல்வேறு பூக்களிலிருந்து இனிப்புத் திரவத்தைச் சேகரிக்கின்றன. இவ்வாறு சேகரிக்கப்படும் திரவம் தேனீக்களால் விழுங்கப்பட்டு வயிற்றுப்பையைச் சென்றடைகிறது. அங்கு, இது தேனாக மாற்றப்பட்டுப் பின்னர்த் தேனடைகளில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

ஒரு தேன்கூட்டில் **மூன்று** வகையான தேனீக்கள் காணப்படுகின்றன.

1. இராணித்தேனீ

ஒரு தேன் கூட்டில் ஒரே ஒரு இராணித் தேனீ மட்டுமே இருக்கும். இதன் வேலை முட்டையிடுதல். இராணித் தேனியாக வளர இருக்கும் புழுக்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் உணவு ராயல் ஜெல்லி எனப்படும்.

2. ஆண் தேனீக்கள்

இவை இனப்பெருக்கத்திற்குத் தகுதியானவை. இராணித் தேனீயுடன் இணைந்து இனப்பெருக்கம் செய்வது மட்டுமே இவற்றின் வேலை.

3. வேலைக்காரத் தேனீக்கள்

இவை மலட்டுத் தேனீக்கள். இராணித் தேனீயைக் கவனித்துக் கொள்ளுதல், தேன்சேகரித்தல், கூட்டைக் கட்டுதல், பாதுகாப்பு போன்ற பணிகளைச் செய்கின்றன.

தேனீ இனங்கள்

அ) உள்நாட்த் தேனீ இனங்கள்

i) ஏபிஸ் இண்டிகா – பொதுவான இந்தியத் தேனீ

ii) ஏபிஸ் டார்சேட்டா – பாறைத் தேனீ

iii) ஏபிஸ் புளோரியா – குட்டித் தேனீ

ஆ) அயல்நாட்டுத் தேனீ இனங்கள்

i) ஏபிஸ் மெலிஃப்ரா – இத்தாலியத் தேனீ

ii) ஏபிஸ் ஆடம்சோனி – தென் ஆப்ரிக்கத் தேனீ

தேனின் பொருளாதார முக்கியத்துவம்

பொருளாதாரத்தில் தேனீக்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் தேனும், தேன் மெழுகும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

1. தேனானது ஊட்டச்சத்து மிகுந்த ஒர் உணவாகும். ஒரு கிலோ தேன் 3200 கலோரி சக்தியைத் தரும் திறனுடையது.

2. இதில் சர்க்கரை, தாதுஉப்புகள், வைட்டமின்கள், மகரந்தங்கள், நொதிகள் உள்ளன.

3. தேன் ஒரு சிறந்த கிருமிநாசினியாகும். பார்மிக் அமிலம் கொண்டதால் சிறந்த ஒரு பதப்படுத்தும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

4. உடல் பகுதியில் காணப்படும் புண்களைக் குணப்படுத்துவதற்கும், இருமல், சளி, குடல்புண் போன்றவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்கும் பயன்படுகின்றது.

5. இரத்ததிலுள்ள ஹீமோகுளோபினை அதிகரிப்பதற்குத் தேன் முக்கியப்பங்கு வகிக்கிறது.

6. அடுமனைப் பொருள்களான ரொட்டி, பிஸ்கட், கேக் முதலியவற்றின் தயாரிப்பிற்கும் தேன் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தேன் மெழுகு

அழகு சாதனப் பொருள்கள், குளிர் பூச்சுக்கள், அலங்காரப்பூச்சுகள், உயவுப் பொருள்கள், முகச்சவர பூச்சுகள், களிம்பு, மருந்து தயாரிப்பு, மெழுகுவத்தி உற்பத்தி போன்றவற்றிற்குத் தேன் மெழுகுவத்தி உற்பத்தி போன்றவற்றிற்குத் தேன் மெழுகு பயன்படுகிறது.

தேனீக்களின் செய்திப் பரிமாற்றம் (நடன முறை)

பூத்தேன் 100மீ வளைவிற்குள் இருப்பதை வட்ட நடனம் தெரிவிக்கிறது. அசைவு நடனம் நீண்ட தொலைவைக் குறிக்கிறது. நடன அசைவுகள் பூந்தேன், சூரியனுக்கு எந்த திசையில் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது. மேற்கூறிய நடன அசைவுகளை விளக்கியதற்காக 1973 இல் கார்ல் வான் ப்ரிஷ் என்பவர் நோபல் பரிசைப் பெற்றார்.

வட்ட நடனம்

அசைவு நடனம்