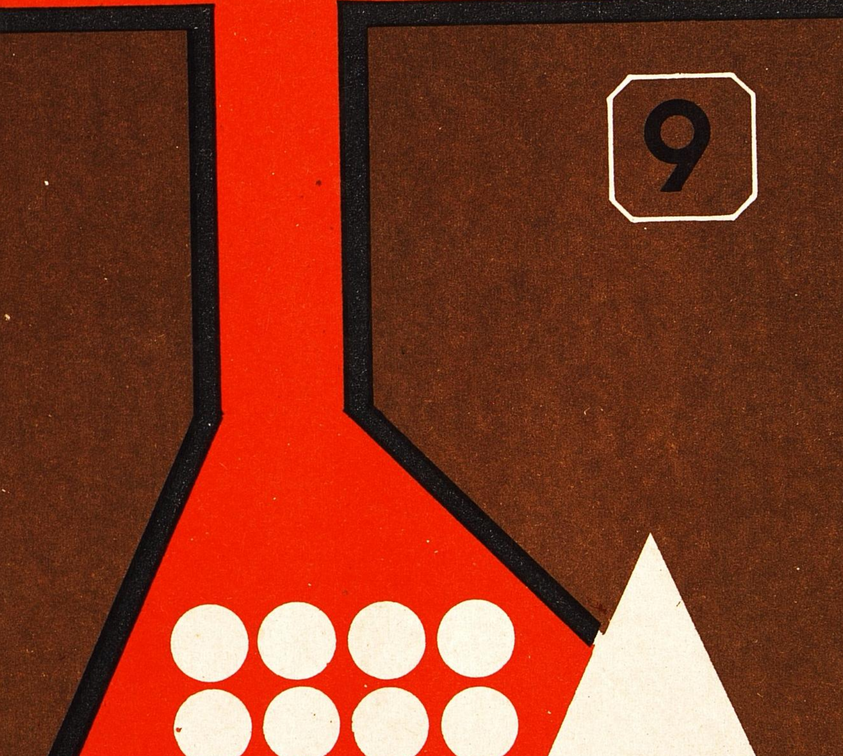
அறிவியல்

9



தமிழ்நாட்டுப்
பாடநூல் நிறுவனம்

அறிவியல்

ஒன்பதாம் வகுப்பு

தீண்டாமை ஒரு பாவச்செயல்
தீண்டாமை ஒரு பெருங்குற்றம்
தீண்டாமை மனிதத் தன்மையற்ற செயல்

தமிழ்நாட்டுப்
பாட நூல் நிறுவனம்
சென்னை

© தமிழ்நாட்டு அரசு

முதல் பதிப்பு—1982

ஆசிரியர்கள் :

இயற்பியல் :

திரு. அ. பா. நரசிம்மன்
தலைமை ஆசிரியர்,
ஆல்காட் நினைவு
உயர்நிலைப் பள்ளி,
பெசன்ட்நகர், சென்னை.

வேதியியல் :

திரு. எம்.எஸ். வேங்கடரங்கன்
வேதியியல் ஆசிரியர்,
பாய்லர் பிளான்ட்
மேல்நிலைப் பள்ளி,
கைசாலபுரம்,
திருவெரும்பூர்,
திருச்சிராப்பள்ளி.

உயிரியல் :

திரு. வே. மு. மந்திரம்
தலைமை ஆசிரியர்,
ஸ்ரீ இராமகிருஷ்ணா மிஷன்
மேல்நிலைப் பள்ளி (மையம்)
தியாகராயநகர், சென்னை.

மதிப்புரையாளர்கள் :

இயற்பியல் :

திரு. பி. ஏ. எஸ். தோதாத்ரி
தலைமை ஆசிரியர்,
அ. செ. மேல்நிலைப் பள்ளி,
பள்ளத்தூர், முகவை மாவட்டம்.

வேதியியல் :

திரு. இரா. சீனுவாசன்
துணைப் பேராசிரியர்,
மாநிலக் கல்வி ஆராய்ச்சி
பயிற்சி நிறுவனம்,
சென்னை.

உயிரியல் :

திருமதி. ஏ. எஸ். ராஜம்மாள்
தலைமை ஆசிரியை,
இராமகிருஷ்ணா மிஷன்
சாரதா வித்யாலயா
மாதிரி மேல்நிலைப் பள்ளி,
தியாகராய நகர், சென்னை.

விலை ரூ. 5 - 20

இந்திய அரசு சலுகை விலையில் வழங்கிய
60 ஜி. எஸ். எம். தாளில் இந்நூல் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

அச்சிட்டோர் :
மணி பிரிண்டர்ஸ், சென்னை-600 010.

பொருளடக்கம்

பக்கம்

பகுதி அ. இயற்பியல்

I. எந்திரவியல்

1. முடுக்கமடையும் இயக்கங்கள் 1
2. உந்தம் ... 7

II. பாய்பொருள்கள்

3. நீர்மங்கள் ... 12
4. சமநிலை நீர்மத்தம்பங்கள் U-வடிவக் குழாய் ... 17
5. ஹேரின் உபகரணம் ... 22
6. பரப்பு இழுவிசை ... 26
7. தந்துகிக்கவர்ச்சி ... 32
8. நீர்மங்களின் பாகுநிலை ... 35
9. சவ்வூடு பரவுதல் ... 37

III. வெப்பம்

10. நீர்மங்களின் பெருக்கம் ... 39
11. பாயில் விதி ... 44
12. வாயுக்களின் பெருக்கம் 48
13. பொருள்களின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் 56
14. உள்மறை வெப்பம் 64
15. ஆவி அழுத்தம் 67

IV. ஒளி

16. ஒளிவிலகல்—செவ்வகப்பட்டகம் ... 72
17. ஒளிவிலகல்—முக்கோணப்பட்டகம் 77
18. முழு அக எதிரொளிப்பு 80
19. கோளக ஆடிகள் 85

V. ஒலி

20. குறுக்கு, நெடுக்கு அலைகள் 95
21. சுரமானி - விதிகள் ... 102

VI. காந்தவியல் - மின்னியல்

22. காந்தவிசை ... 107
23. காந்தவிசை வலிமை—திருப்புதிறன் ... 112
24. காந்தப்பொருள்களின் பண்புகளும் பயன்களும் ... 115
25. பாரடேயின் மின்னாற் பகுப்பு விதிகள் ... 119

VII. அணு இயற்பியல்

26. அணு இயற்பியல் ... 125
27. ரூதர் போர்டு அணுக்கொள்கை ... 131

பகுதி ஆ. வேதியியல்

1. இணைதிறனும் வேதிவாய்பாடும் ... 140
2. வேதிச் சமன்பாடுகள் ... 152
3. வேதிக்கூடுகை விதிகள் ... 162
4. வாயுக்களின் இயக்கக் கொள்கை ... 170
5. அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கை—
வாயுக்களைப் பற்றிய கூடுகைப் பருமனளவு ... 178
6. மூலக்கூறு எடை ... 186
7. அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள் ... 192
8. குளோரின் ... 208
9. ஹைட்ரஜன் குளோரைடும்
குளோரைடு உப்புக்களும் ... 220
10. கந்தகம் ... 231
11. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ... 242
12. கந்தகத்தின் ஆக்சைடுகள் ... 249
13. கந்தக அமிலம் (ஹைட்ரஜன் சல்பேட்டு) ... 256
14. நைட்ரஜனும் அதன் ஆக்சைடுகளும் ... 269
15. அம்மோனியா ... 282
16. நைட்ரிக் அமிலமும் நைட்ரேட்டுகளும் ... 289
17. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் ... 300

பகுதி இ. உயிரியல்

1. இலைகள் ... 305
2. பூக்கள் ... 336
3. கனிகளும் விதைகளும் ... 345
4. தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம் ... 355
5. எலும்பு மண்டலம் ... 362
6. தசை மண்டலம் ... 379
7. மூச்சு மண்டலம் ... 384
8. கழிவு மண்டலம் ... 391
9. தோல் ... 395
10. நரம்பு மண்டலம் ... 400
11. உணர்ச்சி உறுப்புகள் ... 410
12. பெற்றோர் பாதுகாப்பு ... 422
13. உருமாற்றம் ... 425

பகுதி அ. இயற்பியல்

I. எந்திரவியல்

1. முடுக்கமடையும் இயக்கங்கள்

சரிவான பாதையின்மேல் நிறுத்தப்பட்ட வண்டியின் சலனத்தைக் கவனி. அது கீழ்நோக்கி நகரும்போது அதன் வேகம் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லுகிறதல்லவா? கீழ் நிலையிலிருந்து மேல்நோக்கி சரிவான பாதையில் தள்ளிவிடப்பட்ட வண்டியைக் கவனி. அதன்வேகம் மேலே செல்லச்செல்ல குறைகிறதல்லவா? ஒரு வண்டியினுடைய வேகம் அதிகரிப்பதாக இருந்தாலோ, குறைவதாக இருந்தாலோ, படிப்படியாக நிகழ்வதைக் காண்கிறோம். நம்மைச் சுற்றிலும் உள்ள சூழ்நிலையில் ஏற்படும் எல்லா வேகங்களும் நிலையான அளவாக இருப்பதில்லை. அவ்வேகங்களின் அளவுகளோ அல்லது திசைகளோ மாறிக்கொண்டே இருப்பதை நாம் காணலாம். எந்த இயக்கத்திலும், வேகமோ, திசையோ மாறுபட்டால் அவ்வியக்கத்தை முடுக்கமடையும் இயக்கம் என்கிறோம். இம்முடுக்கமானது வளர்ச்சி அடையும் வேகமாகவோ, தளர்ச்சி அடையும் வேகமாகவோ இருக்கும்.

முடுக்கத்தின் வரையறை

ஒரு துகளின் திசைவேகத்தில் ஒரு செகண்டு நேரத்தில் ஏற்படும் மாறுபாட்டை முடுக்கம் என்கிறோம்.

முடுக்கத்தின் குறிகள்

நிலையிலிருந்து புறப்பட்ட எந்த வண்டியும் நேரம் செல்லச் செல்ல முடுக்கம் காரணமாக வேகத்தை அதிகரிக்கிறது. வானத்திலிருந்து பூமியை நோக்கி விழும் பொருள்கள் யாவும் முடுக்கம் அடைகின்றன. இவ்வகை முடுக்கங்களை வேக வளர்ச்சி (acceleration) என்றும் அதை (+) என்ற கூட்டல் குறியினாலும் குறிப்பர்.

சலனமடைகின்ற பொருளுக்கு தடை ஏற்படும்போது அது வேகத் தளர்ச்சி அடைகிறது. பூமியிலிருந்து மேல்நோக்கி எறியப்பட்ட எந்த பொருளும் புவி ஈர்ப்பு விசை காரணமாக வேகத் தளர்ச்சி அடையும். இதை எதிர்முடுக்கம் (retardation) அல்லது வேகத் தளர்ச்சி என்றும் (—) கழித்தல் குறியினாலும் குறிப்பர்.

முடுக்கத்தின் அலகு

நிறையை எந்த அலகால் குறிக்கிறோம்? நீளத்தை எந்த அலகால் குறிக்கிறோம்? காலத்தை எந்த அலகால் குறிக்கிறோம்?

இவையெல்லாம் உங்களுக்கு ஏற்கனவே தெரியும். ஆகையால் இங்கு முடுக்கத்தை எந்த அலகினால் குறிப்பது என்பதை தெரிந்து கொள்வோம்.

முடுக்கம் என்பது ஒரு செகண்டு நேரத்தில் திசை வேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் ஆகும். திசை வேகம் செமீ/செகண்டு (அ) மீட்டர்/செகண்டு என்று குறிக்கப்படுகிறது. ஆகையால், ஒரு செகண்டில் ஏற்படும் மாற்றத்தை செமீ / செகண்டு / செகண்டு அல்லது செமீ / செகண்டு^{2} என்று குறிக்க வேண்டும். அதாவது முடுக்கம் செமீ / செகண்டு^{2} (அ) மீட்டர் / செகண்டு^{2} (m / sec^2) என்று குறிக்கப்படுகிறது.

சீரான முடுக்கம்

இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் துகளில் திசைவேகம் சமகால அளவுகளில், சம அளவு மாறுபடக் கூடியதாக இருந்தால் அவ்வகை முடுக்கம் சீரான முடுக்கம் எனப்படும்.

முடுக்கத்தின் வாய்பாடு

'u' மீ/செக. ஆரம்ப திசைவேகமுள்ள ஒரு துகள் 't' செகண்டு நேரத்தில் திசை வேகத்தை 'v' மீ/செக. அளவிற்கு மாற்றிக் கொள்கிறது என்போம். அதனால் அத்துகளில் ஏற்பட்ட திசை வேகமாற்றம் $= v-u$. இம்மாற்றமானது 't' செகண்டில் நிகழ்ந்துள்ளது. அதனால் 1 செகண்டு நேரத்தில் ஏற்படும் திசைவேக மாற்றம் $= \frac{v-u}{t}$. இதையே முடுக்கம் என்கிறோம். முடுக்கத்தை 'a' எனக் குறிப்பிட்டால்

$$a = \frac{v-u}{t} \text{ மீ/செக}^2$$

இயக்கம் பற்றிய சமன்பாடு

ஒரு துகள் சீரான முடுக்கத்தோடு ஒரே நேர் கோட்டில் செல்கிறது. தொடக்கத்தில் அதன் திசை வேகம் u மீ/செக என்றும், t செகண்டு முடிவில் v மீ/செக என்றும் கொள்வோம். நேர வரையறைப்படி ஒரு செகண்டு நேரத்தில் திசை வேகத்தில் ஏற்படும் மாறுபாட்டை முடுக்கம் என்கிறோம்.

அதனால் திசைவேக மாறுபாடு $= v-u$

ஒரு செகண்டில் ஏற்படும் திசைவேக மாறுபாடு $= \frac{v-u}{t}$

$$\text{அதாவது } a = \frac{v-u}{t}$$

$$\text{இதிலிருந்து } v-u = at$$

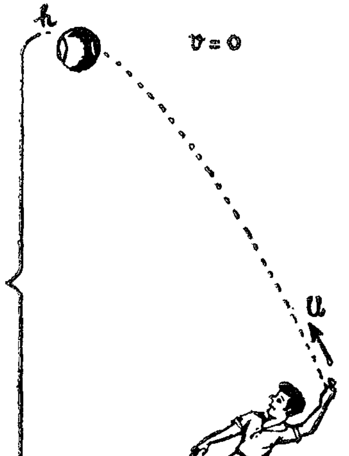
$$\text{அல்லது } v = u+at.$$

$v = u + at$ இயக்கம் பற்றிய முதல் சமன்பாடு ஆகும்.

புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம்

வானத்திலிருந்து பூமியை நோக்கி விழும் எந்த பொருளும் புவிஈர்ப்பு விசை காரணமாக நேரம் செல்லச் செல்ல முடுக்கம் அடைகிறது. புவிஈர்ப்பு விசை காரணமாக ஏற்படும் இவ்வகை முடுக்கத்தை புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம் என்கிறோம். இது பூமியின் எல்லா இடங்களிலும் சமமாக இருப்பதில்லை. பூமியின் துருவ பிரதேசங்களில் இதன் மதிப்பு அதிகமாகவும், நில நடுக்கோட்டு பகுதியில் இதன் மதிப்பு குறைவாகவும் இருக்கும். இதை 'g' என்ற எழுத்தால் குறிப்பர். இதன் சராசரி மதிப்பு 980 செமீ/ செகண்டு^{2} அல்லது 9·8 மீ/செக^2 ஆகும்.

மேலே எறியப்பட்டப்பொருள் எவ்வளவு பெரும உயரத்தை அடையும் தெரியுமா ?



மேலே எறியப்பட்ட பந்து அடையும் பெரும உயரம்
படம். 1

நீ ஒரு பந்தை மேல் நோக்கி எறிவதாகக் கொள்வோம். அது ஆகாயத்தை நோக்கிச் செல்கிறது. பிறகு குறிப்பிட்ட உயரம் அடைந்தவுடன் கீழ் நோக்கி விழுகிறது. அது எவ்வளவு

உயரம் சென்றது? இதை இப்போது கணக்கிடலாம். பந்து ஆரம்பத்தில் 'u' மீ/செக திசை வேகத்துடன் மேல் நோக்கி எறியப்பட்டது. மேலே உயருகின்ற பந்தின் மீது புவிஈர்ப்பு விசை தாக்குகிறது. அதனால் அது வேகத் தளர்ச்சி அடைகிறது. பெரும் உயரத்தை (h) அடைந்தவுடன் அதன் இறுதிதிசை வேகம் 'v' மீ/செக சுழியாகிறது. இயக்கம் பற்றிய இரண்டாவது சமன்பாடு $v^2 = u^2 + 2ah$ இங்கு a என்ற முடுக்கம் $-g$ என்று குறிக்கப்படும். இதற்கு காரணம் பொருள் வேகத் தளர்ச்சி அடைகிறது என்பதை குறிக்கவே. அதனால்

$$v^2 = u^2 + 2(-g)h$$

$$\therefore\ v^2 = u^2 - 2gh.$$

$$v = 0\ \therefore\ 0^2 = u^2 - 2gh$$

அல்லது $2gh = u^2$

$$h = \frac{u^2}{2g}$$

பந்து அடையும் பெரும உயரம் காணும் சூத்திரம் $h = \frac{u^2}{2g}$

இதிலிருந்து என்ன தெரிகிறது? புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம் 'g' ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மாறாது. அதனால் பொருள் அடையும் பெரும உயரம் அதற்கு தொடக்கத்தில் கொடுக்கப்படும் திசை வேகத்தையே பொறுத்திருக்கிறது.

பந்து பெரும உயரத்தை அடைய ஆகும் காலத்தை கணக்கிடுதல்

இயக்கம் பற்றிய முதல் சமன்பாட்டில் உள்ள முடுக்கம் a என்பது இங்கு $-g$ ஆகும். ஏனெனில் இங்கு பந்து அடைவது வேகத்தளர்ச்சி. அதனால் $v = u - gt$. பெரும உயரத்தை அடைந்த பந்தின் திசைவேகம் v சூன்யம். அதனால் $0 = u - gt$

அல்லது $gt = u$ இதிலிருந்து $t = \frac{u}{g}$

பெரும உயரத்தை அடைய ஆகும் காலம் $= \frac{u}{g}$

உங்கள் கவனத்திற்கு

வானத்திலிருந்து பூமியை நோக்கி எல்லாப் பொருள்களும் விழுகின்றன. பெரிய பொருளாக இருந்தாலும், சிறிய பொருளாக

இருந்தாலும் புவிஈர்ப்பு விசையால் முடுக்கம் ஏற்படுகிறது. இதில் எதன் வேகம் அதிகமாக இருக்கும்? பெரியதா? சிறியதா? மேலெழுந்தவாறு பார்த்தோமானால் இதற்கு பெரியது அதிக வேகத்துடன் விழும் என்று சொல்லத்தோன்றும். ஆனால் அது தவறு. கனமான பொருளும், லேசான பொருளும் ஒரே வேகத்திலேயே விழும். விழுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரமும் சமமாகும். இதை பரிசோதனையால் நிரூபித்தவர், கலிலியோ என்ற கிரேக்க அறிஞர் ஆவர். அவர் கூற்றுப்படி கீழ் நோக்கி விழும் எல்லா பொருள்களிலும் புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம் மாறாது.

சிந்தனைக்கு

நம் பூமியின் ஈர்ப்பு விசையை விட குறைவான ஈர்ப்பு விசை கொண்ட சந்திரனில் பொருள்களின் முடுக்கம் எவ்வாறு இருக்கும் என்பதை சிந்தியுங்கள் பார்க்கலாம். சந்திரனின் புவி-ஈர்ப்பு விசை பூமியின் ஈர்ப்பு விசையில் 1/6 பங்குஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தொடக்கத் திசை வேகத்தைக் கொண்டு எவ்வளவு உயரத்திற்கு பந்து எறியலாம்?

வினாக்கள்

1. முடுக்கம் அடையும் இயக்கம் என்றால் என்ன?
2. முடுக்கம் என்றால் என்ன?
3. வேக வளர்ச்சி முடுக்கம், வேகத் தளர்ச்சி முடுக்கம் இவற்றைக் குறியிட்டுக் காட்டுக.
4. முடுக்கத்தின் அலகு என்ன ?
5. முடுக்கத்தை செமீ/செக^2 என்று செகண்டின் இரு மடியில் குறிக்கிறோம். ஏன் ?
6. சீரான முடுக்கம் என்றால் என்ன?
7. $a = \frac{v - u}{t}$ என்பதை நிரூபி.
8. $v = u + at$ என்பதை நிரூபி.
9. 5 மீட்டர்/செகண்டு ஆரம்ப வேகத்தில் நகரும் ஒரு பொருளின் இறுதி வேகம் 10 செகண்டுகளில், 8 மீட்டர்/செகண்டாக மாறினால் அதன் முடுக்கத்தை காண்க.

10. 15 மீ/செக. ஆரம்ப வேகம் உள்ள வண்டி 2 மீ/செக² வீதம் சீரான முடுக்கம் அடைகிறது. 2·5 செகண்டு நேரத்தில் அதன் வேகம் என்ன?

11. புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம் என்றால் என்ன?

12. மேலே எறியப்பட்ட ஒரு கல் எப்போது வேக வளர்ச்சி அடையும்? எப்போது வேகத் தளர்ச்சி அடையும்?

13. புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கத்தின் சராசரி மதிப்பை எழுது.

14. புவிஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கத்தின் அளவு, இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுவதேன்?

15. சூரியனைச் சுற்றி வரும் கிரகங்கள் முடுக்கத்தில் உள்ள இயக்கங்கள் என்று கூற இயலுமா? அது சீரான முடுக்கமாகுமா?

16. நிறை வித்தியாசமுள்ள இரு பந்துகளை வானத்திலிருந்து தானாகவே விழச்செய்தால் எது முதலில் பூமியைத் தொடும்?

17. வானத்தை நோக்கி எறியப்பட்ட பொருள் எவ்வளவு பெரும உயரத்தை அடையும் என்பதை கணக்கிடும் சமன்பாட்டை வருவி.

18. பெரும உயரத்தை அடைய பொருள் எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?

19. பொருளின் எடை எதுவானாலும் அதன் மீது தாக்கும் புவிஈர்ப்பு விசையினால் ஏற்படும் முடுக்கம் ஒன்றே என்று கூறியவர் யார்?

20. பூர்த்தி செய்க

அ. இயங்கும் பொருளின் ________ மாறுபாட்டால் அவ்வியக்கத்தை ________ இயக்கம் என்கிறோம்.

ஆ. ஒரு துகளின் திசை வேகத்தில் ஒரு செகண்டில் ஏற்படும் மாற்றத்தை ________ என்கிறோம்.

இ. இயங்கும் பொருளின் வேக வளர்ச்சி முடுக்கத்தை ________ குறியினாலும், வேகத்தளர்ச்சி முடுக்கத்தை ________ குறியினாலும் குறிக்கிறோம்.

ஈ. முடுக்கம் ________ அளவினால் குறிக்கப்படுகிறது.

உ. இயங்கும் பொருளின் முடுக்கம், சமகால அளவு களில் சம அளவாக இருந்தால் அதை _______ என்கிறோம்.

ஊ. காலியிடங்களை பூர்த்தி செய்க: $v = \square + a\square$

21. மேலே தூக்கியெறியப்பட்ட ஒரு கல் பெரும உயரத்தை அடைய எடுத்துக் கொண்ட நேரத்தையே, மறு படியும் அது பூமியை அடைவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளுமா?

2. உந்தம்

மேசைமீது ஒரு கண்ணாடித் தகட்டை வை. மிக கவனமாக அதன்மீது பளுவான ஒரு கல்லை வை. கல்லின் கனத்தை கண்ணாடி உடையாமல் தாங்குகிறது. மிகச் சிறிய கல் ஒன்றைக் கண்ணாடிக்கு சற்று மேலான உயரத்திலிருந்து போடு. உடனே கண்ணாடி உடைந்து விடுகிறது. ஏன்?

ஆணி ஒன்றை மேசைமீது நிற்கவை. அதன் தலைமீது பளு வான சுத்தியை வை. ஆணி மேசையில் இறங்குகிறதா? சுத்தியை ஓங்கி ஆணியின் தலையில் அடி. என்ன ஏற்படுகிறது? ஆணி மேசையில் இறங்குகிறதா? ஏன்?

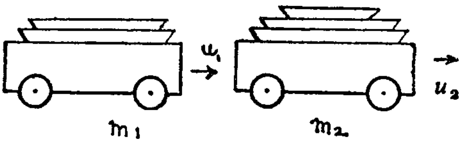
கூரையின் மீது சலனம் அடையும் பல்லி தவறி கீழே விழுந் தால், உடனேயே ஓடிச் சென்று சுவரில் ஏறுகிறது. அதனால் அதற்கு ஒன்றும் ஏற்பட்டதாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் நாம் உயரத்திலிருந்து கீழே விழுந்தால் உடனே எழுந்து ஓட முடியுமா? நம்முடைய எலும்புகள் முறியாதா?

தெருவில் ஏற்படும் ஒரு விபத்தைக் கவனி. ஒரே வேகத்தில் செல்லும் சைக்கிள் கார், லாரி, இவற்றில் லாரி மோதுவதால் ஏற் படும் சேதம் அதிகமாக இருக்கிறதே! ஏன்?

அன்றாட வாழ்க்கையில் நாம் இம்மாதிரியே பல நிகழ்ச்சி களைக் காண்கிறோம். இயக்கத்தில் உள்ள பொருள்கள் தங்கள் வேகம் காரணமாக ஏதோ ஒரு சக்தியைப் பெறுகின்றன. அது அப்பொருள்களின் நிறையையும், திசை வேகத்தையும் பொருத் திருப்பதைக் காண்கிறோம். அதையே உந்தம் (momentum) என்கிறோம். உந்தம் என்பது நிறையையும் திசைவேகத் தையும் பெருக்கி வந்த தொகைக்கு சமம் ஆகும். பொருளின் நிறை 'm' ஆகவும் திசை வேகம் 'v' ஆனால் உந்தம் $= m \times v$.

உந்தம் மாறாக் கோட்பாடு

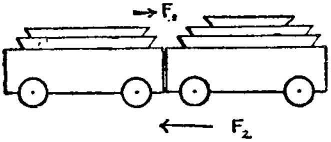
ஒன்றோடு ஒன்று மோதும் இரண்டு இயங்கும் பொருள்களின் உந்தத்தை கவனிப்போம். இதற்கு பல சோதனைகளை நாம் செய்யலாம். இங்கு இயங்கும் இரண்டு டிராலிகளை கவனிப்போம். உந்தம் பற்றி ஆராய இந்த டிராலிகளை மோதும்படி செய்து அளக்கலாம்.



இயக்கத்தில் உள்ள பொருள்கள் மோதுவதற்கு முன்
படம். 2

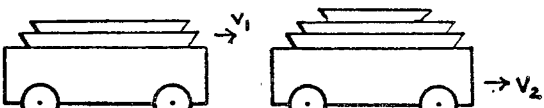
முதல் டிராலியின் நிறை m_1. அது u_1 திசை வேகத்துடன் நகருகிறது. அதனால் அதன் உந்தம் $= m_1 \times u_1$.

இரண்டாம் டிராலியின் நிறை m_2. அது u_2 திசை வேகத்துடன் நகர்ந்தால் அதன் உந்தம் $= m_2 \times u_2$. ஆக அந்த டிராலிகளின் மொத்த உந்தம் மோதுவதற்கு முன்பு $= m_1 u_1 + m_2 u_2$.



இயக்கத்திலுள்ள பொருள்கள் மோதுகின்ற நிலை
படம். 3

இரண்டும் மோதிக் கொள்கிற தருவாயில், அவை இரண்டும் ஒன்றை ஒன்று t செகண்டுகளுக்கு தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. அப்போது முதல் டிராலியின் உந்தத்தால் ஏற்படும் விசையும், இரண்டாவது டிராலியின் உந்தத்தால் ஏற்படும் விசையும் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுகின்றன. அப்பரிமாற்றத்தால் இரண்டு டிராலிகளும் மோதலுக்குப்பின் வெவ்வேறு திசைவேகத்துடன் நகருகின்றன.



இயக்கத்திலுள்ள பொருள்கள் மோதிய பின்பு
படம். 4

முதல் டிராலியின் புதிய திசைவேகம் 'v_1'. அதனால் அதன் உந்தம் $= m_1 v_1$ இரண்டாவது டிராலியின் புதிய

திசைவேகம் v_2. அதனால் அதன் உந்தம் $= m_2 v_2$. மோதலுக்குப்பின் மொத்த உந்தம் $= m_1 v_1 + m_2 v_2$. நியூட்டனின் இரண்டாவது சலனவிதிப்படி டிராலிகளிடையே ஏற்படும் விசை $F =$ நிறை $\times$ முடுக்கம் $= m \times a$

ஆனால் முடுக்கம் $= \frac{\text{திசைவேக மாறுதல்}}{\text{காலம்}}$

முதல் டிராலியினால் ஏற்படும் விசை $F_1 = m_2 \frac{(v_2 - u_2)}{t}$

இரண்டாவது டிராலியினால் ஏற்படும்

விசை $F_2 = m_1 \frac{(v_1 - u_1)}{t}$

நியூட்டனின் மூன்றாவது விதிப்படி $F_1 = -F_2$.

அதனால் $m_2 \frac{(v_2 - u_2)}{t} = -m_1 \frac{(v_1 - u_1)}{t}$

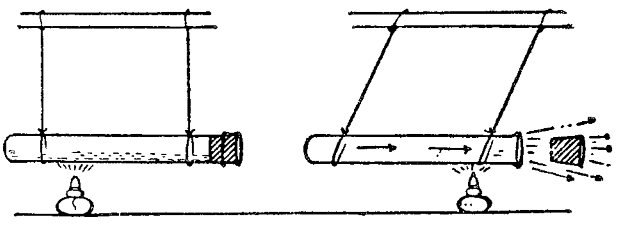
$$\therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

இதிலிருந்து இரு பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும்போது, மோதலுக்குப் பின் மொத்த உந்தமானது மோதலுக்குமுன் இருந்த மொத்த உந்தத்திற்குச் சமம் என்பதை உணருகிறோம். இதையே உந்தம் மாறாக் கோட்பாடு என்கிறோம்.

உந்தம் மாறா கோட்பாட்டிலிருந்து நாம் என்ன தெரிந்துக்கொள்கிறோம் ?

வாழ்க்கையில் காணும் பல நிகழ்ச்சிகளை நாம் விளக்க முடியும். கீழ்கண்ட பரிசோதனையை செய்யலாமா? ஒரு



சோதனைக் குழாய் நீராவியின் விசையினால் பின்னோக்கி நகருதல்
படம். 5

தடித்த சோதனைக்குழாயில் சிறிதளவு நீர் எடுத்துக்கொள். அதை ஒரு தக்கையால் மூடி தாங்கியொன்றில் படத்தில் காட்டியபடி கிடைமட்டமாக நூலில் தொங்கவிடு. சோதனைக் குழாயில் உள்ள நீரை சூடாக்கு. என்ன நடக்கிறது என்பதைக் கூர்ந்து கவனி. சிறிது நேரத்தில் சோதனைக் குழாயில்

தகுந்த அளவு நீராவி அழுத்தம் ஏற்பட்டவுடன் தக்கை யானது வெளியே தூக்கியெறியப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் சோதனைக் குழாயானது எதிர் திசையில் நகருகிறது. ஏன் தெரியுமா?

சோதனைக் குழாயில் ஏற்பட்ட நீராவியின் அழுத்தத் தால் தக்கையானது தூக்கியெறியப்பட்டது. அதே நீராவியின் அழுத்தம்தான் சோதனைக் குழாயையும் நகர்த்தியது. இரண்டு சலனங்களும் நீராவி விசைஒன்றினாலேயே செய் யப்பட்டது. ஆச்சரியமாக இருக்கிறது அல்லவா? தக்கையானது தூக்கியெறியப்படும்போது, அது நீராவியின் மீது சம அளவு விசையை எதிர்த்திசையில் செலுத்தியது. நீராவிக்கு தக்கையால் கொடுக்கப்பட்ட விசையானது நீராவியுள்ள சோதனைக்குழாய்க்கு கொடுக்கப்பட்டு அது எதிர்திசையில் நகர்ந்தது. இம்மாதிரியே தான் ஒரு பீரங்கியை வெடிக்கச் செய்யும்போது ஏற்படுகிறது. பீரங்கியிலிருந்து குண்டானது வேகமாக வெளியேறும்போது பீரங்கி பின்னோக்கி அசைகிறது.

ஒரே விசையானது எவ்வாறு இரண்டு விதமான விளைவு களை ஏற்படுத்த முடிகிறது? குண்டு வேகமாக முன்னோக்கிச் செல்லும்போது அதே விசைக்கு பீரங்கி மெதுவாக பின் னோக்கி நகருகிறது. இதற்கு காரணம், பொருள்கள் அடை யும் உந்தம், அவற்றின் நிறைக்கு தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக் கும் என்பதே. குண்டு குறைந்த நிறை உள்ளதால் மிகுந்த உந்தம் அடைந்து வேகமாகச் செல்கிறது. ஆனால் அதே அளவு விசைக்கு அதிக நிறையுள்ள பீரங்கி குறைவான உந்தம் பெற்று மெதுவாக பின்னோக்கி நகருகிறது.

பீரங்கி/துப்பாக்கியின் பின்னோக்கி அசைவு

ஒரு பீரங்கியின் நிறை M கி. கி என்றும் தொடக்கத்தில் அதற்கு எந்த திசை வேகம் இல்லை என்றும் கொள்வோம். அதிலுள்ள குண்டின் நிறை m கி.கி ஆகும். அதற்கும் தொடக்க திசை வேகம் இல்லை. அதனால் நிகழ்ச்சிக்கு முன்பு பீரங்கி, குண்டு இவற்றின் உந்தம் சுழி ஆகும்.

பீரங்கியை இயக்கும்போது குண்டு வெடித்து V மீ/செக திசை வேகத்தோடு வெளியேறுகிறது. அதே சமயத்தில் பீரங்கி v மீ/செக திசை வேகத்தில் பின்னோக்கி அசைவதாக கொள்வோம். நிகழ்ச் சிக்கு பின்பு இரண்டின் உந்தங்களும் mV, Mv ஆகும். அவற்றின் மொத்த உந்தம் $= Mv + mV$. உந்தம் மாறாகொள்கைப்படி பீரங்கி இயங்குவதற்கு முன் இருந்த மொத்த உந்தமும், இயங்கிய பின் மொத்த உந்தமும் சமம்.

அதனால் $Mv + mV = 0$

அல்லது $mV = -Mv$

இதிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்வதென்னவென்றால் குண்டு வேகமாக வெளியேறும் போது பீரங்கி பின்னோக்கி அசைகிறது. பீரங்கி பின்னோக்கி அசைகிறது என்பதை சமன்பாட்டிலுள்ள (—) கழித்தல் குறி குறிக்கிறது.

மோதும் போது ஏற்படும் இயக்க ஆற்றல் இழப்பு

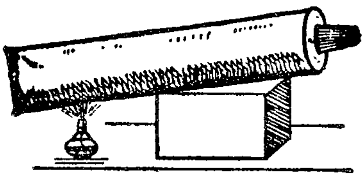
இயங்கும் பொருள்கள் மோதும்போது மொத்த உந்தம் மாறாது. ஆனால் பொருள்களின் இயக்க ஆற்றலில் அதிக இழப்பு ஏற்படும். அவ்விழப்பானது வெப்ப ஆற்றலாகவும், உருச்சிதைவடைதல், பாறைகள் சிதைவுறுதல் போன்ற பல வழிகளில் செயல்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. இயங்கும் பொருள்களில் ஏற்படும் உந்தம் எதைப் பொறுத்தது?
2. உந்தத்தை எவ்வாறு கணக்கிடலாம்?
3. சைக்கிள் மோதியதால் ஏற்படும் சேதத்தைவிட ரயில் மோதியதால் ஏற்படும் சேதம் அதிகமாக ஆவதேன்?
4. உந்தம் மாறாக் கோட்பாட்டைக் கூறுக.
5. உந்தம் மாறாக் கோட்பாட்டை எவ்வாறு மெய்ப்பிப்பாய்?
6. துப்பாக்கியின் பின் அசைவு ஏன் ஏற்படுகிறது?

செய்து பார்

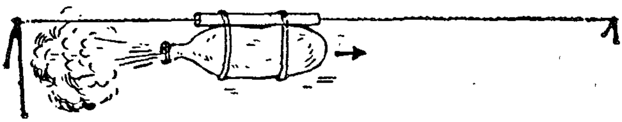
1. காலி பற்பசைக் குழாய் ஒன்றில் சிறிதளவு நீர் நிரப்பி வாயை இறுக மூடு. அதை சுலபமாக சலனமடையும்படி



சிறிதளவு நீர் நிரப்பிய பற்பசை குழாய்
படம். 6

ஒரு தாங்கியில் வை. பிறகு அதை சூடாக்கு. என்ன நடக்கிறது என்பதை உற்றுகவனி. நீ பார்த்தவற்றை உன்னுடைய ஆசிரியருடன் கலந்துரையாடு.

2. காற்றடைத்த பலூன் ஒன்றினை சிறிய கண்ணாடிக் குழாயில் கட்டு. கண்ணாடிக் குழாய் வழியாக நூலைச் செலுத்தி விறைப்பாக இரு கம்பங்களுக்கு இடையே கட்டு. பலூனின்



வெளியேறும் காற்றின் விசையால் நகரும் பலூன்
படம். 7

வாயை தளர்த்தி காற்று வெளியேறும்படி செய். என்ன நடக்கிறது என்பதை கூர்ந்து கவனி. நடக்கும் நிகழ்ச்சியை உன்னால் விளக்க முடியுமா ?

II. பாய்பொருள்கள்

3. நீர்மங்கள்

வாயுக்களையும் நீர்மங்களையும் பாய்பொருள்கள் என்கிறோம். திண்மப் பொருள்களைப் போலல்லாமல் இவைகளுக்கு தானாகவே நகரக்கூடிய தன்மை இருப்பதால் இவற்றை பாய் பொருள்கள் என்றோம். மேலும் பாய்பொருள்களை வைக்க கொள்கலன்கள் பயன்படுகின்றன. அக்கலன்களின் பக்கங்களிலும் அடிப்பாகத்திலும் பாய்பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் மோதுகின்றன. இதை எப்படி அறியலாம் ?

பக்கங்கள் அசையக்கூடியவாறோ, மிக மெல்லியதாகவோ உள்ள கலனில் ஒரு நீர்மத்தை ஊற்றினால் அதன் பக்கங்கள் பருப்பதை காண்கிறோம். ஒரு கொள்கலனில் உள்ள நீர்மத்தில் ஒரு தக்கையோ ஒரு கட்டையையோ போட்டு அழுத்துவோமானால். அந்நீர்மம் அவற்றை மேல்நோக்கி அழுத்துவதை உணரலாம். ஆகையால் நீர்மங்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் விசையைச் செலுத்துகின்றன என அறியலாம். இவ்விசைகளை நாம் அளக்கமுடியும்.

ஒரு நீர்மமானது கொள்கலத்தின் அடிப்பக்க மொத்தப் பரப்பின் மீது செலுத்தும் விசையை அல்லது எடையை உந்து விசை அல்லது அமுக்க விசை (Thrust) என்கிறோம். இதையே

அலகு பரப்பின்மீது தாக்கும் எடை (அ) விசையாக கணக்கிட்டால் அதை அழுத்தம் (Pressure) என்கிறோம்.

கொள்கலத்தின் மொத்த பரப்பின் மீது தாக்கும் நீர்மத்தின் எடை அமுக்கம் (Thrust) எனப்படும். அலகு பரப்பின் மீது செயல்படும் நீர்மத்தின் எடை அழுத்தம் (Pressure) எனப்படும்.

அமுக்கத்தைக் கணக்கிடல் :

ஒரு கொள்கலத்தின் அடிப்பரப்பு A சசெமீ. எனக்கொள்வோம் அதில் h செமீ உயரத்திற்கு d கி/செமீ^{3} அடர்த்தியுள்ள நீர்மம் இருப்பதாக கொள்வோம். வரையரைப்படி கொள்கலனில் மொத்த அடிப்பரப்பின்மீது தாக்கும் நீர்மத்தின் எடையே அமுக்க விசை எனப்படும். இங்கு கொள்கலத்தில் உள்ள நீர்மத்தின் நிறை = கன அளவு × அடர்த்தி

$= A \times h \times d$ கி.

$= Ahd$ கி.

இதையே அமுக்க விசை 'T' என்கிறோம்.

அதனால் $T = Ahd$ கி.

அழுத்தத்தைக் கணக்கிடல் :

வரையரைப்படி அலகு பரப்பின்மீது தாக்கும் நீர்மத்தின் அமுக்க விசை (அ) எடையே அழுத்தம் எனப்படும்.

ஆகையால் அமுக்க விசை $= Ahd$ கி.

அது தாக்கும் பரப்பின் அளவு $= A$ சசெமீ

அதனால் அழுத்தம் $= Ahd$ கி/ A சசெமீ.

$= hd$ கி/சசெமீ.

அதாவது நீர்மத்தின் அழுத்தம் அதன் உயரம் (ஆழத்தையும்), அடர்த்தியையுமே பொறுத்தது. இதை P என்று குறித்தால் $P = hd$ கி/சசெமீ.

அமுக்கத்திற்கும் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

$T = Ahd$ கி.

$P = hd$ கி/ச செமீ.

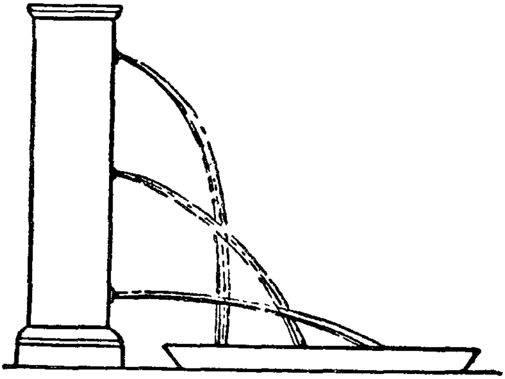
அதனால் $P = TA/$ கி/ச செமீ.

அதாவது அழுத்தம், $= \dfrac{\text{அமுக்கம்}}{\text{பரப்பளவு.}}$

பாய்பொருளின் அழுத்தம் ஆழத்தைப் பொறுத்தது

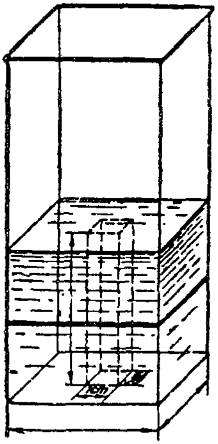
நிலையாக உள்ள ஒரு நீர்மத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் அழுத்தமானது எல்லா பக்கங்களிலும் சமமாக இருக்கும். ஏனெனில் அந்த புள்ளி நீர்மத்தில் அசையாது அதே இடத்தில் நிலையாக இருக்கிறது. அதாவது அதன் மீது

செயல்படும் விசைகள் சமமாக உள்ளன. அவ்வாறில்லையேல் அது நகரத் தொடங்கும்.



நீர்மத்தின் பக்க நோக்கு விசை
ஆழத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுதல்
படம். 8

ஓர் உயரமான ஒரு டப்பாவை எடுத்துக்கொள். அதில் நீரை நிரப்பி அதன் பக்கங்களில் வெவ்வேறு உயரங்களில் துளையிடு. துளையின் வழியாக வெளி வரும் நீரைக் கவனி. டப்பாவின் அடித் துளை வழியாக வெளியேறும் நீரை கவனி. டப்பாவின் அடித்துளைவழியாக வரும் நீர், மேல் துளைவழியாக வரும் நீரைவிட அதிக விசையுடன் வெளியேறுவதைக் காண லாம். இதிலிருந்து நீர்மத்தின் ஆழம் அதிகரிக்க அதன் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது எனத் தெரிகிறது.

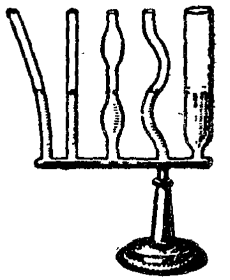


ஒரு தொட்டியில்
உள்ள நீர்மம்
படம். 9

ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் அடிபரப்பளவு உள்ள ஒரு கொள்கலத்தை எடுத்துக்கொள். அதில் 1 கிகி எடையுள்ள நீரை ஊற்று. இப்போது கலத்தின் அடியில் ஏற்படும் நீரின் அழுத்தம் 1 கிகி/சசெமீ. பிறகு அதே கலத்தில் இன்னும் 1 கிகி எடையுள்ள நீரை ஊற்று. இப்போது கலத்தின் அடிப்புறம் 2 கிகி நீரின் எடையைத் தாங்குகிறது, நீர் மட்ட உயரமும் இரண்டு பங்காகிறது. அதனால் இப்போதைய அழுத்தம் 2 கிகி/சசெமீ. இதிலிருந்து நீர்மத்தின் அழுத்தமானது அதன் ஆழத்தை பொருத்தது என அறிகிறோம்.

அழுத்தம் பாத்திரத்தின் வடிவத்தை பொறுத்ததில்லை

வெவ்வேறு அடிப்பரப்பும், வடிவமும் உடைய படத்தில் காட்டியபடி இணைத்துள்ள கொள்கலனை எடுத்துக்கொள். ஏதாவது ஒரு கலனில் குறிப்பிட்ட உயரத்திற்கு நீரை ஊற்று. அப்போது எல்லா கலன்களிலும், நீர் சம உயரத்திற்கு உயருவதைக் கவனிக்கலாம். இங்கு கலன்களின் அடிப்பரப்பு வெவ்வேறாக இருந்தாலும் அடிப்புறத்தில் ஏற்படும் அழுத்தமானது எல்லா கலன்களிலும் சமமாகும். ஆனால் அதே சமயத்தில் அவற்றில் ஏற்படும் அமுக்க விசை வெவ்வேறாக இருக்கும்.



நீர்மம் எல்லா குழல்களிலும் சம உயரத்தில் உள்ளது

படம். 10

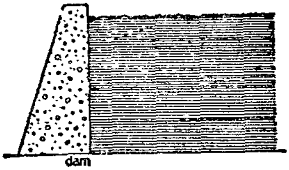
வினாக்கள்

1. பாய் பொருள்கள் என்றால் என்ன?
2. பாய் பொருள்களுக்கு உதாரணம் இரண்டு கொடு.
3. பாய் பொருள்கள் கொள்கலனின் பக்கங்களில் விசையை கொடுக்கின்றன என்று எவ்வாறு உணரலாம்?
4. நீர்மங்களுக்கு மேல் நோக்கு விசை உண்டு என எவ்வாறு அறியலாம்?
5. அமுக்க விசை என்றால் என்ன?
6. அமுக்க விசை எந்த அலகினால் குறிக்கப்படுகிறது?
7. அழுத்தம் என்றால் என்ன?
8. அழுத்தம் எந்த அலகினால் குறிக்கப்படுகிறது?
9. ஆழத்தைப் பொறுத்து அழுத்தம் மாறுபடுகிறது என்பதை நிரூபி?
10. அமுக்க விசையை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?
11. அழுத்தத்தை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?
12. ஒரு கொள்கலத்தின் அடிப்பக்கங்கள் 10 செமீ. நீளமும் அதில் 15 செமீ. உயரத்திற்கு நீர் ஊற்றப்பட்டால் கொள்கலத்தின் அடிப்பரப்பில் ஏற்படும் அமுக்க விசையைக் கணக்கிடு.
13. 10 செமீ. ஆரமுடைய ஓர் உருளை வடிவ கலனில் 21 செமீ. உயரத்திற்கு 0·8 கி/க செமீ. அடர்த்தி

உள்ள மண்ணெண்ணெய் உள்ளது. அதன் அழுக்க விசையையும், அழுத்த விசையையும் கணக்கிடு.

14. நீர்மத்தின் அழுத்தம் கொள்கலத்தின் வடிவத்தை பொருத்ததல்ல என நிருபி.

15. நீர் தேக்க அணைக்கட்டுகளில் அடிப்புறம் அகலமாகவும் மேல்புறம் குறுகலாகவும் கட்டுவதேன் ?



நீர்த்தேக்கம்
படம். 11

16. அழுக்க விசைக்கும், அழுத்த விசைக்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன ?

17. ஒரு உயரமான கலனில் 5 செமீ. உயரத்திற்கு பாதரசமும் அதற்கு மேல் 10 செமீ உயரத்திற்கு 0·75 அடர்த்தி எண்ணுள்ள ஒரு நீர்மமும் உள்ளன. அதன் அடித்தளத்தில் ஏற்படும் அழுத்த விசையைக் கணக்கிடு. பாதரசத்தின் அடர்த்தி எண் 13·6.

18. 1,200 கிராம் அழுக்க விசையுள்ள நீர்மம் 120 செமீ^{2} அடிப்பரப்பளவு உள்ள கலனில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அந்நீர்மத்தின் அழுத்தம் என்ன ?

19. நீர் உள்ள தொட்டியில் அடித்தளத்திலிருந்து மேல் நோக்கி வருகின்ற ஒரு காற்று குமிழியின் அளவு பெரிதாகிக் கொண்டே வருவதேன் ?

20. கடலுக்கு அடியில் வேலை செய்பவர்கள் தங்களை கடல் நீரின் அழுத்தத்திலிருந்து எவ்வாறு காப்பாற்றிக் கொள்கின்றார்கள்?

21. பூர்த்தி செய்க:

அ. காற்று, நீர் இவைகளை ________ என்கிறோம்.

ஆ. தக்கை, மரக்கட்டை இவை நீரின் ________ விசையால் ________.

இ. நீரின் ஆழத்தில் செல்லச் செல்ல அதன் ________ அதிகரிக்கும்.

ஈ. அழுத்தம். ________, ________ இவற்றை மட்டுமே பொருத்தது.

அழுக்கவிசை ________. ________, ________ இவற்றைப் பொறுத்தது ஆகும்.

உ. வெவ்வேறு வடிவங்கள் உள்ள, ஒன்றாக இணைக்கப்பட்ட கொள்கலனில் நீர்மம் ________ உயரத்தில் நிற்கும்.

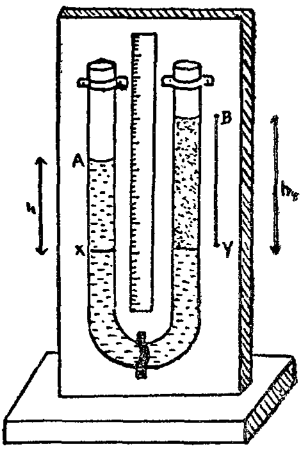
ஊ. பூமியின் பரப்பில் காற்றை நிரப்பி வானத்திற்கு செலுத்திய பலூன் மேலே செல்லச்செல்ல ________.

4. சமநிலை நீர்மத்தம்பங்கள்

'U' – வடிவக் குழாய்

நீ வீட்டிற்கு காய்கறி வாங்கப் போகிறாய். எவ்வாறு வாங்குகிறாய்? 1 கிலோ காய்கறி வாங்க, கடைக்காரர் தராசின் ஒரு தட்டில் 1 கிலோ எடைக் கல்லையும் மறு தட்டில் நீ கேட்ட காயையும் வைக்கிறார். இரண்டு தட்டுகளும் சமநிலையில் இருந்தால் காயின் எடை 1 கிலோ என்று எடுத்துக் கொள்கிறோம் அல்லவா?

1 மீட்டர் துணி வாங்குவதாகக் கொள்வோம். ஒரு மீட்டர் அளவு கோலின் அளவிற்கு சமமான நீளமுடைய துணியை 1 மீட்டர் துணி என்று வாங்குகிறோம். நாம் வாங்கும் பொருள்களினுடைய அளவிற்கு தகுந்த திட்டமான (Standard) அளவுகளை பயன்படுத்துகிறோம். இம்மாதிரியே ஒரு நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் காண, தெரிந்த அடர்த்தி எண்ணுள்ள நீர்மத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கிறோம். இரண்டு வெவ்வேறு அடர்த்தி எண்ணுள்ள நீர்மங்களை ஒன்றை ஒன்று தாங்கி சமநிலையில் நின்றால் அதை சமநிலை நீர்மத்தம்பங்கள் என்கிறோம். சமநிலை நீர்மத்தம்பங்கள் மூலமாக அடர்த்தி எண் காண பயன்படும் கருவிகள் இரண்டு. 1. 'U' வடிவக் குழாய் 2. ஹேரின் உபகரணம்.



U வடிவக்குழாயில் கலக்காத நீர்மம்

படம். 12

U வடிவக் குழாய்

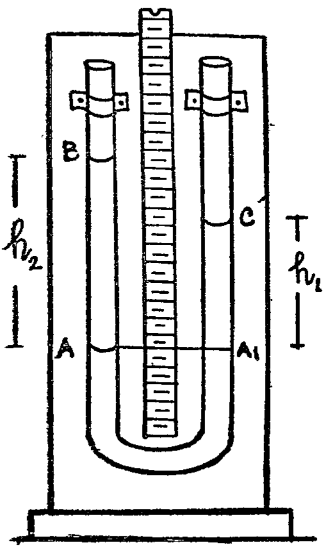
ஆங்கில எழுத்தான U வடிவத்தில் வளைத்து வைக்கப்பட்ட ஓரே சீரான குறுக்கு வெட்டுப் பரப்புள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை U வடிவக்குழாய் என்கிறோம். இதை மேசையின் மீது செங்குத்தாக நிற்க வைப்பதற்கேற்றவாறு ஒரு தாங்கியில்

பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இரு புயங்களுக்கு இடையே ஓர் அளவு கோல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

U வடிவக் குழாயை பயன்படுத்துதல்

இக்கருவியைக் கொண்டு நீருடன் கலக்காத எல்லா நீர்மங்களின் அடர்த்தி எண்ணையும் கணக்கிடலாம். ஆனால் நீருடன் கலக்கும் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணை காண வேண்டுமானால் இக்கருவியில் அவற்றோடு கலக்காத அடர்த்தி மிகுந்த பாதரசத்தை மூன்றாவது நீர்மமாக இதில் பயன்படுத்த வேண்டும்.

U வடிவக்குழாயில் அடர்த்தி எண்ணை கணக்கிடும் வாய்பாட்டை அடைதல்



'U' வடிவக்குழாயில் அடர்த்தி என் காணுதல்
படம். 13

படத்தில் U வடிவக் குழாயில் நீரும், நீருடன் கலக்காத நீர்மமும் ஒன்றை ஒன்று தாங்கி நிற்கின்றன. இரண்டு நீர்மங்களும் சந்திக்கும் A பொது மட்டம் எனப்படும். இதன் வழியாக AA_1 என்ற கிடைமட்டக் கோடு வரைவதாகக் கொள்வோம். அப்போது இம் மட்டத்திற்கு மேல் AB என்பது நீர்மத் தம்பமும் A_1C என்பது நீர்த்தம்பமும் ஆகும். இவற்றின் அடர்த்தி எண்கள் நீர் $= d_1$ நீர்மம் $= d_2$ எனக் கொள்வோம். நீர்த்தம்ப உயரம் h_1 என்றும் நீர்மத்தம்ப உயரம் h_2 எனவும் கொள்வோம். A_1 என்னும் புள்ளியில் நீரின் அழுத்தம் $= h_1 d_1$ ஆகும். A என்னும் புள்ளியில் நீர்மத்தின் அழுத்தம் $= h_2 d_2$ ஆகும். இரண்டு புள்ளிகளும் சம நிலையில் உள்ளதால் A யில் நீர்ம அழுத்தமும் A_1 ல் நீர் அழுத்தமும் சமம்.

$$h_2 d_2 = h_1 d_1$$

அல்லது $$\frac{d_2}{d_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

$$d_1 = 1. \therefore d_2 = \frac{h_1}{h_2}$$

அதாவது நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் $= \frac{\text{நீர்த்தம்ப உயரம்}}{\text{நீர்மத்தம்ப உயரம்}}$

நீருடன் கலக்காத மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண்ணை 'U' வடிவக் குழாயைக் கொண்டு கண்டுபிடித்தல்

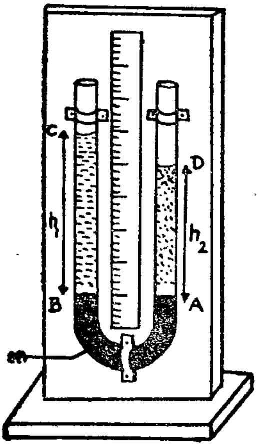
சுத்தமான U வடிவக் குழாயை மேசையின் மீது செங்குத்தாக நிற்கவை. அதன் ஒரு புயத்தில் அடர்த்தி எண் மிகுந்த நீர்மத்தை புனலின் உதவியால் பாதியளவிற்கு நிரப்பு. இங்கு இச்சோதனையில் நீரின் அடர்த்தி எண் அதிகம். ஆகையால் அதையே முதலில் ஊற்ற வேண்டும். காற்றுக் குமிழிகள் இருந்தால் நீக்க வேண்டும். பிறகு இரண்டாவது புயத்தில் மற்றொரு புனலைக்கொண்டு கொடுக்கப்பட்ட மண்ணெண்ணெயை சிறிதளவு ஊற்று. நீர்மங்கள் நிலையாக நிற்கும் வரை காத்திரு. அப்போது நீரும், எண்ணெயும் சந்திக்கும் பொது மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள். நீரின் மேல் மட்டத்தையும் எண்ணெயின் மேல் மட்டத்தையும் குறிக்க வேண்டும். ஒவ்வோர் ஆய்விலும் பொது மட்டத்திலிருந்து h_1, h_2 அளந்து அட்டவணைப் பகுதியில் குறிக்க வேண்டும். இம்மாதிரியே மண்ணெண்ணெயை சிறிது சிறிதாக மேலும் மேலும் அதே புயத்தில் ஊற்றி 5, 6, சோதனைகள் செய். எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும். அட்டவணையிலிருந்து நீர்த்தம்ப உயரத்தையும், நீர்மத்தம்ப உயரத்தையும் கணக்கிட வேண்டும். நீர்த்தம்ப உயரத்தை நீர்மத்தம்ப உயரத்தால் வகுக்கும்போது எல்லா சோதனைகளிலும் வரும் ஈவு ஏறக்குறைய சமமாக வருவதைக் காணலாம். இவற்றின் சராசரியை கணக்கிடல் வேண்டும். இச்சராசரியே மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண் ஆகும்.

சோதனை எண்	பொது மட்டம் A_1	நீரின் மேல் மட்டம் C	நீர்த் தம்ப உயரம் $C-A_1=h_1$	நீர்ம மேல் மட்டம் B	நீர்மத் தம்ப உயரம் $B-A=h_2$	நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் $\frac{h_1}{h_2}$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

சராசரி

அடர்த்தி எண்————————

நீருடன் கலக்கக்கூடிய நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் காணல்

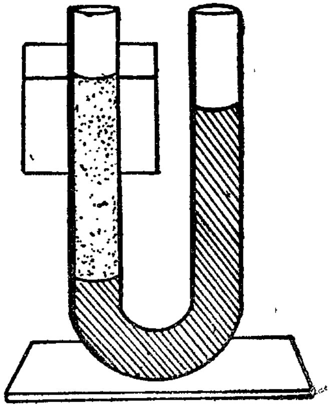


நீருடன் கலக்கும் நீர்மத்தின் அ. எண் காணல்
படம். 14

'U' வடிவக்* குழாயின் வளைந்த கீழ்முனை முழுவதும் பாதரசத்தால் நிரப்ப வேண்டும். பிறகு கருவியின் ஒரு புயத்தில் நீரை ஊற்றவேண்டும். இரண்டாவது புயத்தில் சிறிது சிறிதாக கொடுக்கப்பட்ட நீர்மத்தை ஊற்றி இரு புயங்களிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்கள் கிடைமட்டத்தில் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும். பிறகு பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் உள்ள நீர்த்தம்ப உயரத்தையும், நீர்மத்தம்ப உயரத்தையும் அளந்து அடர்த்தி எண்ணைக் காணலாம்.

* 'U' வடிவக் குழாய் சோதனையில் கவனிக்க வேண்டியவை

1. கருவி செங்குத்தாக நிற்க வேண்டும்.
2. காற்றுக் குமிழிகள் இல்லாதிருக்க வேண்டும்.
3. இடமாறு தோற்றபிழை இல்லாமல் அளவுகளை அளக்கவேண்டும். இதற்குக் கண்ணாடிக் குழாயின் பின்பு கோடிட்ட காகிதத்தை பிறைத்தலத்தை ஒட்டி பிடித்து கொள்ள வேண்டும். (படம். 15)
4. நீர்மங்களை ஊற்றும்போது தகுந்த தனித்தனி புனல்களை பயன்படுத்த வேண்டும்.
5. நீர்மங்களை புயங்களில் மாற்றி ஊற்றக் கூடாது.



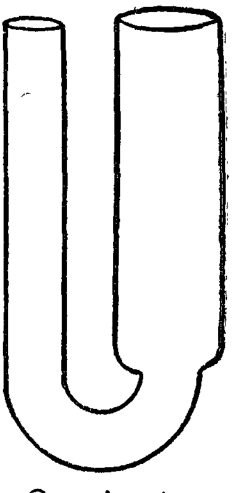
இடமாறு தோற்றப்பிழை இல்லாமல் அளக்க அமைப்பு
படம். 15

6. அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மத்தை முதலில் கருவியில் ஊற்றுவது நல்லது.
7. கலக்கும் நீர்மங்களாக இருந்தால் அது கலக்காத வினை புரியாத மூன்றாவது நீர்மத்தையும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

8. பாதரசத்தை மூன்றாவது நீர்மமாகப் பயன்படுத்தும் போது அதன் மட்டங்கள் ஒவ்வொரு ஆய்விலும் கிடைமட்டமாக இருக்கச் செய்ய வேண்டும்.

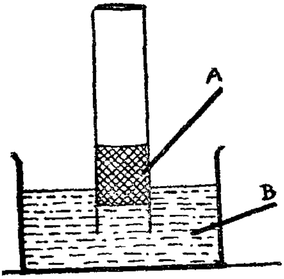
வினாக்கள்

1. சமநிலை நீர்மத்தம்பங்கள் என்றால் என்ன ?
2. U வடிவக் குழாயின் படம் வரைந்து காட்டு.
3. U வடிவக் குழாயைப் பற்றி குறிப்பு வரைக.
4. U வடிவக் குழாயைக் கொண்டு எத்தகையக் நீர்மங்களின் அடர்த்தி எண்களை எளிதில் காணலாம் ?
5. நீருடன் கலக்கும் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் காண U வடிவக் குழாயை எம்முறையில் பயன்படுத்துவாய் ?
6. U வடிவக் குழாயை பயன்படுத்தி மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண்ணை எவ்வாறு காண்பாய் ?
7. U வடிவக் குழாய் சோதனையில் நீ குறிக்கும் அளவுகளின் அட்டவணையை எழுது.
8. U வடிவக் குழாய் மூலமாக அடர்த்தி எண் காணல் வாய்பாட்டை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய் ?
9. U வடிவக்குழாய் சோதனை செய்யும் பொழுது கவனத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டியவை யாவை ?
10. உப்புக் கரைசலின் அடர்த்தி எண்ணைக் காண U வடிவக் குழாயை எப்படி பயன்படுத்துவாய் ?
11. ஒரு சோதனையில் மண்ணெண்ணெய் தம்ப உயரம் 15 செமீ. நீர்த்தம்ப உயரம் 12 செமீ. மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண் என்ன ?
12. 0·75 அடர்த்தி எண் உள்ள ஒரு நீர்மம் 9 செமீ. உயரமுள்ள நீர்த்தம்பத்தை தாங்குகிறது, என்றால் நீர்மத்தம்ப உயரத்தை கணக்கிடு.
13. இருபுயங்களும் சமமான குறுக்குப் பரப்பில்லாத U வடிவக் குழாயை அடர்த்தி எண் காண பயன்படுத்தலாமா ? காரணம் கூறு. (படம். 16)



இருபுயங்களும் சம குறுக்குப் பரப்பில்லாத U வடிவக் குழாய்
படம். 16

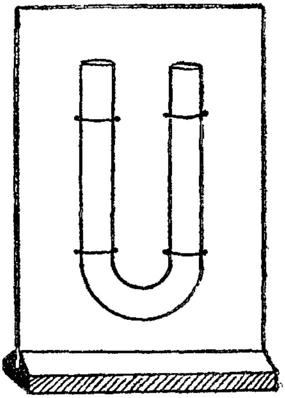
14. தொட்டி ஒன்றில் நீர் உள்ளது. அதில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை நுழைத்து அக்குழாயினுள் மண்ணெண்ணெய் ஊற்றப்படுகின்றது. இதைக்கொண்டு எண்ணெயின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிட முடியுமா? காரணம் கூறுக.



A—எண்ணெய் B—நீர்
படம். 17

செய்து பார்

1 செமீ. விட்டமுள்ள பிளாஸ்டிக் குழாயை ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்கு வாங்கு. அதை படத்தில் காட்டியுள்ளபடி வளைத்து ஒரு அட்டையிலோ, பிளைவுட்டிலோ பொறுத்து. அதை செங்குத்தாக நிறுத்துவதற்கு ஏற்றவாறு தாங்கியை பொருத்து. இப்போது U வடிவக் குழாய் தயாராகிவிட்டது. அதைக் கொண்டு உன் விட்டில் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் காணலாம்.



எளிய உபகரண தனிச் சோதனை
படம். 18

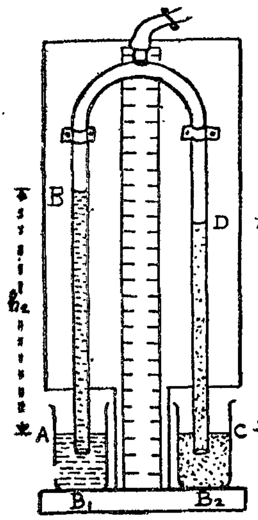
5. ஹேரின் உபகரணம்

U வடிவக் குழாயைக்கொண்டு ஒரு நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் காணும் சோதனையை முன்பாடத்தில் படித்தீர்கள் அல்லவா? அதில் நீருடன் கலக்கக்கூடிய நீர்மமாய் இருந்தால் சோதனை எளிதாக செய்யமுடியாது. அதற்காக நாம் வேறு ஒரு கருவியை பயன்படுத்துகிறோம். அது ஹேர் உபகரணமாகும்.

ஹேர் உபகரணத்தின் அமைப்பு

இக் கருவி படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் அமைந்துள்ளது. ஒரு U வடிவ குழாயை கவிழ்த்து வைத்த அமைப்பைப் போன்றுள்ளது எனலாம். ஒரு மரத்தாங்கியில் செங்குத்தாக நிறுத்துவதற்கு ஏற்றவாறு இது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் வளைந்தபகுதியின் இரப்பர் குழாயுடன் இணைந்து ஒரு போக்குக் குழாய் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு கவ்வியானது இரப்பர் குழாயை கட்டுப்படுத்துகிறது. ஹேர் உபகரணத்தில் புயங்களின் கீழ் கண்ணாடி குவளைகள் உள்ளன. அதில் ஒன்றில் நீரையும், மற்றொன்றில் நீருடன் கலக்கக்கூடிய மற்றொரு நீர்மத்தையும் எடுத்துக்கொள்ளலாம். இவ்விரு புயங்களுக்கு அருகில் ஓர் அளவு கோல் செங்குத்தாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து புயத்திலும் குவளையிலும் உள்ள நீர், நீர்ம மட்டங்களின் அளவு களை அறியலாம்.

ஹேர் உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்



ஹேரின் உபகரணம்
படம். 19

ஹேர் உபகரணத்தை மேசையின் மீது செங்குத்தாக நிறுத்தி வை. அதன் புயங்களில் கீழ்உள்ள ஒரு குவளையில் நீரையும் மற்றொன்றில் அடர்த்தி எண் காண கொடுக்கப்பட்ட நீர்மத்தையும் எடுத்துக்கொள். புயங் களின் முனைகள் நீர்மங்களில் நன்கு முழுகி இருக்கும் வண்ணம் பொருத்து.

இரப்பர் குழாயை பொருத்தியுள்ள கம்பியை தளர்த்தி வாயின்மூலம் கருவி யில் உள்ள காற்றை கவனமாக உறிஞ்சு. அப்போது கருவியின் புயங் களிலும் நீர்மங்கள் உயர்வதை காண லாம். கருவியின் முக்கால் உயரத் திற்கு நீர்மங்கள் உயர்ந்தவுடன் கவ்வியை இறுக மூடு. சிறிது நேரம் கருவியை உற்று கவனி. நீர்மமட்டங் கள் நிலையாக உள்ளதா என்று பார். (கவ்வியில் கசிவு இருந்தால் உயர்ந்த நீர்மமட்டங்கள் தானாகவே கீழ் இறங்கும். அப்போது கவ்வியை சரி செய்து காற்றுபுகா வண்ணம் இறுக மூடவேண்டும்).

குவளைகளில் உள்ள நீர்மட்டம், நீர்மமட்டம், புயங்களில் உள்ள நீர்மட்டம், நீர்மமட்டம் இவற்றைக் குறி. பிறகு கவ்வியை சிறிதளவு தளர்த்தி மட்டங்கள் வேறுபடும்படி செய்து அவைகளை குறித்து வைத்துக்கொள். இவ்வாறு ஐந்தாறு முறை செய்து எடுத்த அளவுகளை அட்டவணையில் குறித்துக்கொள்.

குவளையில் உள்ள நீர்மட்டத்திற்கும் புயத்தில் உள்ள நீர்மட்டத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு நீர்த்தம்ப உயரம் h_1 ஆகும். குவளையில் உள்ள நீர்ம மட்டத்திற்கும், புயத்தில் உள்ள நீர்ம மட்டத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு நீர்மத்தம்ப உயரம் h_2 ஆகும். நீர்த்தம்ப உயரத்தையும், நீர்மத்தம்ப உயரத்தையும் அள.

கணக்கிடுதல்

ஹேர் உபகரணத்தின் வளைந்த மேல் பகுதியில் காற்று உள்ளது. அது இரண்டு புயங்களிலும் உள்ள நீர் மட்டத்தையும், நீர்ம மட்டத்தையும் அழுத்துகிறது. அவ்வழுத்தங்கள் சமமாக இருப்பதால் நீர்ம மட்டங்கள் நிலையாக நிற்கின்றன. நீரின் மேல்நோக்கு அழுத்தத்தை அக்காற்று தாங்குகிறது. நீர்மத்தின் மேல்நோக்கு அழுத்தத்தையும் அதே காற்று தாங்குகிறது. உபகரணத்தில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் p என்க. இதில் நீர்த்தம்ப உயரம் h_1 என்றும், நீரின் அடர்த்தி d_1 என்றும் கொண்டால் நீரினால் ஏற்படும் மேல் நோக்கு அழுத்தம் $h_1 d_1$. நீர்மத்தம்ப உயரம் h_2 என்றும் நீர்மத்தின் அடர்த்தி d_2 என்றும் கொண்டால் நீர்மத்தினால் ஏற்படும் மேல்நோக்கு அழுத்தம் $h_2\, d_2$. இவ்விரண்டு அழுத்தங்களையும் அதே காற்று தாங்கி நிற்பதால்

$$h_2\, d_2 = h_1\, d_1$$

$$\therefore \frac{d_2}{d_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

$\frac{d_2}{d_1}$ = கொடுக்கப்பட்ட நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் ஆகும்.

அதனால் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் $= \dfrac{\text{நீர்த்தம்ப உயரம்}}{\text{நீர்மத்தம்ப உயரம்}}$

சோதனை எண்	நீர்		நீர்த் தம்ப உயரம் h_1	நீர்மம்		நீர்மத் தம்ப உயரம் h_2 =	$\frac{h_1}{h_2}$
	குவளையில் உள்ள மட்டம் C	புயத்தில் உள்ள மட்டம் D	= D−C	குவளையில் உள்ள மட்டம் A	புயத்தில் உள்ள மட்டம் B	B−A	
1.							
2.							
3.							

ஹேர் உபகரணச் சோதனையில் கவனிக்க வேண்டியவை

1. உபகரணம் செங்குத்தாக இருக்கவேண்டும்.
2. புயங்களில் கீழ் முனை நீர்மங்களில் நன்கு மூழ்கி இருக்க வேண்டும்.
3. காற்றுக் குமிழ்கள் இருக்கக் கூடாது.
4. கவ்வி மூலம் கசிவு ஏற்படாமல் இருக்க வேண்டும்.
5. உபகரணத்தின் உயரத்தில் முக்கால் பகுதிக்கு மேல் நீர்மங்களை உறிஞ்சக் கூடாது.
6. இடமாறு தோற்றப்பிழை இல்லாமல் மட்டங்களை அளக்க வேண்டும.
7. புயங்களின் கீழ் முனை அங்கு வைக்கப்பட்ட குவளையின் அடிப்பக்கத்தை தொடாமல் வைக்க வேண்டும்.

வினாக்கள்

1. எல்லா நீர்மங்களின் அடர்த்தி எண்ணை கண்டுபிடிக்க U வடிவக் குழாயை பயன்படுத்துவது இல்லை. ஏன்?
2. U வடிவ குழாயை விட ஹேர் உபகரணம் சிறந்தது. ஏன்?
3. ஹேர் உபகரணத்தின் படம் வரைந்து காட்டு.
4. உப்புக்கரைசலின் அடர்த்தி எண் காண எக்கருவியை பயன்படுத்துவாய்? U வடிவக்குழாய் (அ) ஹேர் உபகரணம்.

5. ஒரு ஹேர் உபகரணத்தைக் கொண்டு ஒரு நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் காணும் சோதனையை விவரி.

6. ஹேர் உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தும்போது கவனிக்க வேண்டியவை யாவை?

7. ஹேர் உபகரணச் சோதனையில் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் காணும் கணக்கீட்டு முறையை எழுது.

8. ஹேர் உபகரணத்தின் புயங்கள் நீர்மங்களில் நன்கு மூழ்கி இருக்க வேண்டும். ஏன்?

9. கவ்வியை தளர்த்தி உறிஞ்சும் போது ஹேர் உபகரண புயங்களில் நீர்மங்கள் உயரக் காரணம் என்ன?

10. 1·2 அடர்த்தி எண்ணுள்ள ஒரு நீர்மம் ஹேர் உபகரண புயத்தில் 25 செமீ. உயரம் நிற்கிறது. அது தாங்கும் நீர்த்தம்ப உயரம் என்ன?

11. ஒரு ஹேர் உபகரணத்தில் 16 செமீ. உயரமுள்ள நீர்த்தம்பம் 0·8 அடர்த்தி எண்ணுள்ள ஒரு நீர்மத் தம்பத்தை எவ்வளவு உயரம் தாங்கும்?

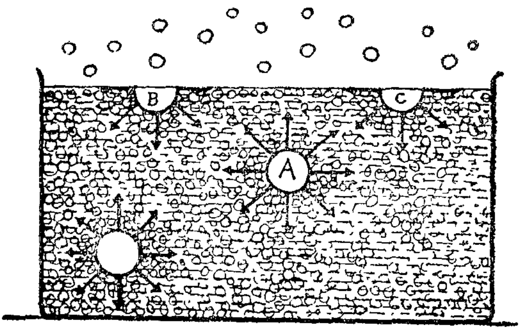
12. ஒரு ஹேர் உபகரணத்தில் 50 செமீ. உயர நீர்மத் தம்பத்தை 40 செமீ உயரமுள்ள நீர்த்தம்பம்தாங்கி நிற்கிறது. நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் என்ன?

6. பரப்பு இழுவிசை

எல்லா பொருள்களிலும் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அவற்றிடையே ஒருவித கவர்ச்சி விசை உள்ளது. அக் கவர்ச்சி விசை காரணமாக நீர்மங்களின் மேல் பரப்பில் பரப்பு இழுவிசை என்ற அதிசய நிகழ்ச்சி நடைப்பெறுகிறது.

நுண்ணணு பெருக்கி கருவியின் மூலம் நாம் பார்க்கும் நீரின் மூலக்கூறுகளை படத்தில் காண்கிறோம். இங்கொன்று அங்கொன்று மாக காட்டப்பட்ட புள்ளிகள் நீரின் ஆவி வடிவத்தையும் அடர்த்தி யாக அருகருகே காட்டப்பட்ட புள்ளிகள் நீரின் நீர்ம நிலையையும் காட்டுகிறது. A என்னுமிடத்தில் உள்ள நீரின் மூலக்கூறை கவனி. அது எல்லா பக்கங்களிலும் மற்ற மூலக் கூறுகளால் சூழப் பட்டுள்ளது. அதனால் அதன் மீது ஏற்படும் விசையானது எல்லா திசைகளிலும் சமமாக இருக்கும். எல்லாத்திசைகளிலும்

அதன்மீது ஏற்படும் சமவிசை காரணமாக அம்மூலக்கூறு இடம் பெயராமல் நிலைப்புத் தன்மை பெறுகிறது. நீரின் B, C என்ற



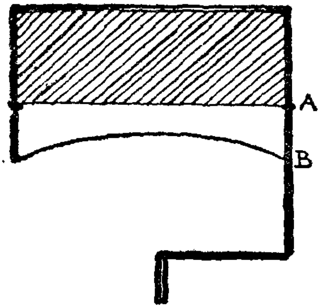
தொட்டியிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள்
படம். 20

இடங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளை கவனி. அதன் பக்கங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளால் கிடைமட்ட தளத்தில் சமமாக விசையைப் பெறுகிறது. அதற்கு கீழ் புறத்தில் அருகே மூலக்கூறுகள் உள்ளன. ஆனால் மேற்பக்கத்தில் சொற்ப அளவு மூலக்கூறுகளே உள்ளன. அதனால் B, C இடங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளின்மேல் மேலிருந்து கீழ் நோக்கி ஒரு தொகு விசை ஏற்படும். அதே தளத்தில் உள்ள இதர மூலக்கூறுகளின் மீதும் இம்மாதிரியே ஒரு கீழ் நோக்கு விசை ஏற்படுகிறது. இத்தகைய கீழ் நோக்கு விசையே நீர்மங்களின் பரப்பின்மீது ஏற்படும் "பரப்பு இழுவிசை" என்ற விந்தை நிகழ்ச்சிக்கு காரணமாகும்.

நீர்மங்களின் பரப்புத்தளத்தில் உள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளும் கீழ் நோக்கு விசையால் தாக்கப்படுகின்றன. அதனால் நீர்மங்களுக்கு தங்களுடைய தளப்பரப்பை குறைத்துக் கொள்ளும் பண்பு உண்டாகிறது. அதனாலேயே ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள நீர்மம் கிடைத்த நேரத்தில் தன் தளப்பரப்பை குறைத்துக் கொள்வதன் மூலம் கோள வடிவத்தை அடைகிறது. சுருங்கச் சொன்னால் நீர்மத்தின் மேல் பரப்பானது விரிந்து வைக்கப்பட்ட ஓர் இரப்பர் தளத்தைப்போல் செயல்படுகிறது.

ஒ நீர்மத்தின் பரப்பு ஓர் இரப்பர் தாளைப்போல் செயல் படுகிறது என்பதை எப்படி நிரூபிக்கலாம்? அதற்கு கீழ்கண்ட பரிசோதனையைச் செய்: படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஓர்

உலோக கம்பியை வளைத்துக்கொள். அதன் மீது நழுவிச் செல்லு மாறு ஒரு மெல்லிய கம்பியை 'ப' வடிவப்பகுதியில் கட்டு. இந்த அமைப்பை ஒரு சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்து எடு. அப்போது 'ப' வடிவ பகுதியில்சோப்பு படலம் ஏற்படுவதைக் காணலாம். மிக மிக கவனமாக மெல்லிய அசையும் உலோக கம்பியை நகர்த்தி 'B' என்ற நிலைக்கு கொண்டுவா. பிறகு விட்டு விடு. சோப்பு படலம் உடனேயே அசையும். உலோக கம்பியை பழைய நிலைக்கு இழுத்துச் செல்வதை காணலாம். ஓர் இரப்பரை இழுத்தப் பிறகு விட்டுவிட்டால் தன் பழைய நிலையை எவ்வாறு அது அடைகிறதோ, அம்மாதிரியே இந்த சோப்பு படலமும் செய்வதைக் காண்கிறாய். அதனால் நீர்மத்தின் பரப்பு ஓர் இழுத்து வைக்கப்பட்ட இரப்பர் பரப்பு தாளைப்போல் செயல்படுகிறது எனலாம்.



நீர்மத்தின் பரப்பு ஓர் இரப்பரைப் போன்று செயல்படுதல்
படம். 21

பரப்பு இழுவிசையை அளத்தல்

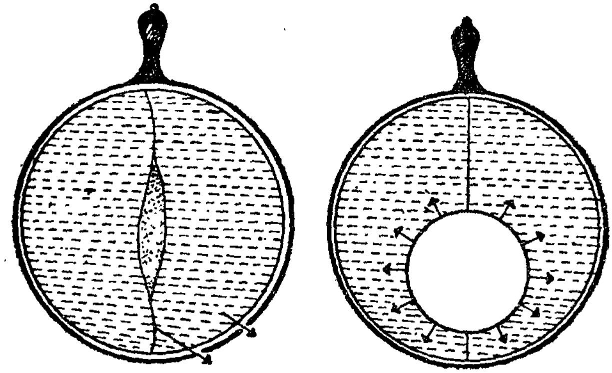
நீர்மத்தின் மேல்பரப்பு ஓர் இரப்பரைப்போல் செயல்படுவதால் ஏற்படும் பரப்புக் கவர்ச்சியை வெறும் விசையால் குறிப்பிடுவதில்லை. அதை டைன்/செமீ. (அ) 1 செமீக்கு இவ்வளவு டைன் (அ) N/m^2 என்று குறிக்கிறோம். நீர்மங்களுடைய பரப்பு இழு விசையானது வெவ்வேறாக உள்ளது. சோப்பு, அழுக்கை நீக்கும் வேதியல் பொருள்கள் போன்றவை நீர்மத்தின் பரப்பு இழுவிசையை குறைக்க வல்லன.

பரப்பு இழுவிசையால் வாழ்க்கைப் பயன்

இவ்விசைக் காரணமாக நீர்மங்கள் தானாகவே புவி ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக ஒடுங்கிய திறப்புகளில் உயர முடிகிறது, அதாவது தந்துகிக் கவர்ச்சி என்ற புதியபண்பை நீர்மங்கள் பெறுகின்றன. சில பொருள்கள் நீரில் நனைவதும் மற்றும் சில பொருள்கள் நீர்ப்பட்டாலும் ஒட்டாமல் இருப்பதும் இப்பரப்பு இழுவிசையினால் ஏற்படுகிறது. கூடாரங்கள், மழைக் கோட்டுகளில் நீர்புகாமல் இருப்பதற்கும் பரப்பு இழுவிசை காரணமாகிறது.

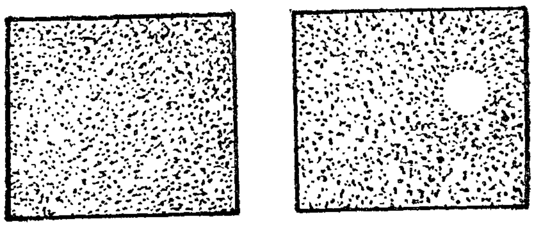
சிறு ஈயக்குண்டுகள் செய்வதற்கு உருகிய ஈயத்தை உயரமான கோபுரத்தின் உச்சியில் தெளிப்பார்கள். ஈயம் கீழ் நோக்கி விழும்போது பரப்பு இழுவிசை காரணமாக ஈயக் கோளங்களாக மாறுகிறது. குளிர்ந்த ஈயக்குண்டுகள் கோபுரத்தின் அடியில் படிகின்றது.

நீரின் பரப்பு இழுவிசையை செய்துக்காட்ட கீழ்கண்ட ஆய்வுகள் செய்துப் பார் :



சோப்புப் படலம்
படம். 22

1. உலோகக் கம்பி ஒன்றை படம். 22ல் காட்டியபடி ஒரு வளையமாக்கிக்கொள். அதில் ஒரு நூலைக்கட்டு. அதை சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்து எடு. அப்போது அந்த உலோக வளையில் சோப்புப் படலம் ஏற்படுகிறது. நூலுக்கிடையே உள்ளே சோப்புப் படலத்தை நீக்கு. அப்போது நூல் படத்தில் காட்டியபடி ஒழுங்கான வட்டமாக விறைத்து நிற்பதைக் காணலாம்.



லிக்கப்போடியம் தூள் தூவப்பட்ட நீர்.
படம். 23

2. ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் நீர் எடுத்துக் கொள். அதின் பரப்பின்மீது தூசிகளையோ, லிக்கோபோடியம்

பவுடரையோ தூவு. சோப்புக் கரைசலைத் தொட்ட உன் விரலையோ, ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியையோ அத்தொட்டி நீரை தொடும்படி செய்தால் மிக வேகமாக அத்தூசிகள் பக்கவாட்டில் இழுக்கப்பட்டு சிறு வட்டம் ஏற்படுவதைக் காணலாம்.

3. ஒரு பொம்மை வாத்தின் அடிப்பகுதியில் சிறிதளவு சோப்புக் கட்டியை கட்டி விடு. அதை நீருள்ள தொட்டியில் மிதக்க விடு. பொம்மை வாத்து இங்கும் அங்கும் தானாகவே நகருவதைக் கவனி. ஏனெனில் சோப்புப்பட்ட இடத்தில் பரப்பு இழுவிசை குறைகிறது. அதனால் ஏற்படும் விசை மாறுபாட்டால் வாத்து நகருகிறது.

தெரிந்து கொள்

எல்லா நீர்மங்களும் சிறிதளவு நிறையுள்ளபோது கோள வடிவை அடைகின்றன. பாதரசம் அம்மாதிரியே ஆனாலும் அதிக பாதரசத்தை சேர்க்கும்போது அக்கோளவடிவமானது மேல்புறத்தில் சிறிதளவு தட்டையாகிறது. இதைப் படம். 24 விளக்குகிறது. இது ஏன்? பாதரசம் அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மம். அதனால் பாதரசத்தின் அளவு கூடும்போது அதன் நிறை அதிகரிக்கிறது.

பாதரசத் துளி
படம். 24

இவ்விசையை ஈடச்செய்ய பாதரச கோளமானது தன்னுடைய புவிஈர்ப்புத் தானத்தை குறைக்கிறது. அதன் காரணமாக அதன் மேற்பரப்பு சிறிது தட்டையாகிறது. இங்கு பரப்பு இழுவிசை, புவிஈர்ப்பு விசை இரண்டின் காரணத்தினாலும் இதன் புறப்பரப்பு தட்டை ஆகிறது.

செய்து பார்

ஒரு தொட்டியில் நீர் எடுத்துக் கொண்டு ஒரு சிறிய மை உறிஞ்சித்தாளின் மீது ஊசி அல்லது பிளேடை வைத்து நீரில் மிதக்க விடு. சிறிது நேரத்தில் மை உறிஞ்சி தாள் நீரினுள் மூழ்கிவிடுகிறது. ஆனால் ஊசி அல்லது பிளேடு நீரில் மிதக்கிறது. காரணம் கூற முடியுமா?

வினாக்கள்

1. பரப்பு இழுவிசை ஏற்படக் காரணம் என்ன?
2. பரப்பு இழுவிசைக்கும் மூலக் கூறுகளுக்கிடையே உள்ள விசை கவர்ச்சி விசைதான் என்பதை விளக்கு.

3. குறைந்த நிறையுள்ள நீர்மம் கோள வடிவத்தை அடைவதேன்?

4. நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு இழுத்துக் கட்டப்பட்ட ஓர் இரப்பர் படலத்தைப்போல் உள்ளது என்று எவ்வாறு கூறலாம்?

5. பரப்பு இழுவிசையை குறிக்கும் அலகு யாவை?

6. பரப்பு இழுவிசையை குறைக்கும் பொருள்கள் யாது?

7. தாமரை இலைமீது நீர் பட்டால் ஒட்டுவதில்லை. ஏன்?

8. சாரணர்கள் அமைக்கும் கூடாரங்களில் மழையின்போது மழைநீர் உட்செல்வதில்லை. ஏன்?

9. ஈயக்குண்டு செய்ய எந்த சக்திப் பயன்படுகிறது?

10. நீரின் பரப்பு இழுவிசையைக் காட்ட ஒரு சோதனை யைக் கூறு.

11. பரப்பு இழுவிசையின் வாழ்க்கைப் பயன் என்ன?

12. துணிகளின் அழுக்கைப் போக்க சோப்பு பயன்படுத்து வதின் காரணம் என்ன?

13. பனித்துளிகள், பாதரசத்துளிகள் எவ்வடிவத்தை பெறு கின்றன? ஏன்?

14. காரணம் கூறுக

    1. ஒரு சுத்தமான கண்ணாடித்தட்டின் மீது விழுந்த நீர் பரவி அப்பரப்பை நனைக்கிறது. ஆனால் தூசு படிந்த அதே கண்ணாடி தட்டின் மீது விழும் நீர் கோளங்களாகி உருளு கின்றன. ஏன்?

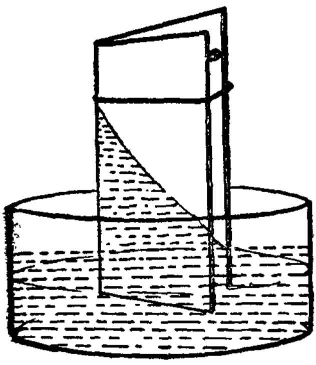
    2. ஓர் அட்டையில் மீன் வடிவத்தை வெட்டி எடு. அதன் வால் பகுதியில் சிறு துவாரம் இட்டு அதில் சிறிதளவு கற்பூரத்தை வை. அந்த அமைப்பை நீரில் விட்டால் என்ன நிகழுகிறது? ஏன்?

7. தந்துகிக்கவர்ச்சி

தானே மை நிரப்பிக்கொள்ளும் பேனாவில் மை நிரப்புவதைப் பார்த்திருக்கிறாயா? பேனாவை மைக்கூட்டினுள் செலுத்தி சிறிது நேரம் கழித்து எடுத்தால் அதில் மை தானாகவே நிரம்பி இருக்கும். இது எப்படி?

தாவரங்களின் தண்டுகளில் சத்து நீரானது எப்படித் தானாகவே உயருகிறது?

இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளை படத்தில் காட்டியுள்ளபடி சிறிது இடைவெளி விட்டுக் கட்டு. பிறகு நீரில் அதை வைக்கும் போது நீர் அதில் தானாகவே உயர்ந்து நிற்கிறது. ஏன்? மை உறிஞ்சித்தாளை மேசையின்மீது கொட்டிய மையின் மீது வைத்தால் என்ன நிகழ்கிறது? மை தானாகவே உறிஞ்சப்படுகிறது. ஏன்? இம்மாதிரியான பல நிகழ்ச்சிகளுக்கான காரணத்தை இப் பாடத்தில் தெரிந்துக் கொள்வோம்.



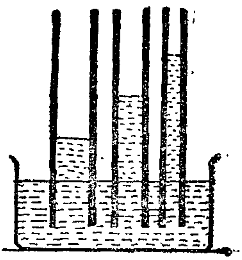
நீரில் நிற்கும் இரண்டு கண்ணாடி தகடுகள்
படம். 25

சென்ற பாடத்தில் பரப்பு இழுவிசையைப் பற்றி படித்தீர்கள். இந்த இழுவிசை காரணமாகவே ஒடுங்கிய திறப்புகளில் நீர்மங்கள் தானாகவே உயருகின்றன.

புவி ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக நீர்மங்கள் தானாகவே ஒடுங்கிய திறப்புகளில் உயரும் நிகழ்ச்சி தந்துகிக்கவர்ச்சி எனப்படும்.

தந்துகிக்கவர்ச்சி முறையில் நீர்மங்கள் உயருவது அவற்றின் அடர்த்தியையும், ஒடுங்கிய திறப்பின் அளவையும் பொருத்தது ஆகும்.

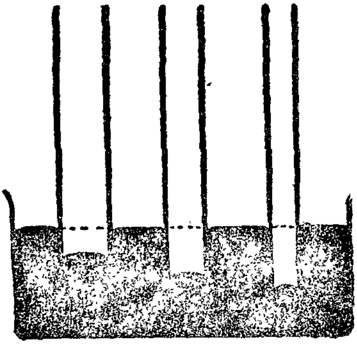
தந்துகிக்கவர்ச்சியை விளக்குதல்



நீரில் நிற்கும் தந்துகிக் குழாய்கள்.
படம். 26

வெவ்வேறு உள் விட்டமுள்ள பல கண்ணாடிக் குழாய்களை எடுத்துக்கொள். அவற்றை படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு தொட்டியில் உள்ள நீரில் நிற்கவை. நடப்பதைக் கவனி. முதல் குழாயில் குறைந்த உயரமும், மூன்றாவது குழாயில் அதிக உயரமும் நீர் உயர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். அடுத்து அதே குழாய்களைப்

பாதரசம் நிறைந்த தொட்டியில் நிற்கவை. இங்கு பாதரசம் குழாய்களில் உயராமல் தாழ்ந்து போனதைக் காணலாம். இங்கும் முதல் குழாயில் குறைந்த அளவைவிட இரண்டாவது குழாயில் பாதரச மட்டம் குறைந்துள்ளது. இது எதைக் காட்டுகிறது? குழாய்களில் உள் விட்டம் குறையக் குறைய தந்துகிக் கவர்ச்சி அதிகரிக்கிறது என்றும், அடர்த்தி குறைந்த நீர்மங்களில் இக் கவர்ச்சியால் நீர்மங்கள் உயருகின்றன என்றும், அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மங்களில் இக் கவர்ச்சியால் மட்டங்கள் குறைகின்றன என்றும் அறிகிறோம்.



பாதரசத்தில் நிற்கும் தந்துகிக் குழாய்கள்
படம். 27

தந்துகிக்கவர்ச்சியால் ஏற்படும் பலன்கள்

பூமிக்கடியில் உள்ள நீர் இதன் காரணமாகவே மேலே உயருகிறது. இந்த நீரை தாவரங்கள் உறிஞ்சி அதிகமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. இதை நுண்புழை நீர் என்றும் கூறுவார்கள்.

தாவரங்களின் தண்டுகளின் வழியாக சத்து நீர் தாவரத்தின் மற்ற பாகங்களுக்கு உயருகிறது.

இதே தத்துவத்தில் தான் தானே மை நிரப்பும் பேனா, மை உறிஞ்சித் தாள், டவல்கள் எல்லாம் செயல்படுகின்றன.

விளக்குகளில் உள்ள திரியின் பயன்கள்

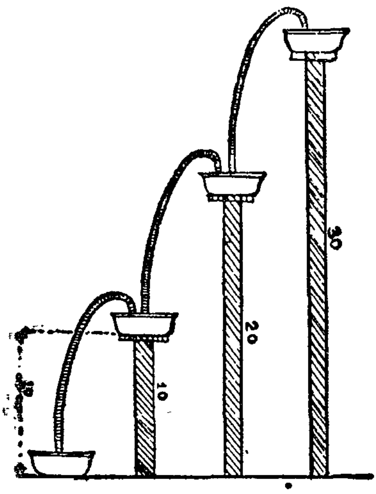
சாதாரணமாக எண்ணெய் விளக்குகளில் நூலினால் ஆன திரி ஒன்றை வைத்து விளக்கேற்றுவதைப் பார்த்திருக்கிறோம். விளக்கிலுள்ள எண்ணெயானது திரியின் வழியாக உயருகிறது. இங்கு திரியும், அது ஆக்கப்பட்ட நூலும் தந்துகிக் குழாய்போல் செயல்படுகின்றன. அதன் பலனாக தந்துகிக்கவர்ச்சி விசை ஏற்பட்டு எண்ணெய் தொடர்ந்து திரியில் உயருகிறது. விளக்கும்பிற்கு வெளியே திரி அதிக நீளம் நீட்டியிருந்தால் என்ன நிகழ்கிறது? கவனித்தாயா?

இம்மாதிரியே நீர் நிறைந்த வாளியில் உள்ள ஒரு துணியின் ஒரு முனையை வாளிக்கு வெளியே இழுத்து விட்டோமானால் வாளியிலுள்ள நீர் இழுத்துவிடப்பட்ட முனை வழியே வெளியேறு

கிறது. ஏன்? துணி இழைகளிடையே ஏற்படும் தந்துகி அமைப்பு ஒரு வடி குழாயாகவும் இங்கு செயல்படுகிறது.

சிந்தனைக்கு

மிகக் குறுகிய துவாரமுடைய ஒரு தந்துகிக் குழாயில் சுமார் 15 செமீ. உயரத்திற்கு நீர் உயரும். அப்படியானால் படம். 28ல் காட்டியுள்ளபடி ஓர் அமைப்பை உண்டாக்கி செலவில்லாமல் கீழிருந்து மேலே நீரைக் கொண்டு செல்லமுடியுமா? (விடை) முடியாது. காற்றழுத்தமும், புவிஈர்ப்பு விசை காரணமாக பரப்பு இழு விசையால் மட்டும் இதைச் செய்ய முடியாது.



படம். 28

வினாக்கள்

1. தந்துகிக் கவர்ச்சி என்றால் என்ன?
2. ஒரு தந்துகிக் குழாயை நீரிலும், பாதரசத்திலும் நுழைத்தால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கூறு.
3. தந்துகிக் கவர்ச்சியால் நீர்மம் உயர்வது எதைப் பொருத்தது?
4. வெவ்வேறு குழாய்களில் நீர் உயரும் அளவு மாறுபடும் என்பதை விளக்கு.
5. தந்துகிக் கவர்ச்சி வாழ்க்கையில் எவ்விதம் பயன்படுகிறது?
6. விளக்குத் திரியின் பயன் என்ன?
7. அகல் விளக்கில் உள்ள திரியை அகலிலிருந்து சிறிது நீளம் தொங்குமாறு செய்தால் என்ன நிகழும்?

8. நீர்மங்களின் பாகுநிலை

கீழ் வகுப்புகளில் நீங்கள் உராய்வைப்பற்றி படித்திருக்கிறீர்கள். இரண்டு பரப்புகள் ஒன்றின்மீது ஒன்று நகரும்போது அவற்றிடையே ஓர் எதிர்ப்பு விசை ஏற்படுகிறது. அதனால் அவைகள் தேய்கின்றன. அவற்றிடையே வெப்பம் உண்டாகிறது என்றெல்லாம் படித்திருக்கிறீர்கள். அவைகள் திண்மப்பொருள்கள். அத்தகைய தன்மை நீர்மப்பொருள்களிலும் உண்டா? நீர்மங்கள், வாயுக்கள் இவற்றில் உராய்வு உண்டாகுமா? அது அத்தகையது? இதைப்பற்றியெல்லாம் இப்பாடத்தில் தெரிந்துக்கொள்வீர்கள்.

சாதாரணமாக நீரில் நீந்திச் செல்லும்போதும் படகைத் துடுப்பால் தள்ளும்போதும் நீரில் ஒருவிதத் தடை அல்லது எதிர்ப்பு ஏற்படுவதை உணருகிறோம். அது எதைக் காட்டுகிறது? நீரிலும் உராய்வு விசை உள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது. இது எல்லா நீர்மங்களிலும் உண்டு. இந்த உராய்வு விசை அந்த நீர்மத்தின் பாகுநிலையால் உண்டாகிறது. பாகுநிலை குறைவாக உள்ள நீர்மங்களில் இவ்வுராய்வும் குறைவாக இருக்கும். பாகுநிலை அதிகம் உள்ள நீர்மங்களில் இதன் விசையும் அதிகமாக இருக்கும்.

பாகுநிலையை ஒப்பிடுதல்

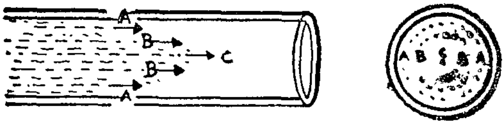
இரண்டு உயரமான ஜாடிகளை எடுத்துக்கொள். ஒன்றில் நீரையும், மற்றொன்றில் விளக்கெண்ணையும் எடுத்துக்கொள். ஜாடியின் வெளிப் பக்கத்தில் மேலிருந்து கீழாக அளவுகளைக் குறி. பிறகு இரண்டு ஜாடிகளிலும் சிறிய ஈயக் குண்டுகளைப் போடு. நீர் உள்ள ஜாடியில் அது அடிமட்டத்தை அடையும் நேரத்தையும், விளக்கெண்ணெய் உள்ள ஜாடியில் அடிமட்டத்தை அடையும் நேரத்தையும் கணக்கிடுக. ஈயக்குண்டு நீர் உள்ள ஜாடியில் வேகமாக விழுந்ததையும், விளக்கெண்ணெய் உள்ள ஜாடியில் மெதுவாக விழுந்ததையும் காணலாம். அதனால் பாகு நிலை அதிகம் உள்ள நீர்மங்களில் உராய்வுத்தன்மை அதிகம் என்றறிகிறோம்.

பாகுநிலையின் பயன்

உராய்வு ஏற்படுகின்ற இடங்களிலெல்லாம் அதைக் குறைக்க உயவு எண்ணெய்களை பயன்படுத்தவேண்டும். மிக நுட்பமான இயந்திரங்களுக்கு உயவு எண்ணெயின் பாகுநிலை மிக முக்கியமானது. பாகுநிலையை வைத்தே ஓர் எண்ணெய் உயவிடு நீர்மமாக பயன்படுத்தலாமா, கூடாதா என்று நிர்ணயக்கப்படுகிறது.

குழாய் வழியாகச் செல்லும் நீரின் உராய்வு விசை

ஒரு குழாய் வழியாக சீரான வேகத்தில் நீர் செல்லும்போது குழாயின் பக்கங்களைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் A,A படலம்



குழாய் வழியாக நீர்மம் செல்லுதல்

படம். 29

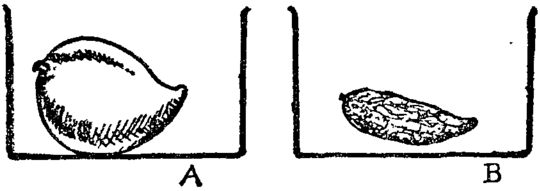
நிலையாகவே இருக்கிறது. ஆனால் அதற்கு அடுத்துள்ள படலம் (B) சலனத்தில் உள்ளது. மையப் பகுதியான (C) படலத்தில் நீர் வேகமாகப் பாய்கிறது. இவ்வாறாக குழாய் வழியாக செல்லும் நீரில் வெவ்வேறு வேகங்களில் செல்லும் படலங்கள் உண்டாகின்றன. அதனாலேயே அந்த படலங்களின் பரப்புகளில் உராய்வு விசை உண்டாகிறது, இதைப்பற்றியும், பாகுநிலை குணகம்போன்ற பல விவரங்களை நீங்கள் 11-ம், 12-ம் வகுப்புகளில் கற்றுக்கொள்வீர்கள். பாகுநிலையை ஒப்பிடுவதற்கு ஆஸ்வால்ட் என்ற அறிவியலார் அமைத்த ஆஸ்வால்ட் விஸ்கோமீட்டர் (Oswald Viscometer) பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. நீர்மங்களின் பாகுநிலை என்றால் என்ன?
2. பாகுநிலையை ஒப்பிட ஒரு சோதனையைக் கூறு?
3. பாகுநிலையின் பயன் என்ன?
4. குழாய் வழியாக செல்லும் நீரின் உராய்வு விசையை விளக்குக.
5. விளக்கெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய், உப்புக் கரைசல் இதில் எதற்கு பாகு நிலை அதிகம்?
6. ஒரு குடுவையிலுள்ள நீர் குடுவையை சாய்ப்பதின் மூலம் வேகமாக சொட்டுகிறது. ஆனால் தேன் குப்பியிலிருந்து தேன் மெதுவாக சொட்டுகிறது. ஏன்?

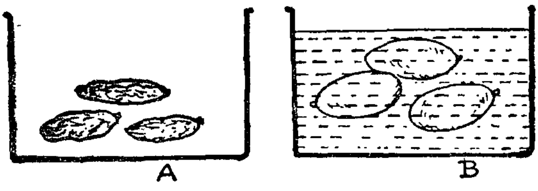
9. சவ்வூடு பரவுதல்

மாவடு ஊறுகாய் சாப்பிட்டு இருக்கிறாயா? மரத்தில் தொங்கும்போது குண்டு குண்டாக இருந்த சிறிய மாவடுப் பிஞ்சுகளை உப்புக் கரைசலில் ஊறவைத்து ஊறுகாய் செய்கிறார்கள். உப்புக் கரைசலில் ஊறிய மாங்காய் எப்படி இருக்கிறது; சுருங்கி உருத் தெரியாமல் காணப்படுகிறது அல்லவா?



A. மாவடு ஊறுவதற்கு முன் B. மாவடு ஊறியபின்.
படம். 30

உலர்ந்த திராட்சையை தண்ணீரில் போட்டு வை. சிறிது நேரம் கழித்துப் பார். சுருங்கி வற்றலாயிருந்த திராட்சை திரண்டு குண்டாக மாறியிருப்பதைக் காணலாம்.



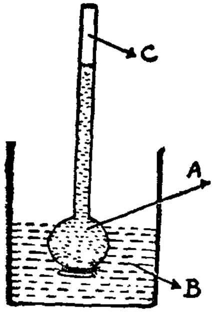
A. உலர்ந்த திராட்சை நீரில் போடுவதற்குமுன் B. திராட்சை நீரில் போட்டபின்.
படம். 31

மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளில் ஒரு புதிய பண்பைக் காண்கிறோம். ஒரு நிகழ்ச்சியில் காயிலிருந்து நீர்மம் வெளியேறி சுருங்குவதைக் காண்கிறோம். மற்றதில் நீர்மம் உள் நுழைந்து பருப்பதைக் காண்கிறோம். இது எப்படி ஏற்பட்டது என்று தெரிந்துக் கொள்ளலாமா?

பரிசோதனை

ஆய்வு கூடத்தில் உள்ள ஒரு விரிபுனலின் அகன்ற வாய்புறத்தில் ஆட்டு சவ்வைக்கட்டு. பிறகு அப்புனலினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு தாமிர சல்பேட் கரைசலை ஊற்று. புனல் காம்பில்

நீர்மட்டத்தைக் குறிக்க ஒரு நூலைக்கட்டு. இந்த அமைப்பை படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு முகவையிலுள்ள நீரில் செங்குத்தாக நிறுத்து. சிறிதுநேரம் கழித்துப் பார். புனலின் காம்பிலுள்ள நீர்மட்டம் உயர்ந்திருப்பதைக் காணலாம்.

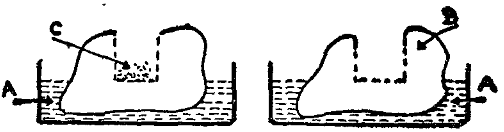


சவ்வூடு பரவல்
A. தாமிரசல்பேட் கரைசல். B. நீர். C. விரிபுனல்
படம். 32

புனலினுள்ள நீர்மத்தின் அடர்த்தி அதிகம். முகவையிலுள்ள நீரின் அடர்த்தி குறைவு. இரண்டையும் புனலின் வாயில் கட்டிய சவ்வு பிரிக்கிறது. அப்போது முகவையிலிருந்து புனலுக்குள்ளும், புனலிலிருந்து முகவைக்கும் நீர் மூலக்கூறுகள் நகருகின்றன. அம்மாதிரி நகரும்போது முகவையிலிருந்து புனலுக்குள் நுழைந்த நீர் மூலக்கூறுகள் அதிகமாகவும், புனலிலிருந்து முகவைக்கு வந்த நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைந்தும் உள்ளதால் புனலிலுள்ள நீர்மட்டம் உயருகிறது. இதையே சவ்வூடு பரவுதல் என்கிறோம்.

அடர்த்தி வித்தியாசமுள்ள இரு நீர்மங்கள் ஒரு சவ்வால் பிரிக்கப்படும்போது அடர்த்தி குறைந்த நீர்மத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் சவ்வின் வழியாக அடர்த்தி அதிகமுள்ள நீர்மத்தினுள் ஊடுருவும் நிகழ்ச்சி சவ்வூடு பரவுதல் எனப்படும்.

செய்துபார்



A. தொட்டி நீர் B. உருளைக்கிழங்கு C. சர்க்கரை.
படம். 33

ஓர் உருளைக் கிழங்கை எடுத்துக்கொள். அதில் தொட்டி போன்ற சிறு துளை செய்து அதனுள் சர்க்கரையைப் போடு இவ்வமைப்பை ஒரு தட்டிலுள்ள தண்ணீரில் நிற்கவை. சிறிது நேரம் கழித்துப் பார். நீர் உருளைக் கிழங்கினுள் ஊடுருவியிருக்கும்

இதே பரிசோதனையை ஒரு காரட்டை வைத்துச் செய்துபார்.

சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சியின் பயன்

தாவரங்களுடைய வேர்கள் பூமியை குடைந்து கொண்டு செல்லும்போது அங்குள்ள சத்துநீர் சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சி மூலம் வேர்தூவிகளில் நுழைகிறது. வேர்தூவிகளிலுள்ள செல்களின் செல்ரசம் அடர்த்தி மிகுந்தது. பூமியிலுள்ள சத்து நீர் அடர்த்தி குறைந்தது. வேர்தூவியின் செல் சுவர்கள் சவ்வாக செயல்பட்டு சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சி நடை பெறுகிறது. இம்மாதிரியே தாவரத்தின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு நீர் செல்வதற்கு இந்நிகழ்ச்சியே காரணமாகும்.

பிராணிகள் உட்கொள்ளும் உணவு சீரணிக்கப்பட்டபின் சிறுகுடலை அடைகிறது. அங்குள்ள குடல் உறிஞ்சிகளில் செரிக்கப்பட்ட உணவு கிரகிக்கப்படுகிறது. அதற்கு சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சி காரணமாகிறது. அதனால் செரித்த உணவு இரத்தத்துடன் கலக்கிறது.

வினாக்கள்

1. சவ்வூடு பரவுதல் என்றால் என்ன ?
2. சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சியை ஒரு சோதனை மூலம் விவரி.
3. சவ்வூடு பரவுதல் நிகழ்ச்சியின் பயன்கள் யாவை ?
4. காரணம் கூறு
   (a) உப்பு கரைசலில் ஊறிய மாவடு சுருங்குகிறது நீரில் ஊறும் உலர்ந்த திராட்சை பருக்கிறது.
   (b) ஒரு காரட்டினுள் சிறிதளவு உப்பை வைத்து அதை நீரினுள் நிற்க வைத்தால் சிறிது நேரம் கழித்து பார்த்தால் உப்பு உள்ள இடத்தில் நீர் சுரக்கிறது.

III. வெப்பம்

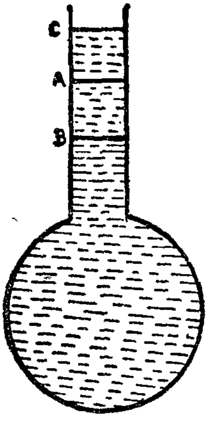
10. நீர்மங்களின் பெருக்கம்

பொருள்கள் யாவும் திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலைகளில் உள்ளன. இவற்றில் திண்மப் பொருளின் பெருக்கத்தைப்பற்றி முந்தைய வகுப்புகளில் படித்துள்ளீர்கள். இங்கு நீர்மப் பொருள்களின் பெருக்கத்தைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வோம்.

நீர்மங்களுக்கு திட்டமான உருவம் கிடையாது. அவை எப்போதும் கொள்கலனின் உருவத்தை அடைகின்றன. அதனால்

நீர்மங்களுக்கு கன அளவு உண்டு எனலாம். நீர்மங்களை சூடாக்கினால் அவை பருமனளவில் பெருக்கமடையும்.

இங்கு காட்டப்பட்டுள்ள படத்தை நன்கு கவனி. கண்ணாடியாலான இக் கொள்கலனில் தண்ணீர் உள்ளது. இதை வெப்பப்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். முதலில் நீரின் மேல் மட்டத்தைக் குறிப்போம். வெப்பப்படுத்தும்போது முதலில் கண்ணாடி வெப்பத்தினால் பெருக்கமடைகிறது. இன்னும் வெப்பம் நீரை அடையவில்லை எனக் கொள்வோம். அப்போது என்ன ஆகும்? கொள்கலன் மட்டும் முதலில் விரிவடைகிறது. அதனால் அதிலுள்ள நீரின் மட்டம் கீழிறங்குகிறது. சிறிது நேரத்தில் கலனின் உள்ள நீரும் வெப்பம் அடைந்து பெருக்கமடைகிறது. அப்போது அதன் மட்டம் உயர்ந்துக்கொண்டே செல்கிறது. படத்தில் '*A*' என்பது நீரின் ஆரம்ப மட்டம். '*B*' என்பது கண்ணாடி மட்டும்பெருக்கமடைந்தபோது உள்ள மட்டம். '*C*' என்பது நீரும் சேர்ந்து பெருக்கமடைந்த மட்டம்.



A. முதல் நீர்மட்டம்.
B. குடுவைமட்டும் வெப்பமடையும்போது நீர்மட்டம்.
C. குடுவையிலுள்ள நீரும் வெப்பமடையும் போது நீர்மட்டம்.
படம். 34

நீர்மத்தின் உண்மைப் பெருக்கம் = கொள்கலத்தின் பருமனளவுப்பெருக்கம் + நீர்மத்தின் தோற்றப் பெருக்கம்.

$$BC = BA + AC.$$

இதிலிருந்து என்ன அறிந்துக் கொள்கிறோம்? ஒரு நீர்மத்தை வெப்பப்படுத்தும்போது நம் கண்களுக்கு தெரிவது தோற்றப் பெருக்கமே. அது நீர்மத்தின் உண்மையான பெருக்கம் அல்ல. ஒரு நீர்மத்தின் உண்மையான பெருக்கம் காண கொள்கலத்தின் பெருக்கத்தையும் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். ஆக நீர்மங்களின் (1) தோற்றப் பெருக்கம் (2) உண்மையான பெருக்கம் என இரண்டு வகையான பருமனளவுப்பெருக்கம் உண்டாவதை அறிகிறோம்.

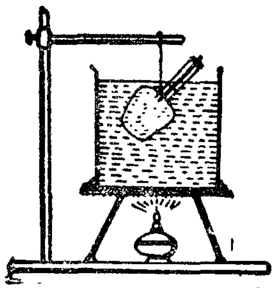
நீர்மத்தின் தோற்றப் பெருக்க எண்

கொள்கலத்தில் உள்ள அலகு பருமனளவு நீர்மம் 1°C வெப்பநிலை உயர்வால் அடையும் பெருக்கம் அதன் தோற்றப் பெருக்க எண் எனப்படும்.

நீர்மத்தின் தனிப்பெருக்கம் (அ) உண்மைப்பெருக்க எண்

1 கசெமீ. கன பருமனளவுள்ள நீர்மம் தன் வெப்ப நிலையில் 1°C வெப்ப நிலை உயர்வடையும்போது ஏற்படும் பெருக்கம் அதன் தனிப்பெருக்கம் (அ) உண்மைப்பெருக்கம் எனப்படும்.

தேங்காய் எண்ணெயின் தோற்றப்பெருக்க எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்



தோற்றப் பெருக்க எண் காணல்
படம். 35

25 மி. லி. அளவு கொண்ட ஓர் அடர்த்தி எண் சீசாவை சுத்தப்படுத்தி உலர்த்தி எடுத்துக் கொள். அடைப்பானோடு அதன் நிறையைக் கண்டுபிடி. பிறகு சிறு காற்றுக் குமிழ்கூட இல்லாமல் அதில் கொடுக்கப்பட்ட தேங்காய் எண்ணெயை ஊற்று. அடைப்பானைப் பொறுத்தி வெளிவழியும் எண்ணெயையும் நன்கு துடைத்துக்கொள், பிறகு மீண்டும் நிறை கண்டுபிடி. இவ்விரண்டு நிறைக்கும் உள்ள வித்தியாசம் எதைக் காட்டுகிறது? எடுத்துக்கொண்ட தேங்காய் எண்ணெயின் நிறை அல்லவா.

ஒரு முகவையில் பாதி அளவு நீர் எடுத்துக் கொள். ஒரு முக்காலித்தாங்கியின் மீதுள்ள கம்பி வலைமீது அதை வை. அடர்த்தி சீசாவை எண்ணெயுடன் அந்நீரில் ஒரு நூலில் கட்டித் தொங்கவிடு. கழுத்துவரை மூழ்கி இருக்குமாறுசெய். ஒரு கலக்கியால் நீரைக் கலக்கு. அதன் ஆரம்ப வெப்ப நிலையைக் குறி. சீரான வெப்பத்தைக் கொடுக்கும் ஒரு சாராய விளக்கின் உதவியால் முகவையை சூடாக்கு. முகவையிலுள்ள நீர் சூடடையும்போது அடர்த்தி எண் சீசாவிலுள்ள நீர்மமும் வெப்பமடைந்து விரிவடைகிறது. விரிவடைந்த நீர்மம் அடைப்பானில் உள்ள துவாரம் வழியாக வெளியேறுகிறது. மை ஒற்றுத்தாள் ஒன்றினால் வெளிவரும் நீர்மத்தைத் துடை. முகவையிலுள்ள நீர் நன்கு கொதித்து, அடர்த்தி எண் சீசாவிலிருந்து வெளிவழியும் நீர்மம் நிற்கும் வரை காத்திரு. கொதிநீரின் அப்போதைய வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு அடர்த்தி எண் சீசாவை வெளியிலெடுத்துக் குளிரச்செய். அதன் அப்போதைய நிறையைக் கண்டுபிடி. எடுத்த அளவுகளை கீழ்க்கண்ட முறையில் அட்டவணைப்படுத்து:

(இச்சோதனையில் அடர்த்தி எண் சீசாவிலுள்ள நீர்மத்தின் அடர்த்தி சீராக இருக்குமாதலால் அதன் கன அளவிற்கு பதிலாக நிறையையே நாம் சோதனையில் எடுத்துக் கொள்கிறோம்).

அட்டவணை

காலி அடர்த்தி எண் சீசாவின் நிறை	$= W_1$ கி
அடர்த்தி எண் சீசா + தே. எண். நிறை	$= W_2$ கி
அடர்த்தி எண் சீசா + மீதமுள்ள தே. எண். நிறை	$= W_3$ கி
ஆரம்ப வெப்ப நிலை	$= t_1$°C
நீரின் கொதி நிலை (முடிவு வெப்ப நிலை)	$= t_2$°C
மீதமுள்ள தே. எண்ணெய் நிறை	$= (W_3 - W_1)$ கி
விரிவடைந்து வெளியேறிய தே. எண்ணெய் நிறை	$= (W_2 - W_3)$ கி

$(W_3 - W_1)$ கி நிறையுள்ள தே. எ. t_1°C லிருந்து t_2°C வரை வெப்பப்படுத்தினால் அடையும் பெருக்கம் $(W_2 - W_3)$ கி ஆகும். ஆக 1கி எடையுள்ள தே. எ. 1°C வெப்ப உயர்வு அடையச்செய்தால் அடையும் பெருக்கம்

$$= \frac{W_2 - W_3}{(W_3 - W_1)(t_2 - t_1)}$$

இதையே தே. எண்ணெயின் தோற்றப் பெருக்க எண் என்கிறோம்.

நீர்மத்தின் தனிப்பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடல்

மேற்கூறிய முறையில் நீர்மத்தின் தோற்றப்பெருக்க எண்ணை முதலில் கணக்கிடு. பிறகு அந்நீர்மம் உள்ள கண்ணாடியின் பருமப்பெருக்க எண்ணை அதனுடன் கூட்டினால் கிடைப்பது நீர்மத்தின் தனிப்பெருக்க எண் ஆகும்.

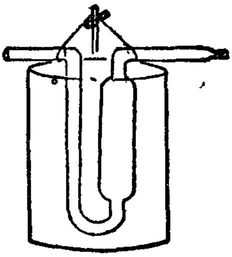
தெரிந்து கொள்

அடர்த்தி எண் சீசாவிற்கு பதிலாக படத்தில் காட்டியுள்ள வடிவமைப்பு உடைய கண்ணாடிக் கலனையும் இப்பரி

சோதனைக்கு பயன்படுத்தலாம். அதற்கு "பைக்கினோமீட்டர்" என்று பெயர். இதனைப் பயன்படுத்தும் முறையைத் தெரிந்துக் கொள்.

வினாக்கள்

1. நீர்மங்கள் பருமனளவில் மட்டுமே பெருக்கமடையும் என்று எவ்வாறு கூறலாம்?
2. நீர்மத்தின் தோற்றப்பெருக்க எண் என்றால் என்ன?
3. நீர்மத்தின் தனிப்பெருக்க எண் என்றால் என்ன?



பைக்கினோ மீட்டர்.
படம். 36

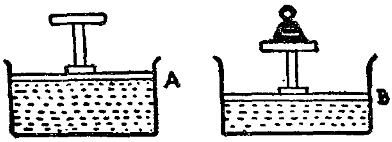
4. நீர்மங்களின் தனிப்பெருக்க எண்ணிற்கும், தோற்றப் பெருக்க எண்ணிற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?
5. வெப்பமானியில் பாதரச குமிழை வெந்நீரில் வைக்கும் போது முதலில் என்ன நிகழும்? காரணம் கூறுக.
6. தேங்காய் எண்ணெய்யின் தோற்றப் பெருக்க எண்ணை எவ்வாறு சோதனை மூலம் கணக்கிடுவாய்?
7. அடர்த்தி எண் சீசாவிற்கு பதிலாக நீர்மத்தின் தோற்றப் பெருக்க எண்ணைக் காண் உதவும் சாதனம் எது?
8. ஒரு நீர்மத்தின் தனிப்பெருக்க எண்ணை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?
9. காலி அடர்த்தி எண் சீசாவின் நிறை 24·53 கி. அதில் ஒரு நீர்மத்தை நிரப்பியவுடன் நிறை 51·30 கி. அதை 25°C யிலிருந்து 100°C வரையில் வெப்பப்படுத்தினால் பிறகு மீதமுள்ள நீர்மத்துடன் சீசாவின் நிறை 49·53 கி என்றால் நீர்மத்தின் தோற்றப்பெருக்க எண்ணை கணக்கிடு.

பயிற்சி

உனது ஆய்வகத்தில் டர்பைன்டைன் எண்ணெயின் தோற்றப்பெருக்க எண்ணை கண்டுபிடிக்கும் சோதனையைச் செய்.

11. பாயில் விதி

காற்றடிக்கும் பம்ப் ஒன்றை எடுத்துக்கொள். அதன் அடி முனையை கையினால் மூடி பிஸ்டனை அழுத்து. பிஸ்டனுக்கு அடியிலுள்ள காற்றின் அழுத்தம் அதிகரிப்பதை உன் கை உணரும். அதே சமயத்தில் பிஸ்டனுக்கு அடியிலுள்ள காற்றின் அளவைக் கவனி. அது குறைந்து கொண்டே வருகிறது. கையின் அழுத்தம் அதிகரித்துக்கொண்டே வருகிறது.



அழுத்தம் - கன அளவு தொடர்பு
படம். 37

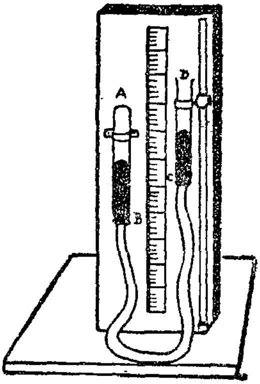
படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஓர் அமைப்பை அமைத்துக் கொள். பிஸ்டன் உள்ள இடத்தை 'A' என்றும் குறி. பிறகு அதன்மீது 5 கி.கி. எடையை வை. பிஸ்டன் நகர்ந்து 'B' என்ற இடத்தை அடைகிறது. கலத்தில் பிஸ்டனுக்கு அடியில் காற்று உள்ளது. முதலில் அதன் கன அளவு 'A' அளவு இருந்தது. எடை வைத்த பிறகு அதன் கன அளவு 'B' அளவு ஆயிற்று.

மேற்கூறியவாறு பல சோதனைகளை செய்து ஒரு வாயுவின் அழுத்தத்திற்கும், கன அளவிற்கும் உள்ள தொடர்பை இராபர்ட் பாயில் என்ற அயர்லாந்து அறிவியல் அறிஞர் கண்டறிந்தார். அவர் கண்டறிந்த உண்மைகளை ஒரு விதியின்மூலம் வெளியிட்டார். அதாவது 'வெப்பநிலை மாறாதபோது ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வாயுவின் அழுத்தமும் கன அளவும் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும்'. மாறாத வெப்ப நிலையில் ஒரு வாயுவின் அழுத்தம் P என்றும் கன அளவு V என்றும் கொண்டால் $P \times V$ என்பது ஒரு மாறாத எண். வெப்ப நிலை மாறாதபோது வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் அவ்வாயுவின் கன அளவுகளை அளந்தோமானால் பாயில் விதிப்படி $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3 = P_4 \times V_4$

பாயில் விதியை மெய்ப்பித்தல்

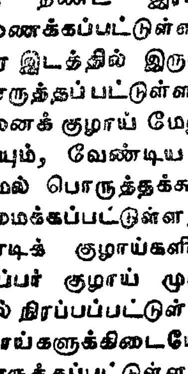
பாயில் விதியை சரிபார்க்க பாயில் விதி உபகரணம் உதவுகிறது. இக் கருவி படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அமைந்துள்ளது.

இதில் இரண்டு கண்ணாடிக் குழாய்கள் உள்ளன. ஒன்று இருபுறமும் திறந்த கண்ணாடிக் குழாய் (*CD*). மற்றொன்று ஒருபுறம் மூடியும் மறுபுறம் திறந்தும் உள்ள கண்ணாடிக் குழாய் (*AB*). இவ்விரண்டுக் கண்ணாடிக் குழாய்களும் ஒரு நீண்ட இரப்பர் குழாயினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூடிய குழாய் ஒரே இடத்தில் இருக்கும்படி நகராமல் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. திறந்த முனைக் குழாய் மேலும் கீழும் நகரும்படியும், வேண்டிய இடத்தில் அசையாமல் பொருத்தக்கூடிய வசதியுடன் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இரு கண்ணாடிக் குழாய்களிலும் சிறிதளவும் இரப்பர் குழாய் முழுவதும் பாதரசத்தால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. கண்ணாடிக் குழாய்களுக்கிடையே ஓர் அளவுகோல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதைக்கொண்டு பாதரச மட்டங்களின் அளவுகளைத் தெரிந்துக்கொள்ளலாம். மூடியமுனைக் குழாயில் பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் காற்று அடைபட்டுள்ளது.



பாயில் விதி கருவி.
படம். 38

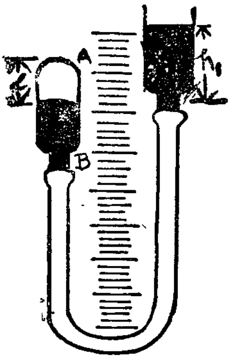
பாயில் விதிக் கருவியின் மூடிய முனைக் குழாயில் அடைப்பட்டுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தையும், கன அளவையும் அளந்து நாம் பாயில் விதியை மெய்ப்பிக்கலாம். இக் கருவியில் மூடிய முனை குழாயின் குறுக்குப் பரப்பு 1 சசெமீ. ஆனதால் அடைப்பட்ட காற்றுத்தம்பத்தையே அதன் கன அளவாக கொள்கிறோம். ஆகையால் ஒவ்வொரு சோதனையிலும் மூடிய முனைக் குழாய் முனையிலிருந்து அதே குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் வரை உள்ள காற்றுத்தம்பத்தின் உயரமே அதன் கன அளவு ஆகும்.



அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தமும் வெளி காற்றின் அழுத்தமும் சமம்.
படம். 39

முதல் சோதனையில் அடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தத்தை வெளிக் காற்றின் அழுத்தத்திற்கு சமமாக்குவோம். இதற்கு திறந்த முனைக் குழாயை நகர்த்தி, அதிலுள்ள பாதரசமட்டமானது மூடிய முனைக் குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டத்திற்கு சமமாக இருக்கும்படி செய்யவேண்டும். பாதரச மட்டங்கள் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்கும்போது வெளிக் காற்றின்

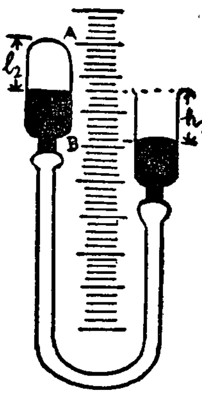
அழுத்தமும், அடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தமும் சமம். மூடிய முனையிலிருந்து அதே குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம்வரை உள்ள உயரத்தை அள.



அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வெளிக் காற்றின் அழுத்தத்தை விட அதிகம்
படம். 40

அடுத்து வெளிக்காற்றின் அழுத்தத்தை விட அடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் அதிகரிக்கும்படி செய்யவேண்டும். இதற்கு திறந்த முனைக் குழாயை மேலே உயர்த்த வேண்டும். அப்படி செய்யும்போது என்ன நடக்கிறது என்பதை கவனி. திறந்த முனைக் குழாயில் பாதரச மட்டம் உயருகிறது. அதனால் அடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. திறந்த முனைக் குழாய், மூடிய முனைக் குழாய் இவற்றிலுள்ளவித்தியாசம் அழுத்த அதிகரிப்பைக் குறிக்கிறது. அடைப்பட்ட காற்றுத் தம்பத்தின் உயரத்தை அள. திறந்த முனைக்குழாயை இம்மாதிரி சிறிது சிறிதாக மேலே உயர்த்தி இரண்டு, மூன்று நிலைகளைச் செய்.

பிறகு அடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் வெளிக்காற்றின் அழுத்தத்தைவிட குறைவுபடச் செய்ய வேண்டும். இதற்கு திறந்த முனைக்குழாயை கீழிறக்க வேண்டும். இப்போது பாதரச மட்டம் உயருகிறது. மூடிய குழாயில் பாதரசம் குறைகிறது. ஆகையால் இச்சோதனையில் கவனமாக இருக்கவேண்டும். தேவைக்கு மேல் திறந்த முனைக் குழாயை கீழிறக்கினால் அக் குழாயில் முழுவதும் பாதரசம் திரம்பி வெளியே சிதறக்கூடும். ஆகையால் அம்மாதிரி நடக்காவண்ணம் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்கு கீழே திறந்த முனைக்குழாயை இறக்கக் கூடாது. இப்போது திறந்த முனைக் குழாய், மூடிய முனைக்குழாய் இவற்றில் உள்ள பாதரசமட்டங்களைக் குறி. அவற்றிற்குள்ள வித்தியாசம் அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தக் குறையைக் காட்டுகிறது. அடைபட்ட காற்றுத் தம்பத்தின் நீளத்தை அள. இம்மாதிரி இரண்டு மூன்று சோதனைகளைச் செய்.



அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வெளிக் காற்றின் அழுத்தத்தை விட குறைவு
படம். 41

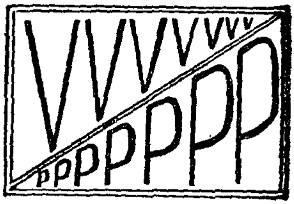
மேற்கூறியவாறு செய்த சோதனைகளின் அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. அட்டவணையிலிருந்து பெருக்கல் பலன்களை

காண். எல்லா சோதனைகளிலும் அது சமமாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். இதிலிருந்து பாயில்விதி மெய்ப்பிக்கப்பட்டதாக கொள்ளலாம்.

சோ. எண்	வெளிக் காற்றின் அழுத்தம் A	மூடிய முனைக் குழாயில் மேல் முனை அளவு T	மூடிய முனைக் குழாயில் பாதரச மட்ட அளவு Q	அடைபட்ட காற்றின் நீளம் கன அளவு T - Q = V	திறந்த முனைக் குழாயில் பாதரச மட்டம் R	பாதரச மட்டங்களின் வித்தியாசம் n = R-Q	அடைப்பட்டக் காற்றின் அழுத்தம் A ± h = P	P × V

1. பாயில் விதியை சுலபமாக நினைவில் கொள்ள கீழ்க்கண்ட படத்தைப் பயன்படுத்தலாம். எப்படி என்று உன்னால் விளக்கமுடியுமா?

2. பொதுவாக எல்லா வாயுக்களும் பாயில் விதிக்கும் உட்பட்டவையே ஆகும். ஆனால் சில விதிவிலக்காக செயல்படுகின்றன. இதைப் பற்றி ஆவி அழுத்தம் என்ற பாடத்தில் தெரிந்துகொள்வோம்.



அழுத்தமும் கனஅளவும் எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது.
படம். 42

வினாக்கள்

1. வாயுவின் கனஅளவு குறைந்துகொண்டே சென்றால் அதன் அழுத்தம் எவ்வாறு மாறும்?

2. வாயுவின் அழுத்தத்திற்கும், கன அளவிற்கும் உள்ள தொடர்பைப்பற்றி ஆராய்ந்த அறிவியல் அறிஞர் யார்?

3. பாயில் விதியைக் கூறு.

4. பாயில் விதியில் "மாறா வெப்பநிலையில்" என்ற நிபந்தனை ஏன் கூறப்படுகிறது?

5. பாயில் விதியை மெய்ப்பிக்க உதவும் கருவியின் படம் வரைக.

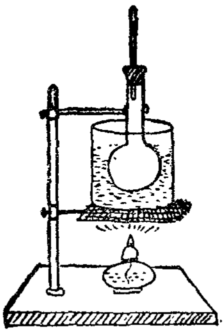
6. பாயில் விதியை மெய்பிக்கும் சோதனையைக் கூறுக.
7. பாயில் விதிக் கருவியில் அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் எவ்வாறு மாற்றப்படுகிறது ?
8. திறந்த முனைக் குழாயை ஓர் எல்லைக்கு கீழே இறக்கக் கூடாது. ஏன் ?

12. வாயுக்களின் பெருக்கம்

உலகில் காணப்படும் பொருள்களை திண்ம, நீர்ம, வாயு என்று மூன்று நிலைப்படுத்தலாம் என்பதை கீழ் வகுப்புகளில் நீங்கள் படித்துள்ளீர்கள். மேலும் இவை வெப்பத்தினால் பெருக்கமடைகின்றன என்றும் படித்துள்ளீர்கள். திண்மப் பொருளும் நீர்மப் பொருளும் பருமனளவில் மட்டும்தான் பெருக்கமடைகின்றன. ஆனால் வாயுக்களைப் பொருத்தவரையில் அவற்றிற்கு இருவித பெருக்கங்கள் உள்ளன. (1) பருமனளவு பெருக்கம், (2) அழுத்தப்பெருக்கம். அழுத்தம் மாறாதபோது வாயுக்கள் பருமனளவுப் பெருக்கமும், பருமனளவு மாறாதபோது அழுத்தப்பெருக்கமும் பெறுகின்றன.

வாயுக்களின் பருமனளவுப் பெருக்கம்

இச்சோதனைக்கு ஒரு 250 CC சோதனைக் குடுவையை எடுத்துக் கொள். அதை ஒரு துளை அடைப்பானால் மூடு. கசிவு இல்லாமல் இருக்கிறதா என்று கவனி. துளை வழியாக ஒரு தந்துகிக் குழாயைச் சொருகு. மிகக் கவனமாக குடுவையை வெதுவெதுப்பாக்கி, தந்துகிக் குழாயினுள் சுமார் 1 செமீ. நீளத்திற்கு பாதரசம் தங்கும்படி செய். பிறகு குடுவையை படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு தொட்டியில் உள்ள நீரில் வை. அந்நீரை வெப்பப்படுத்து. குடுவையிலுள்ள காற்று தந்துகிக் குழாயிலுள்ள பாதரசத்தம்பத்தாலும், வெளிகாற்றின் அழுத்தத்தாலும் அழுத்தப்படுகிறது. ஆகையால் சோதனையின் போது குடுவையிலுள்ள காற்று மாறா அழுத்தத்தில் உள்ளது. நீர் வெப்பமடைந்து குடுவையிலுள்ள காற்றை சூடாக்குகிறது. அப்போது தந்துகிக் குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டத்தைக் கவனி. அது மெதுவாக உயருவதைக் காணலாம். அதாவது மாறாத அழுத்தத்திலுள்ள



வாயுவின் பருமனளவுப் பெருக்கம்
படம். 43

வாயுவை வெப்பப்படுத்தினால் அது பருமனளவு பெருக்கம் அடைகிறது.

வாயுக்களின் அழுத்தப் பெருக்கம்

வாயுக்களின் பருமனளவு மாறாதபோது அவை வெப்பத்தால் அழுத்தப் பெருக்கம் அடைகின்றன. இதற்குமுன் கூறியது போலவே 250 CC. குடுவையை எடுத்துக்கொள். அதன் வாயில் துளையே இல்லாதபடி அடைப்பானால் இறுக மூடு. கசிவு ஏற்படாமல் உள்ளதா என்று கவனி இப்போது குடுவையில் அடைபட்ட காற்றின் பருமனளவு மாறாதது ஆகும் இந்த அமைப்பை வெப்பப் படுத்து. அப்போது வெப்பத்தின் காரணமாக குடுவையிலுள்ள காற்று பருமனளவு பெருக்கமடைய முயற்சிக்கும். ஆனால் அதற்கு வழி இல்லை. மேலும் மேலும் குடுவையை வெப்பப்படுத்தினால் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் குடுவை வெடித்துவிடும். குடுவையினுள் ஏற்பட்ட அழுத்த அதிகரிப்பை அக்குடுவை தாங்கமுடியாததே இதற்கு காரணம். இதிலிருந்து மாறாத பருமனளவில் வாயு வெப்பத்தால் அழுத்தப்பெருக்கம் அடைகிறது என அறிகிறோம்.

மேற்கூறிய சோதனைகளை அடைபட்ட காற்றுக்குப் பதிலாக வேறு வாயுக்களை பயன்படுத்தினால் மேற்கூறிய விளைவு களையே நாம் காண்கிறோம்.

திண்ம, நீர்மப் பொருள்களின் பெருக்கங்களைவிட வாயுக் களின் பெருக்கம் மிக அதிகம். அதனாலேயே $0°C$ல் வாயுவின் அழுத்தத்தையும், பருமனளவையும் தொடக்க அளவுகளாக எடுத் துக்கொள்கிறோம்.

வரையறைகள்

(1) வாயுக்களின் பருமனளவு பெருக்க எண்

அழுத்தம் மாறாதிருக்கும்போது வாயுவின் $1°C$ வெப்ப நிலை உயர்வால் ஏற்படும் பருமனளவு பெருக்கத்திற்கும், அதே வாயு $0°C$ அளவில் இருந்த பருமனுக்கும் உள்ள விகிதம் அவ்வாயுவின் பருமனளவு பெருக்க எண் எனப்படும்.

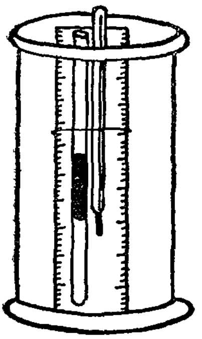
(2) வாயுக்களின் அழுத்தப் பெருக்க எண்

மாறாத பருமனளவு உள்ள வாயுவின் வெப்ப நிலை $1°C$ உயர் வடையும்போது ஏற்படும் அழுத்தப் பெருக்கத்திற்கும், அதே

அளவு வாயுவின் $0°C$ல் இருந்த அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம் அந்த வாயுவின் அழுத்தப் பெருக்க எண் எனப்படும்.

ஒரு வாயுவின் பருமனளவு பெருக்க எண்ணைக் கண்டுப்பிடித்தல்

ஒரு மீட்டர் நீள தந்துகிக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அதன் ஒரு முனையில் இரப்பர் குழாயை பொருத்தி அத்தந்துகிக் குழாயி னுள் 10 செமீ. பாதரசப்புரி (pellet) ஏற்றும்படி உறிஞ்சிக் குழாயின் மையப் பகுதிக்கு பாதரசப்புரியை நகர்த்து. பிறகு குழாயின் ஒரு முனையை உருக்கி மூடிவிடு. இரப்பர் குழாயையும் எடுத்துவிடு. இப்போது 10 செமீ. பாதரச புரிக்கு கீழாக மூடிய முனை வரை காற்று அடைப்பட்டிருக்கும். திறந்த முனை மேலிருக் கும்படியாக இந்த அமைப்பை ஓர் உயரமான ஜாடியிலுள்ள நீரில் நிற்கவை. தந்துகிக் குழா யோடு ஒரு வெப்ப மானியையும் ஓர் அளவு கோலையும் பொருத்து. நீரின் ஆரம்ப வெப்ப நிலையைக் கண்டுபிடி. மூடிய முனையி லிருந்து பாதரசபுரியின் கீழ்முனைவரையுள்ள காற்றின் நீளத்தை அள (இங்கு தந்துகிக் குழாயின் உள் துவாரமானது ஒரே சீரான குறுக்குப்பரப்பு உள்ளதால் காற்றின் நீளத் தையே பருமனளவிற்கு நேர்விகிதமாக கொள்கிறோம்). பிறகு அச்சாடியினுள் நீராவி யைச் செலுத்தி நீர் கொதிக்கும்படி செய்.



பருமனளவு பெருக்க எண்ணை காணல்
படம். 44

நீராவி கொதிக்கும்போது வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவைக் குறித்துக்கொள். தந்துகிக் குழாயில் அடைபட்ட காற்றின் நீளத்தையும் அளந்துக்கொள். எடுத்த அளவுகளை கீழ்க்கண்ட முறையில் அட்டவணைப்படுத்து:

$0°C$யில் தந்துகிக் குழாயில் அடைபட்ட காற்றின் பருமனளவு பெருக்கம் x எனக் கொள்வோம்.

$0°C$ல் அக்காற்றின் நீளம் 1 செமீ. என்றால்

$1°C$ யில் அதன் நீளம் $1+x$ ஆகும்.

$2°C$ யில் அதன் நீளம் $1+2x$ ஆகும்.

$10°C$ யில் அது $1+10x$ ஆகும்.

$t°C$ யில் அதன் நீளம் $1+tx$ ஆகும்.

$0°C$ யில் அக்காற்றின் நீளம் l_0 செமீ. என்றால்

$t°C$ யில் அதன் நீளம் $l_0\ (1+tx)$ ஆகும்.

$t_1°\ C$யில் அதன் நீளம் l_1 என்றால்

$l_1=l_0\ (1+t_1x)$..............(1)

$t_2°\ C$யில் அதன் நீளம் l_2 என்றால்

$l_2=l_0\ (1+t_2x)$..............(2)

l_0 என்பது $0°C$ யில் அடைப்பட்ட காற்றின் நீளம். இதைக் கண்டறிவது கடினம். அதனால் சமன்பாடு (1) ஐ (2) ஆல் வகுத்தால் l_0 என்பதை நாம் நீக்கிவிடலாம்.

$$\frac{l_1}{l_2}=\frac{l_0\,(1+t_1x)}{l_0\,(1+t_2x)}$$

$$\text{அதாவது } \frac{l_1}{l_2}=\frac{(1+t_1x)}{(1+t_2x)}$$

இதில் l_1, l_2, t_1, t_2 எல்லாமே தெரிந்த அளவுகள். அதனால் x மதிப்பை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{l_1}{l_2}=\frac{(1+t_1x)}{(1+t_2x)}$$

$$\therefore\ l_1\,(1+t_2x)=l_2\,(1+t_1x)$$

$$l_1+l_1t_2x=l_2+l_2t_1x$$

$$\therefore\ l_1t_2x-l_2t_1x=l_2-l_1$$

$$\therefore\ x\,(l_1\,t_2-l_2\,t_1)=l_2-l_1$$

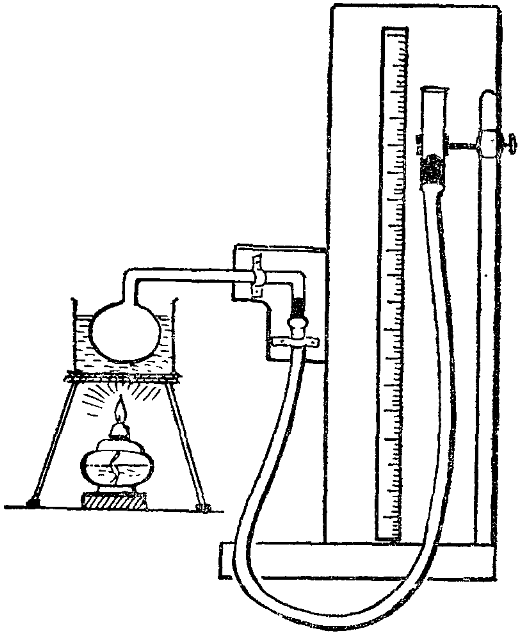
$$\therefore\ x=\frac{(l_2-l_1)}{(l_1t_2-l_2t_1)}$$

இவ்வாறாக காற்றிற்கு பதிலாக வேறு வாயுக்களை தந்துகிக் குழாயில் நிரப்பி மேற்கூறிய பரிசோதனை மூலம் வாயுவின் பருமப் பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

வாயுவின் அழுத்தப் பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடல்

வாயுவின் அழுத்தப் பெருக்க எண் கணக்கிட உதவும் கருவி ஜாலிக் குமிழ் உபகரணம் எனப்படும். இது பார்ப்பதற்கு ஏறக் குறைய பாயில் விதி உபகரணம் போன்றே இருக்கும். ஆனால் பாயில் விதி உபகரணத்திலுள்ள மூடியமுனைக் குழாய்க்கு பதிலாக இங்கு ஒரு குமிழுடன் கூடிய குறுகிய குழாய் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி வளைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயில் சிறு பகுதி, திறந்த முனைக் குழாயில் சிறு பகுதி மற்றும் இரப்பர்

குழாயில் முழுவதும் பாதரசத்தால் நிரப்பி வைக்கப்பட்டுள்ளது. குறுகிய குழாயிலும் அதோடு இணைந்த குமிழிலும் உலர்ந்த காற்று அடைபட்டுள்ளது.



ஜாலிக் குமிழ் உபகரணம்
படம். 45

ஜாலிக் குமிழ் உபகரணத்திலுள்ள அடைபட்ட காற்று அழுத்தத்தை வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் அளந்து அழுத்தப் பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடலாம். அடைபட்ட காற்றின் பருமனளவு மாறாதிருக்க சோதனை ஆரம்பிக்கும்போது குறுகிய குழாயில் பாதரச மட்டத்தை குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். வெப்பநிலை உயர உயர இப்பாதரச மட்டம் மாறும். அப்போது திறந்த முனைக் குழாயை உயர்த்தி பாதரச மட்டம் மீண்டும் ஆரம்ப நிலையில் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

ஜாலிக் குமிழ் உபகரணத்தின் குமிழை ஒரு முக்காலியின்மீது வைக்கப்பட்டுள்ள முகவையிலுள்ள நீரில் நன்கு மூழ்கி இருக்குமாறு வை. அங்கு ஒரு வெப்பமானியை வைத்து நீரின் ஆரம்ப வெப்ப நிலையை குறித்துக்கொள். முதலில் திறந்த முனைக் குழாயி

லுள்ள பாதரச மட்டமும், குறுகிய குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டமும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும்படியாக பொருத்து. இப்போது அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தமும் வெளிக்காற்றின் அழுத்தமும் சமம். அந்நிலையில் குறுகிய குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டத்திற்கு நேராக ஒரு குறியிடு. இனி செய்யப்போகும் சோதனைகளில் குறுகிய குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் இந்த குறியிலேயே நிற்க வேண்டும். அப்போது தான் அடைபட்ட காற்றின் பருமனளவு மாறாதது ஆகும்.

மூகவையில் உள்ள நீரை சூடாக்கு. வெப்பநிலை $100°C$ உயர்ந்தவுடன் நீரைக்கலக்கு. மூகவை முழுவதும் சீரான வெப்ப நிலை உண்டாகும்படி செய். திறந்த முனைக் குழாயை மேலே உயர்த்தி பாதரச மட்டமானது குறுகிய குழாயில் குறிப்பிட்ட குறியில் நிற்குமாறு செய். திறந்த முனைக்குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டத்தின் அளவைக்குறி. பாதரச மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசமானது அடைபட்ட காற்றின் அழுத்த அதிகரிப்பைக் காட்டுகிறது.

கணக்கிடுதல்

காற்றின் அழுத்தப்பெருக்க எண்ணை y என்க.

$0°C$ யில் காற்றின் அழுத்தம் 1 செமீ என்றால்

$1°C$ யில் அதன் அழுத்தம் $1 + y$ ஆகும்.

$5°C$ யில் அதன் அழுத்தம் $1 + 5y$ ஆகும்.

$20°C$ யில் அதன் அழுத்தம் $1 + 20y$ இருக்கும்.

$t°C$ யில் அதன் அழுத்தம் $1 + ty$ ஆகும்

$0°C$ யில் அதன் அழுத்தம் P_0 ஆனால்

$t°C$ யில் அதன் அழுத்தம் $P_0(1 + ty)$

$t_1°C$ யில் அது $P_1 = P_0(1 + t_1y)$ என்றும்

$t_2°C$ யில் அது $P_2 = P_0(1 + t_2y)$ என்றும் ஆகும்.

P_0 அழுத்தத்தை அளப்பது கடினமாகும். எனவே $t_1°C$ யில் உள்ள $t_2°C$ யில் உள்ள அழுத்தத்தால் வகுத்தோமானால்

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_0(1 + t_1y)}{P_0(1 + t_2y)} \text{ ஆகும்}$$

அதாவது $$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(1 + t_1y)}{(1 + t_2y)}$$

இதில் P_1, P_2. t_1, t_2 அளவுகளை எளிதாக அளக்கலாம். அதனால் y அளவை கணக்கிடுவது எளிது.

$$(P_1\ 1 + t_2 y) = P_2\,(1 + t_1 y)$$

$$P_1 + P_1\ t_2 y = P_2 + P_2\ t_1 y$$

$$P_1\ t_2 y - P_2\ t_1 y = P_2 - P_1$$

அல்லது $y\,(P_1 t_2 - P_2 t_1) = P_2 - P_1$.

$$y = \frac{P_2 - P_1}{P_1\ t_2 - P_2\ t_1}$$

ஆகவே ஜாலிக் குமிழ் உபகரணத்தில் ஆய்வக வெப்ப நிலையில் அடைபட்டக் காற்றின் அழுத்தத்தையும், நீரின் கொதி நிலையில் அதன் அழுத்தத்தையும் அளந்து காற்றின் அழுத்தப்பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடலாம். இச்சோதனைக்கு இரண்டு வெப்பங்களுக்கு பதிலாக $10°C$ வித்தியாசத்தில் 5 அல்லது 6 சோதனைகளைச் செய்து கணக்கிடலாம். காற்றுக்கு பதிலாக வேறு வாயுக்களைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைச் செய்யலாம். இவ்வாறாகஒரு வாயுவின் அழுத்தப் பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

அட்டவணை

எண்	வெப்ப நிலை	குறுகியக் குழாயில் பாதரச் மட்டம் (மாறாத பருமன்)	திறந்த முனைக் குழாயில் பாதரச மட்டம்	பாதரச மட்டங்களின் வித்தியாசம்	வெளிக் காற்றின் அழுத்தம்	அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண்
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

வினாக்கள்

1. வாயுக்கள் எந்த வகைகளில் பெருக்கமடையக்கூடும்?
2. அழுத்தம் மாறாதபோது வாயு எவ்வகைப் பெருக்கமடையும்?
3. பருமனளவு மாறாதபோது வாயு எவ்வகை பெருக்கமடையும்?
4. வாயுக்கள் பருமனளவுப் பெருக்கமடையும் என்பதை ஒரு சோதனையால் மெய்ப்பி.
5. பருமனளவுப் பெருக்கச் சோதனையில் தந்துகிக் குழாயில் பாதரசப் புரியை வைப்பதேன்?
6. வாயுக்கள் அழுத்தப் பெருக்கம் அடைகின்றன என்பதை மெய்ப்பி.
7. ஒரு குடுவையை இறுக்கமாக மூடி வெப்பப்படுத்தினால் சிறிது நேரத்தில் அது வெடித்து சிதறுகிறது. அது ஏன்?
8. வாயுக்களின் பெருக்கத்தைப் பற்றி கூறும்போது ஏன் $0°C$-ல் அவற்றின் பருமன், அழுத்தம் இவற்றை எடுத்துக்கொள்கிறோம்?
9. வாயுக்களின் பருமனளவு பெருக்க எண் என்றால் என்ன?
10. வாயுக்களின் அழுத்தப் பெருக்க எண் என்றால் என்ன?
11. ஒரு வாயுவின் பருமனளவுப் பெருக்க எண் காண உதவும் சோதனையை விவரி.
12. ஜாலிக் குமிழ் உபகரணத்தின் படம் வரைந்து காட்டுக.
13. ஜாலிக் குமிழ் உபகரணத்தைக் கொண்டு வாயுவின் அழுத்தப் பெருக்க எண்ணை எவ்வாறு காண்பாய்?
14. பருமனளவு பெருக்க எண் காணும் சூத்திரத்தை எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்?
15. அழுத்தப் பெருக்க எண் காணும் சூத்திரத்தை கணக்கிடும் முறையை எழுது.

13. பொருள்களின் வெப்ப ஏற்புத்திறன்

கீழ் வகுப்பில் வெப்பநிலை என்றால் என்ன என்று படித்திருக்கிறீர்கள் அல்லவா? இந்த வகுப்பில் வெப்ப எண், வெப்ப ஏற்புத்திறன் போன்ற பண்புகளைப் பற்றி தெரிந்துகொள்வோம்.

ஆய்வகத்தில் 50 கிராம் நீரை வெப்பப்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். அதன் வெப்ப நிலையை 1°C உயர்த்துவதற்கு ஓரளவு வெப்பம் தேவைப்படும். அந்நீரின் வெப்ப நிலையை 2°C உயர்த்துவதற்கு சம அளவு வெப்பம் தேவைப்படும். அதாவது நீரின் வெப்பநிலையை 2°C உயர்த்துவதற்கு 1°C உயர்வுக்கு தேவையான வெப்பத்தின் அளவைப்போல் இரண்டு மடங்கு தேவைப்படும். 5°C உயர்வுக்கு ஐந்து மடங்கு தேவைப் படும்.

அம்மாதிரியே 50 கிராம் நீருக்கு பதிலாக 100 கிராம் நீரை வெப்பப்படுத்தினால் வெப்பம் அதிக அளவு தேவைப்படும். 50 கிராம் நீரை 1°C உயர்த்துவதற்கு தேவையான வெப்பத்தைப் போல் இரண்டு மடங்கு வெப்பம் 100 கிராம் நீரை 1°C உயர்த்துவதற்கு தேவைப்படும். நீரின் நிறை அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதன் வெப்ப நிலையை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பமும் அதிகரிக்கும்.

மேற்கூறிய ஆய்வுகளை நீருக்குபதிலாக வேறு பொருள்களை கொண்டு செய்வோம். 1°C வெப்பநிலை உயர்வு அடைய நீருக்கு தேவைப்பட்ட வெப்பத்தைப்போல் அதே அளவு வெப்பம் மற்றப் பொருள்களின் வெப்பநிலையை 1°C உயர்த்தத் தேவைப்பட வில்லை என அறிகிறோம்.

இவற்றிலிருந்து நாம் அறிவதென்ன? வெப்ப நிலையை உயர்த்த தேவையான வெப்பம் (வெப்ப அளவு) பொருளின் நிறை, வெப்ப நிலை உயர்வு, வெப்ப எண் இம் மூன்றையும் பொருத்துள்ளது என அறிகிறோம்.

வெப்பநிலைக்கும் வெப்ப அளவுக்கும் உள்ள வித்தியாசம்

ஒரு கொதிகலத்தில் நீர் கொதித்துக்கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். அதன் வெப்ப நிலை 100°C. அதிலிருந்து ஒரு கோப்பை நீரை எடு. இப்போது கோப்பையிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலையும் 100°C தான். ஆனால் கொதிகலத்தில் உள்ள

நீரின் வெப்ப அளவும், கோப்பையில் உள்ள நீரின் வெப்ப அளவும் சமமாக இருக்காது. இதை எப்படி அறியலாம்?

கீழ் வகுப்பில் நீர்மங்கள் தன் நிலையை அடையும் எனப் படித்திருக்கிறாய். வெவ்வேறு வடிவமுள்ள கலன்களை ஒன்றாக இணைத்து நீரை ஊற்றினால் எல்லா கலன்களிலும் நீர் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும். ஆனால் கலன்களில் உள்ள நீரின் பருமனளவு மாறுபடும். அம்மாதிரியே கோப்பையிலுள்ள நீரின் வெப்ப அளவு குறைவாகவும், கொதிகலத்தில் உள்ள நீரின் வெப்ப அளவு அதிகமாகவும் இருக்கும். நீரின் மட்டத்தை வெப்ப நிலைக்கும், பருமனளவை வெப்ப அளவுக்கும் ஒப்பிடலாம். ஒரே வெப்ப நிலையில் பொருள்கள் இருந்தாலும் அவற்றுள் பருமனளவு காரணமாக வெப்ப அளவு வேறுபடும். வெப்ப நிலையை டிகிரி என்ற அலகிலும், வெப்ப அளவை கலோரி என்ற அலகிலும் குறிக்கிறோம்.

வெப்ப நிலை, வெப்ப அளவு வித்தியாசம் விளக்கும் படம்
படம். 46

வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்ப ஏற்புத்திறனைப் பெற்றுள்ளன.

பொருள்களுக்கு வெப்பத்தை கொடுக்கும்போது அவை அதனால் வெப்ப நிலை உயர்வு அடைகின்றன. அதாவது பொருள்களில் வெப்ப ஏற்புத்திறன் உள்ளது. வெப்ப ஏற்புத் திறனானது பொருளுக்குப் பொருள் மாறுபடுகிறது. ஒரு பொருள் தன் வெப்ப நிலையிலிருந்து $1°C$ உயர்வதற்கு அல்லது $1°C$ வெப்ப நிலையை இழக்க எடுத்துக் கொள்ளும் அல்லது வெளியேற்றும் வெப்ப அளவை அப்பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்கிறோம்.

ஒரே வித உருவ அமைப்பும், நிறையும் கொண்ட கண்ணாடி முகவைகளை எடுத்துக்கொள். அவற்றில் ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ள (அறையின் வெப்ப நிலை $30°C$) நீர், பாதரசம், தாமிரம் போன்றவற்றை ஒவ்வொரு முகவையில் எடுத்துக்கொள். சீரான வெப்பத்தையும் சமநேரத்தில் சம அளவு வெப்பத்தையும் கொடுக்கக்கூடிய சாராயவிளக்கில் ஒவ்வொரு முகவையையும் 15 நிமிடம் வெப்பப்படுத்து. ஒவ்வொரு பொருளும் அடைந்த வெப்ப நிலை உயர்வை ஒரு வெப்பமானியைக் கொண்டு குறித்துக்கொள். இதில் நீர் குறைந்த வெப்ப நிலை உயர்வை அடைந்திருக்கும்.

பாதரசம் அதிக உயர்வை அடைந்திருக்கும் என்பதையும் காணலாம். அதாவது சம காலத்திற்கு சம அளவு வெப்பத்தை எல்லா பொருள்களுக்கும் கொடுத்தாலும் அவற்றின் வெப்ப நிலை உயர்வு வெவ்வேறாக உள்ளது. அதனால் அவற்றின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் மாறுபடுகிறது என்பதை அறிகிறோம். பொருள்களின் இப்பண்பு காரணமாக கடல் காற்று, நிலக்காற்று போன்றவை உண்டாகின்றன.

வெப்ப எண்

ஒரு பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறனுக்கும் அதே நிறையுள்ள நீரின் வெப்ப ஏற்புத்திறனுக்கும் உள்ள விகிதத்தை அப்பொருளின் வெப்ப எண் என்கிறோம். பொருள்களின் வெப்ப எண்ணை 's' என்ற எழுத்தினால் குறிப்பர். நீரின் வெப்ப எண் மிக அதிகம். பாதரசத்தின் வெப்ப எண் மிகக்குறைவு.

வெப்ப ஏற்புத்திறனைக் கணக்கிடுதல்

ஒரு பொருளை நாம் வெப்பப்படுத்தினால் வெப்பத்தை ஏற்றுக்கொள்ளும் அதன் அளவு அதன் நிறையையும், வெப்ப நிலையையும், வெப்ப எண்ணையும் பொறுத்தது என்று கண்டோம். ஆகையால் பொருள் எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பத்தை கணக்கிட அம்மூன்றையும் பெருக்க வேண்டும். Q என்பது பொருள் எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பம் என்றும் m அதன் நிறை, s அதன் வெப்ப எண், t என்பது அது அடையும் வெப்ப நிலை மாறுதல் என்றும் கொண்டால்,

$$Q = mst$$

கணக்கு

200 கி. நீரை 30°C யிலிருந்து 50°C க்கு உயர்த்த எவ்வளவு வெப்பம் தேவை? (நீரின் வெப்ப எண் 1 எனக்கொள்க.)

$$m = 200 \text{ கி}, s = 1, t = 50 - 30 = 20,$$

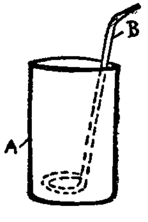
$$Q = 200 \times 1 \times 20 = 4000$$

4000 கலோரி வெப்பம் தேவை.

கலோரி மீட்டர்

வெப்ப எண் பரிசோதனைகளில் உலோகத்தால் ஆன ஒரு சிறிய உருளைவடிவக் குவளையை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த அமைப்பை கலோரி மீட்டர் என்கிறோம். வெப்ப எண்

சோதனையில் வெப்பப்பரிமாற்றத்திற்கு இக்குவளையைப் பயன்படுத்துகிறோம். இதிலிருந்து வெப்ப நஷ்டம் அதிகமில்லாமல் இருக்க இதை வெப்பம்கடத்தாப் பொருள்கள் வைக்கப்பட்ட மரப்பெட்டியில் வைத்துச் சோதனைகள் செய்வார்கள்.



A. கலோரி மீட்டர் B. கலக்கி
படம். 47

கலோரி மீட்டரின் சம நீர் நிறை

கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புத்திறனுக்கு சமமான வெப்ப ஏற்புத்திறன் உடைய நீரின் நிறைக்கு கலோரிமீட்டரின் சமநீர் நிறை என்று பெயர். உதாரணமாக ஒரு கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் X கலோரி ஆனால் அதன் சமநீர் நிறை X கிராம் ஆகும்.

கணக்கு

50 கி. நிறையுள்ள கலோரி மீட்டரின்சமநீர் நிறை என்ன ?
கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் $= 0 \cdot 1$.
சமநீர் நிறை $= 50 \times 0 \cdot 1 = 5$ கிராம்.

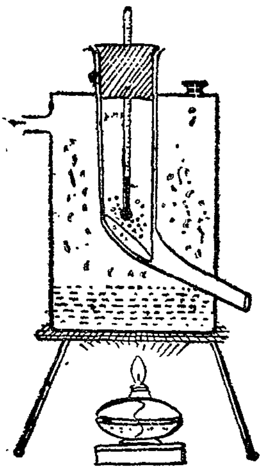
கலவை முறை

ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிட கலவைமுறை என்ற முறையை பயன்படுத்துகிறோம். இம்முறையில் அதிக வெப்ப நிலையில் உள்ள பொருளையும் குறைந்த நிலையில் உள்ள பொருளையும் நன்றாகக் கலந்து வெப்பப்பரிமாற்றம் ஏற்பட செய்கிறோம். அதனால் சூடானப் பொருள் குளிர்கிறது. குளிர்ந்த பொருள் சூடாகிறது. அதாவது இம்முறையில் ஒரு பொருள் வெப்ப நஷ்டம் அடையும்போது மற்றொரு பொருள் வெப்ப லாபம் அடைகிறது. வெப்ப லாபத்தையும் வெப்ப நஷ்டத்தையும் ஒப்பிட்டுப் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடலாம். உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ளதொருப் பொருள், தாழ்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள மற்றொருப் பொருளுடன் கலக்கப்பட்டால் முதலாவது பொருள் அடையும் வெப்ப நஷ்டம் இரண்டாவது பொருள் அடையும் வெப்ப லாபத்திற்கு சமம் என்பது கலவை முறையின் விதியாகும்.

இவ்வாய்வில் வெப்ப எண் காணவேண்டிய திண்மப் பொருள் உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. கலோரி மீட்டரின் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையில்' நீர் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. கலவை முறைப்படி திண்மப் பொருள் அடையும் வெப்ப நஷ்டத்தையும் கலோரி மீட்டர், நீர் அடையும் வெப்ப லாபத்தையும் கணக்கிட்டு திண்மப் பொருள் வெப்ப எண்ணைக் காணலாம்.

நீராவி வெப்பமூட்டி

திண்மப்பொருளை வெப்பப்படுத்துவதற்கு சாதாரணமாக நீராவி வெப்பமூட்டி என்ற சாதனம் பயன்படும். இம் முறையில் உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள திண்மப்பொருள் அதிக வெப்ப சேதம் இன்றி கலோரி மீட்டரில் உள்ள நீரில் விழும்படி செய்யலாம். இதில் திண்மப் பொருள் கீழேவிழாமல் இருக்கவும், வேண்டிய சமயத்தில் தடங்கலின்றி கீழே விழச் செய்வதற்கும் ஆன தகுந்த ஏற்பாடு உள்ளது கொதிக்கலனில் மையப் பகுதியில் 'ட' அமைப்பில் ஒரு குழாய் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. அதனால் மற்றொரு குழாயி னுள் பொருள்கள் திறந்த முறை வழி யாக கீழே விழாமல் தடுத்து நிறுத்து கிறது. இக் குழாயை அசைத்தோ மானால் பொருள்கள் திறந்த முனை வழியாகக் கொட்டும். இக் குழாயைச் சுற்றி கொதிகலனில் நீர் உள்ளது. நீர் கொதிக்கும்போது வெளிவரும் நீராவி வெளியேறுவதற்கு ஒரு போக்கு குழாய் உள்ளது. கொடுக்கப்பட்ட திண்மப் பொருள்களை இக் கருவியில் போட்டு நீரை கொதிக்க வைக்கவேண்டும். இதில் உள்ள வெப்ப நிலைமானியின் பாதரச குமிழ் திண்மப் பொருள்களின் மத்தியில் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும்.



நீராவி வெப்பமூட்டி
படம். 48

திண்மப்பொருளின் வெப்ப எண் காணல்

கலக்கியுடன் ஒரு பளப்பளப்பான கலோரி மீட்டரின் நிறையை செகி. சுத்தமாக கண்டுப்பிடி. பிறகு அதில் 1/3 பாகம் நீர் எடுத் துக் கொண்டு மீண்டும் நிறையை கண்டுபிடி. இரண்டு நிறை களுக்குள் உள்ள வித்தியாசம் எடுத்துக்கொண்ட நீரின் நிறை யாகும். நீரை நன்றாக கலக்கு. நுல்லியமாக அளக்கும் வெப்ப மானியை கொண்டு நீரின் ஆரம்ப வெப்ப நிலையை குறி. கலோரி மீட்டரை வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்கள் வைக்கப் பட்டுள்ள பெட்டியில் வை. திண்மப் பொருளின் வெப்ப நிலை நீரின் கொதிநிலையை அடைந்தவுடன் நீராவி வெப்ப மூட்டி யின் குழாயைத் திறந்து சூடான திண்மப் பொருள் திறந்த முனை வழியாக கலோரி மீட்டரில் உள்ள நீரில் விழும்படி செய்.

கலக்கியால் நீரை நன்றாக கலக்கு. முடிவு வெப்ப நிலையை கண்டுபிடி. பிறகு கலோரி மீட்டரின் நிறையை கண்டுபிடி.

கணக்கு

காலி கலோரி மீட்டரின் நிறை	$= a$ கி.
க.மீ. + நீரின் நிறை	$= b$ கி.
அதனால் எடுத்துக்கொண்ட நீரின் நிறை	$= (b - a)$ கி.
நீரின் முதல் வெப்ப நிலை	$= t_1 °C$.
சூடான திண்மப் பொருளின் வெப்ப நிலை	$= t_2 °C$.
கலவையின் வெப்ப நிலை	$= t_3 °C$.
க மீ. + நீர் + திண்மப் பொருளின் நிறை	$= c$ கி.
அதனால் எடுத்துக்கொண்ட திண்மப் பொருளின் நிறை	$= c - b$ கி.
கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண்	$= s$.
திண்மப் பொருளின் வெப்ப எண்	$= x$.

வெப்ப லாபம்

இவ்வாய்வில் கலோரி மீட்டரும் நீரும் வெப்ப லாபம் அடைகின்றன.

க மீ வெப்ப லாபம் $a \times s \times (t_3 - t_1)$.

நீரின் வெப்ப லாபம் $= (b - a) \times 1 \times (t_3 - t_1)$.

மொத்த வெப்ப லாபம் $= (t_3 - t_1) \{ as + (b - a) \}$

வெப்ப நஷ்டம்

இங்கு திண்மப்பொருள் வெப்ப நஷ்டம் அடைகிறது. அதன் வெப்ப நஷ்டம் $(c-b) x (t_2 - t_3)$. கலவைமுறை விதிபடி வெப்ப நஷ்டம் = வெப்ப லாபம். அதனால்

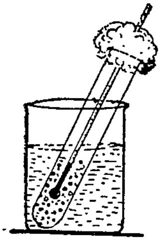
$$(c-b) x (t_2 - t_3) = (t_3 - t_1) \{ as + (b-a) \}$$

இந்த சமயத்தில் x மதிப்பு தவிர மற்ற எல்லா மதிப்புகளும் ஆய்வின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை. அதனால் x ன் மதிப்பை நாம் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம் :

$$x = \frac{(t_3 - t_1) \{as + (b-a)\}}{(c-b)(t_2 - t_3)}$$

நீர்மத்தின் வெப்ப எண்

மேற்கூறிய பரிசோதனைப்படி ஒரு நீர்மத்தின் வெப்ப எண்ணையும் கணக்கிடலாம். வெப்ப எண் காணவேண்டிய நீர்மத்தை கலோரி மீட்டரில் நீருக்குப்பதிலாக எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். வெப்ப எண் தெரிந்த ஒரு திண்மப் பொருளை வெப்பப் படுத்தி கலவை முறைக்கு பயன்படுத்த வேண்டும்.



எளிய வெப்பமூட்டி
படம். 49

நீராவி வெப்பமூட்டி சாதனம் இல்லாவிட்டால் ஒரு முகவையையும், சோதனைக் குழாயையும் படத்தில் காட்டியபடி பயன்படுத்தலாம்.

வெப்ப எண் சோதனையில் கவனிக்க வேண்டியவைகள்

1. நிறைகளை துல்லியமாக அளக்க வேண்டும்.
2. வெப்ப நிலைகளை துல்லியமாக கண்டு குறிக்கவேண்டும்.
3. கலோரி மீட்டரும் கலக்கியும் பளபளப்பாக இருக்க வேண்டும்.
4. காற்றினால் வெப்ப நஷ்டம் ஏற்படாமல் இருக்க கலோரி மீட்டர் தகுந்த வெப்பப் பாதுகாப்பு பெட்டியில் வைத்து ஆய்வு செய்ய வெண்டும்.
5. சூடானப்பொருளை கலோரி மீட்டரினுள் கொட்டும் போது துரிதமாக காற்றில் வெப்ப நஷ்டம் ஏற்படாமல் செய்ய வேண்டும்.
6. திண்மப்பொருள்கள் கலோரி மீட்டரில் விழும் போது நீர் வெளியே சிதறாமல் இருக்க வேண்டும்.
7. வெப்ப நிலையை அளக்கும் போது நன்றாக நீரை கலக்க வேண்டும்.
8. கலோரி மீட்டரின் மூன்றில் ஒரு பகுதி (திண்மப்பொருள் முழுவதற்குத் தேவையான அளவு) நீரை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

நீரின் உயர்ந்த வெப்ப எண்ணால் உண்டாகும் பயன்

மற்ற எல்லா பொருள்களையும் விட நீரின் வெப்ப எண் அதிகம். நீரின் வெப்ப எண் 1 எனக்கொள். இதனால் பல அனு

கூலங்கள் ஏற்படுகின்றன. உடலுக்கு ஒத்தடம் கொடுக்க சுடு நீரை பயன்படுத்துகிறோம். வெப்ப எண் அதிகமுள்ளதால் கடல் நீர் எளிதில் சூடடையாது. ஆகையால் பூமியின் வெப்பத்தை யும் ஏற்று பூமியை குளிர்ச்சி செய்கிறது. குளிர்காலங்களில் பூமிக்கு வேண்டிய வெப்பத்தையும் கொடுக்கிறது. பகல் வேளைகளில் கடல் காற்று வீசவும், இரவு வேளைகளில் நிலக் காற்று வீசவும் இது காரணமாகிறது. நீரின் வெப்ப எண் உச்சமில்லாவிடில் என்ன ஆகும்? கோடை காலத்தில் ஏரி, ஆறு, குளம், குட்டை களில் உள்ள நீர் எளிதில் சூடடைந்து பருகுவதற்கு பயன் அற்ற தாகப் போய்விடும்.

வினாக்கள்

1. வெப்ப அளவு பொருளின் நிறை, வெப்ப நிலை உயர்வு வெப்ப எண் இம்மூன்றையும் பொருத்தது என எவ்வாறு கூறலாம்?
2. வெப்பநிலைக்கும் வெப்ப அளவுக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.
3. வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள் கொண்டுள்ளன என எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?
4. வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்றால் என்ன?
5. வெப்ப எண் என்றால் என்ன?
6. பொருள்களின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் கணக்கிடும் சூத்திரத்தை எழுதுக.
7. ஒரு கலோரி மீட்டரிலுள்ள 30 கி. நீரின் வெப்ப நிலை 15°C. அந்நீரோடு 50°C வெப்ப நிலையுள்ள 30°கி. சுடுநீர் சேர்க்கப்படுகிறது. அதனால் கலவையின் வெப்பநிலை 30°C உயர்ந்தது என்றால் கலோரி மீட்டர் சமநீர் நிறையை கண்டுப்பிடி.
8. கலோரி மீட்டர் சமநீர் நிறை என்றால் என்ன?
9. கலோரி மீட்டர் ஒன்றின் நேர்த்தியான படம் வரைக.
10. கலவை முறை என்றால் என்ன?
11. கலவை முறையின் விதி யாது?
12. ' நீராவி வெப்பமூட்டி ' ஒன்றின் படம் வரைக.
13. ஓர் ஈயக்குண்டின் வெப்ப எண்ணை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய்?

14. ஒரு நீர்மத்தின் வெப்ப எண்ணை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய்?

15. வெப்ப எண் சோதனையில் கூர்ந்துக் கவனிக்க வேண்டியவைகள் யாவை?

16. நீரின் உயர்ந்த வெப்ப எண்ணால் உண்டாகும் பயன் என்ன?

17. 98·5°C வெப்பநிலையில் உள்ளதும் 250 கிராம் எடையும் உள்ள ஈயக்குண்டு 46கி நிறையுள்ள கலோரி மீட்டரில் போடப்பட்டது. அதில் 16°C யில் 85·4 கிராம் நிறையுள்ள நீர் இருக்கிறது. கலவையின் முடிவு வெப்பநிலை 23·5°C என்றால் ஈயக்குண்டின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு. (கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் 0·1 எனக் கொள்க.)

18. 100°C வெப்பநிலையில் உள்ள 300 கி. ஈயக்குண்டு 82 கி. நிறையுள்ள கலோரி மீட்டரில் போடப்பட்டது. அதில் 26°C யில் உள்ள 175 கி. நீர்மம் இருந்தது. கலவையின் வெப்பநிலை 32°C அடைந்தது. நீர்மத்தின் வெப்ப எண்ணை கணக்கிடுக. (கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் 0.1, ஈயக்குண்டின் வெப்ப எண் 0·03 எனக் கொள்க.)

14. உள்மறை வெப்பம்

வெப்பத்தினால் பொருள்கள் யாவும் நிலைமாற்றம் அடைகின்றன என்பதை கீழ் வகுப்புகளில் படித்துள்ளீர்கள். திண்மப் பொருள்கள் நீர்மமாகவும், நீர்மம் வாயுவாகவும் மாறுகின்றன. அம்மாதிரியே வெப்பத்தைக் குறைத்தோமானால் வாயு நீர்ம நிலையையும், நீர்மம் திண்ம நிலையையும் அடையும். வெப்பத்தால் பொருள்கள் உருகுகின்றன, கொதிக்கின்றன, ஆவியாகின்றன. வெப்ப இழப்பால் பொருள்கள் சுருங்குகின்றன, உறைகின்றன.

அம்மாதிரியே பொருள்களுக்கு வெப்பத்தைக் கொடுக்கும் போதும் அவற்றின் வெப்ப நிலையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது என்று படித்திருப்பீர்கள். வெப்பத்தினால் பொருள்களின் வெப்ப நிலை படிப்படியாக உயருகிறது. மேலும் நிலைமாற்றமானது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் ஏற்படுவதையும் நீங்கள் அறிவீர்கள்.

ஆகையால் வெப்பத்தால் பொருள்களில் இரண்டு வித நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. ஒன்று வெப்பநிலை உயருகிறது. மற்றொன்று நிலைமாற்றம் ஏற்படுகிறது.

பொருள்கள் நிலை மாற்றம் அடையும்போது வெப்பம் எவ்வாறு செலவிடப்படும்? அப்போது கொடுக்கப்படும் வெப்பம் ஒன்று நிலைமாற்றத்திற்கு பயன்படவேண்டும் அல்லது வெப்ப நிலை மாற்றத்திற்கு பயன்படவேண்டும். உருகுகின்ற மெழுகின் வெப்ப நிலையை ஒரு வெப்பமானியைக் கொண்டு அள. எடுத்துக் கொண்ட மெழுகு உருகுகின்ற வரையில் அதன் வெப்பநிலை உயர்வு அடையாதிருப்பதை காணலாம். அப்போது கொடுக்கப்பட்ட வெப்பமானது மெழுகை உருகவைப்பதற்கு அதாவது நிலை மாற்றத்திற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டது. வெப்பநிலை உயர்வுக்கு பயன்படவில்லை. அதனால் வெப்பமானி வெப்பநிலை மாற்றத்தைக் குறிக்கவில்லை. இம்மாதிரி வெப்பம் மாறாது நிலை மாற்றத்தின் போது வெப்பமானிகளால் குறிக்கமுடியாமல் போகிறது. ஆனால் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பமானது நிலை மாற்றம் அடைந்த பொருள்களில் தங்கி இருக்கிறது. இம்மாதிரி நிலைமாற்றத்தின் போது வெப்பமானிகளால் பதிவு செய்யப் படாமல் மறைந்து இருக்கும் வெப்பத்தை 'உள்மறை' வெப்பம் என்கிறோம்.

பொருள் உருகும்போது வெப்பம் மறைந்து காணப்பட்டால் அதை உருகுதலின் உள்மறை வெப்பம் என்கிறோம். அம்மாதிரியே ஒரு நீர்மம் கொதித்து ஆவியாகும்போது மறையும் வெப்பம் ஆவியாதலின் உள்மறை வெப்பம் என்கிறோம்.

1 கி. பனிக்கட்டி உருகி 0°Cல் நீராகும்போது எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பம் அதாவது பனிக்கட்டியின் உருகுதலின் உள் மறை வெப்பம் 80 கலோரிகள் ஆகும்.

1 கி. நீர் 100°C யில் கொதித்து நீராவியாவதற்கு தேவையான வெப்பம் அதாவது நீராவியின் ஆவியாதலின் உள்மறை வெப்பம் 539 கலோரி ஆகும்.

1 கி. நீர் பனிக்கட்டியாக உறையும்போது அதே 80 கலோரி வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தும். அம்மாதிரியே 1 கி. நீராவி சுருங்கி 100°Cல் நீராகும்போது அதே 539 கலோரி வெப்பத்தை வெளிப் படுத்தும்.

அறிந்து கொள்

1. கோடையில் பெரிய பெரிய ஐஸ் கட்டிகளை சைக்கிளில் கட்டி தெருவில் எடுத்துச் செல்வதைக் கண்டிருப்பீர்கள். சேர

வேண்டிய இடத்தை அடையும் வரையில் அது அதிகமாக உரு காது. ஆனால் ஒரு சிறிய கட்டியை தூக்கிக்கொண்டு சிறிது தூரம் செல்வதற்குள் கரைந்துவிடும். பனிக்கட்டி பெரிதாக இருக்கும்போது அதை உருக்குவதற்கு தேவையான வெப்பம் கிடைக்காது.

2. சூடான நீர் உடலில் பட்டால் சிறிதளவே புண் உண்டா கும். ஆனால் நீராவி உடலில் பட்டால் புண் மிக அதிகமாகிறது. ஏன்?

1 கிராம் நீராவி உடலில் படும்போது அது குளிர்ந்து 1 கிராம் நீர் ஆகிறது. அது உடலில் 540 கலோரி வெப்பத்தை கொடுக் கிறது. ஆனால் 1 கிராம் நீர் $100°C$ யிலிருந்து $40°C$ வெப்ப நிலையை அடைய உடல்மீது 60 கலோரி வெப்பத்தைக் கொடுக் கிறது. மொத்தமாக உடலுக்கு 600 கலோரி வெப்பம் கொடுக்கப் படுகிறது. ஆனால் $80°C$ யில் உள்ள சுடுநீர் உடலில் படும்போது 40 கலோரி வெப்பமே கொடுக்கிறது. அதனால் நீராவியால் உடலில் ஏற்படும் புண் சுடுநீரினால் ஏற்படும் புண்ணைவிட அதிக மாக உள்ளது.

வினாக்கள்

1. வெப்பத்தால் பொருள்களில் ஏற்படும் இருவித நிகழ்ச்சி கள் யாவை?
2. ஒரு திண்மப்பொருள் உருகுகின்றபோது, அதன் வெப்ப நிலையில் மாற்றம் ஏற்படுமா?
3. பொருள் முழுவதும் உருகுகின்ற வரையில் வெப்ப நிலை யில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. ஏன்?
4. உள்மறை வெப்பம் என்றால் என்ன?
5. இரண்டுவித உள்மறை வெப்பங்கள் யாவை?
6. 1 கி. பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகத் தேவையான வெப்பம் எவ்வளவு?
7. 1 கி. நீர் $100° C$ல் நீராவியாவதற்கு தேவையான வெப் பத்தின் அளவு என்ன?
8. பெரிய பனிக்கட்டியை உருகாமல் நீண்ட (நேரம்) தூரத் திற்கு எடுத்துச் செல்ல முடிகிறது. எப்படி?
9. சுடு நீரினால் உடலில் ஏற்படும் புண்ணைவிட நீராவி யினால் ஏற்படும் புண் மிகையாக உள்ளது. ஏன்?

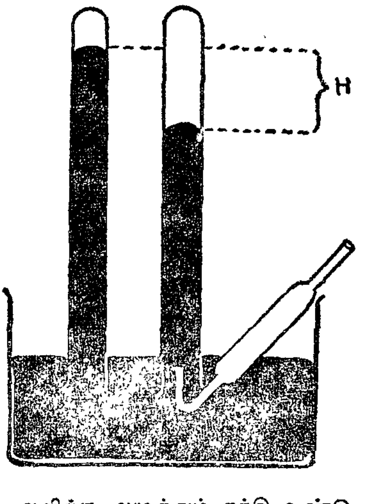
15. ஆவி அழுத்தம்

நீர்மங்களை வெப்பப்படுத்தும்போது அவை ஆவியாகின்றன. நீர்மங்கள் வாயு நிலையை அடைவதால் 'ஆவி' என்கிறோம். ஆனால் ஆவிக்கும் வாயுவிற்கும் வேறுபாடு உள்ளது. அதை இப்பாடத்தில் காண்போம்.

ஆவி—வாயு

நீர்மங்களின் ஆவியினால் மேல் அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் அவை மீண்டும் நீர்ம நிலையை அடையும். ஆனால் ஒரு வாயுவின் மீது அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் மட்டும் போதாது. அதன் வெப்ப நிலையையும் குறைத்தால்தான் அவை நீர்ம நிலையை அடையும். ஆகவே அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதால் நீர்ம நிலையை அடையக்கூடியது ஆவி என்றும், வெப்ப நிலையை குறைத்து அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் நீர்மநிலையை அடையும் பொருள்களை வாயு என்றும் கூறுகிறோம்.

கடல், ஏரி போன்ற நீர் நிலைகளில் உள்ள நீர் ஆவியாகி மேகமாகி பின் குளிர்ந்து மழை ஏற்படுகிறது என்று படித்திருக்கிறீர்கள். ஒரு முகவையில் பெட்ரோல் அல்லது ஈதர் நீர்மத்தை திறந்து வைத்து சிறிது நேரம் கழித்துப் பார்த்தால் அவை ஆவியாகி காற்றோடு சேர்ந்திருக்கும் என்பதை உணரலாம். ஆகையால் ஆவியாதல் எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் நடைபெறுகிறது என்பதை அறியலாம். கொதிக்கும்போது நீர்மங்கள் ஆவியாகின்றன. அதனால் கொதித்தலை விரைவு ஆவியாதல் எனலாம்.



ஆவிக்கு அழுத்தும் சக்தி உண்டு
படம். 50

ஆவி அழுத்தம்

நீர்மங்களின் ஆவிக்கு அழுத்தும் சக்தி உண்டு என்பதை பின்வரும் சோதனையால் விளக்கலாம்.

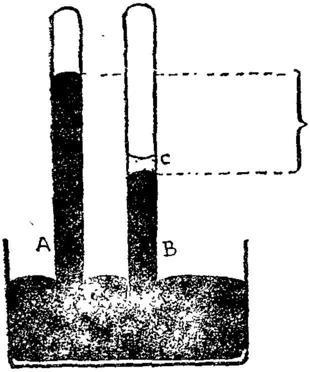
பாதரசம் நிரம்பிய ஒரு தொட்டியில் இரண்டு பாரமானிகளை நிறுத்து. இரு பாரமானியிலும் பாதரச மட்டம் சம உயரத்தில் இருக்கும். அது வாயுமண்டலக் காற்றின் அழுத்

தத்தை குறிக்கிறது. அப் பாதரச மட்டங்களுக்கு மேல் டாரிசெல்லி வெற்றிடம் உள்ளது. ஒரு வளைந்த முனை பிப்பெட்டின் மூலம் ஈதர் நீர்மத்தை சிறிதளவு ஏதேனும் ஒரு பாரமானிக் குழாயில் செலுத்து ஈதர் பாதரசத்தின் வழியே மேலே உயர்ந்து வெற்றிடத்தை அடைகிறது. ஏன் தெரியுமா?

அது அங்கு உடனேயே ஆவியாகிறது. அப்போது அந்த பாரமானிக்குழாயில் பாதரசமட்டம் தாழ்கிறது. இரண்டு பாதரச மட்டங்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் அக்குழாயில் செலுத்தப்பட்ட ஈதர் ஆவியின் அழுத்தத்தை குறிக்கும். இதனால் ஆவிக்கு அழுத்தும் சக்தி உண்டு என அறிகிறோம். மேலும் மேலும் ஈதர் நீர்மத்தை செலுத்தினால் அது ஆவியாகி பாதரச மட்டம் மேலும் மேலும் கீழ் இறங்குவதைக் காணலாம்.

பூரித ஆவியழுத்தம்

மேற்கூறிய ஆய்வை மீண்டும் செய்வோம். இம்முறை ஈதர் நீர்மத்தை மேலும் மேலும் தொடர்ந்து பாரமானிக்குழாயில் செலுத்துவோம். ஒரு குறிப்பிட்ட சமயத்தில் குழாயினுள் செலுத்தப் பட்ட ஈதர் ஆவியாகாமல் நீர்மமாகவே தங்குவதைக் காணலாம். இப்போது பாரமானிக்குழாயில் பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் ஈதர் ஆவி பூரித நிலையை அடைந்து விட்டது என அறிகிறோம். அதனால்தான் மேலும் ஈதர் ஆவியாகாமல் நீர்மமாகவே பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் தங்குகிறது. இப்போது பாரமானிக் குழாய்களில் பாதரச மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம் ஈதர் ஆவியின் பூரித ஆவி அழுத்தத்தைக் கொடுக்கும்.



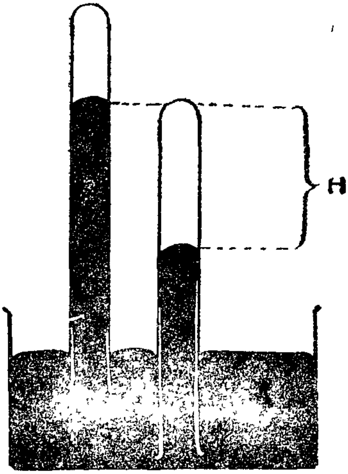
ஆவியின் பூரித ஆவி அழுத்தம்
H-பூரித ஆவி அழுத்தத்தை குறிக்கிறது
படம். 51

ஆய்வு 1. பூரித ஆவி அழுத்தம் அதன் பருமனளவைப் பொருத்தது அல்ல

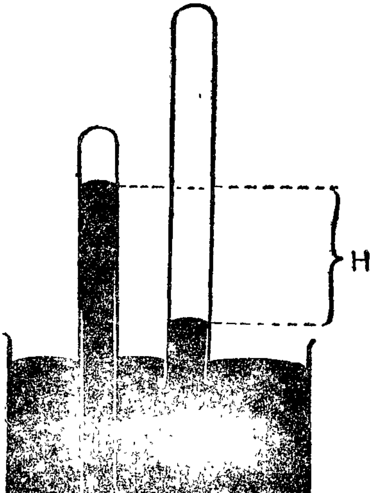
பாதரசம் நிரம்பிய தொட்டியில் இரண்டு பாரமானிகளை நிற்கவை. அதில் ஒன்றில் சிறிது சிறிதாக ஈதர் நீர்மத்தை செலுத்தி அங்கு பூரித ஆவி அழுத்தம் ஏற்படும்படி செய். அப்போது சிறிதளவு ஈதர் நீர்மம் பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் தங்கும். இப்போது பாதரச

மட்டத்திற்கு மேல் உள்ள குழாய் முனை வரை இடத்திலுள்ள பருமனளவு அந்த பூரித ஈதர் ஆவியின் பருமனளவு ஆகும். பாதரச மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம் பூரித ஈதர் ஆவியின் அழுத்தமாகும்.

ஈதர் ஆவி உள்ள பாதரசப் பாரமானிக் குழாயை மேலும் மேலும் பாதரச தொட்டிக்குள் அழுத்து. அப்போது பாதரச மட்டத்திற்குமேல் உள்ள பருமன ளவு குறையும். அப்போது சிறி தளவு ஈதர் ஆவி சுருங்கி நீர்ம நிலையை அடைகிறது. பாதரச மட்டங்களின் வித்தியாசத்தைக் கவனி. அது முன்பிருந்த பூரித ஆவி அழுத்தமே இருக்கும்.



பூரித ஆவி அழுத்தம் பருமனளவை பொருத்ததல்ல
படம். 52



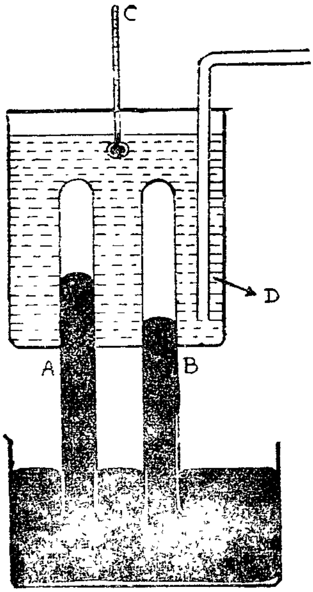
பூரித ஆவி அழுத்தம் பருமனளவை பொருத்ததல்ல
படம். 53

ஈதர் ஆவி உள்ள பாரமானிக் குழாயை மேலே உயர்த்து. அப்போது பாரமானிக்குழாயில் பாதரச மட்டத்திற்குமேல் பரும னளவு அதிகரிக்கும். அப்போது பாதரச மட்டத்திற்கு மேல் உள்ள ஈதர் ஆவியாகி அங்குள்ள ஈதர் ஆவியை பூரித நிலையை யடையச் செய்கிறது. இந்நிலை யில் பாதரச மட்டங்களின் வித்தி யாசத்தை கவனி. அதன் அளவு மாறவில்லை. இதிலிருந்து பூரித ஆவி அழுத்தம் அதன் பரும னளவைப் பொருத்ததல்ல என அறிகிறோம்.

ஆய்வு 2. பூரித ஆவி அழுத்தம் வெப்பநிலைக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது

முன் கூறியது போலவே இரண்டு பாரமானிகளை ஒரு பாத ரசத் தொட்டியில் அமைத்துக்கொள். அவை இப்போது ஒரு

அகன்ற குழாயினுள் இருக்கும்படி பொருத்து. ஏதேனும் ஒரு பாரமானிக் குழாயில் ஈதர் நீர்மத்தை செலுத்தி பூரித ஆவி அழுத்தம் ஏற்படும்படி செய். பிறகு அகன்ற குழாயில் நீர் திரப்பி இரண்டு பாரமானிக் குழாய்களும் நீரால் நன்கு சூழ்ந்திருக்கும்படி செய். நீரின் வெப்ப நிலையைக் காண ஒரு வெப்ப நிலைமானியைப் பொருத்து. பூரித ஈதர் ஆவி அழுத்தத்தை பாதரச மட்ட வித்தியாசத்திலிருந்து குறித்துக்கொள். அகன்ற குழாயிலுள்ள நீரில் பனிக்கட்டித் துண்டுகளைச் சேர்த்து வெப்ப நிலையைக் குறை. அப்போது பாதரச மட்டங்களின் வித்தியாசத்தைக் கவனி. அது குறைந்திருப்பதைக் காணலாம். அதாவது வெப்பநிலை குறையும் போது ஆவி அழுத்தம் குறைகிறது.



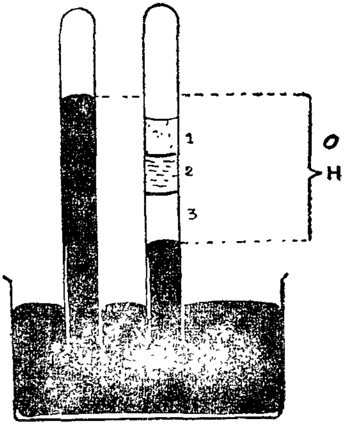
பூரித ஆவி அழுத்தம் வெபப நிலைககு நேர்விகிதம்
படம். 51

பிறகு அகன்ற குழாயிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலைய்ய உயர்த்து. நீரின் வெப்பநிலை உயர உயர பாரமானியின் பாதரச மட்ட வித்தியாசமும் அதிகரிப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து நாம் அறிவதென்ன ? வெப்பநிலைக்கேற்ப ஆவி அழுத்தமும் மாறுபடுகிறது. அதாவது பூரித ஆவி அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

ஆய்வு 3. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பூரித ஆவிகளின் மொத்த அழுத்தம் அவற்றின் தனித்தனி அழுத்தங்களின் கூடுதலாகும்

முதலில் ஈதர், ஆல்கஹால், பெட்ரோல் இந்த நீர்மங்களின் பூரித ஆவி அழுத்தங்களை தனித்தனியாக கண்டுபிடித்து குறித்துக்கொள். பிறகு முன் ஆய்வுகளைச் செய்ததுபோலவே இரண்டு பாரமானிக் குழாய்களை ஒரே பாதரசத் தொட்டியில் நிற்கவை. அவற்றில் ஒன்றில் ஈதர், பெட்ரோல், ஆல்கஹால் என நீர்மங்களைச் செலுத்தி அவற்றின் பூரித ஆவி அழுத்தம் ஏற்படும்

படிச் செய். பாதரச மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம் மூன்று பூரித ஆவி மொத்த அழுத்தத்தைக் காட்டுகிறது. தனித் தனியாக ஆவி அழுத்தங்களைக் கூட்டுக. இரண்டும் சமமாக இருப்பதைக் காணலாம். அதாவது ஒரு வெற்றிடத்தில் ஒன்றுக்கொன்று வினை புரியாத ஆவிகளின் பூரித ஆவி அழுத்தத்தின் மொத்தமானது அவற்றின் தனித் தனி அழுத்தங்களின் கூடுதல் என அறிகிறோம்.



ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பூரித ஆவிகளின் மொத்த அழுத்தம்
படம். 55

டால்டனின் ஆவி விதிகள்

முன்பு கூறிய மூன்று ஆய்வுகளிலிருந்து சில உண்மைகளை அறிகிறோம். இவற்றைப்பற்றி முதலில் ஆராய்ந்து கூறியவர் **டால்டன்** என்ற அறிவியல் அறிஞர் ஆவார். அதனால் அவ்வுண்மைகளை டால்டனின் ஆவி அழுத்த விதிகள் என்கிறோம்.

அவையாவன :

1. ஒரு நீர்மத்தின் பூரித ஆவி அழுத்தம் பருமனைப் பொருத்ததல்ல. அதாவது அது பாயில் விதிக்குட் பட்டதல்ல.

2. ஒரு நீர்மத்தின் பூரித ஆவி அழுத்தம் வெப்ப நிலை உயர்வுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

3. வேதி வினைபுரியாத வாயுக்களின் கலப்பினால் ஒரு நீர்மத்தின் பூரித ஆவி அழுத்தம் மாறுபடுவதில்லை.

4. பல நீர்மங்களினால் ஏற்படும் பூரித ஆவி அழுத்தம் அவற்றின் தனித் தனி அழுத்தங்களின் கூடுதலாகும்.

5. வெவ்வேறு நீர்மங்களின் பூரித ஆவி அழுத்தம் வெவ்வேறு அளவுகளில் இருக்கும்.

வினாக்கள்

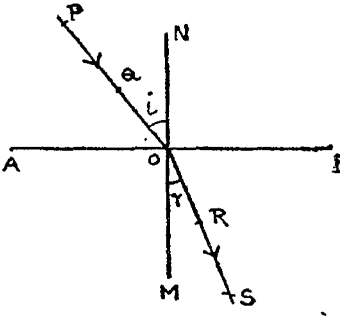
1. ஆவி என்றால் என்ன?
2. ஆவிக்கும், வாயுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன?
3. ஆவிக்கும் அழுத்தம் உண்டு என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?
4. பூரித ஆவி அழுத்தம் என்றால் என்ன?
5. பூரித ஆவி அழுத்தம் ஏற்பட்டுள்ளது என்பதை எவ்வாறு அறியலாம்?
6. பூரித ஆவி அழுத்தம் அதன் பரிமாணத்தைப் பொருத்த தல்ல என்று எவ்வாறு மெய்ப்பிப்பாய்?
7. பூரித ஆவி அழுத்தம் வெப்ப நிலையைப் பொருத்தது என எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?
8. ஒன்றோடு ஒன்று வினை புரியாத வெற்றிடத்தில் அடைபட்டுள்ள ஆவிகளின் மொத்த அழுத்தம் எதைப் பொருத்து அமையும்?
9. டால்டனின் ஆவி விதிகளைக் கூறுக.
10. வெவ்வேறு நீர்மங்களின் ஆவி அழுத்தம் வெவ்வேறாக இருக்கும் என்பதை நிரூபி.
11. பாரமானிக் குழாய் ஒன்றினுள் ஈதர் நீர்மம் செலுத்தப்படு கிறது. அப்பொழுது வெற்றிடத்தில் அந்நீர்மத்தின் அபூரித அல்லது பூரித ஆவி உள்ளது என எவ்வாறு தெரிந்துகொள்ளலாம்?

IV. ஒளி

16. ஒளிவிலகல்–செவ்வகப்பட்டகம்

ஒளி விலகல் அடைகிறது என்றும் அதனால் ஏற்படும் விளைவுகளைப்பற்றியும் நீங்கள் ஏழாம் வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர் கள். ஒளி விலகல் காரணமாக கிணற்றின் ஆழம் குறைவாக இருப்பது போலவும், நீரில் நுழைந்தக் கோல் வளைந்திருப்பது போலவும் இன்னும் பல நிகழ்ச்சிகளைப்பற்றியும் நீங்கள் படித்

திருக்கிறீர்கள். இப்பாடத்தில் அதைப்பற்றி மேலும் விரிவாகப் படிப்போம்.



அடர்த்தி மாறுபட்ட இரு ஊடகங்களில் ஒளியின் பாதை
படம். 56

பக்கத்தில் உள்ள படத்தைக் கவனி. இதில் AB என்ற கோடு இரு ஊடகங்களை பிரிக்கும் எல்லையாக அமைந்துள்ளது. இவ்வெல்லைக்கு மேலாக காற்று என்ற ஊடகமும், அதன் கீழ் காற்றைவிட அடர்த்தி மிகுந்த தண்ணீர், கண்ணாடி போன்ற மற்றொரு ஊடகமும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். ஓர் ஒளிக் கதிரானது காற்று ஊடகத்திலிருந்து இரண்டாவது ஊடகத்திற்கு செல்லுகிறது. அதன் பாதையை PQ, RS என்ற கோடுகள் காட்டுகின்றன. PQ என்ற கோடு ஒளி காற்றில் செல்லும் பாதையையும் காட்டுகிறது. RS என்ற கோடு அடர்த்தி மிகுந்த ஊடகத்தில் அதன் பாதையை குறிக்கிறது. AB என்ற எல்லைக்கோட்டில் O என்ற புள்ளியில் அவை சந்திக்கின்றன. அங்கு MON என்ற லம்பத்தை ABக்கு வரைவோம். PQ என்ற கோடு படுகதிர் எனப் படும். RS என்ற கோடு விலகு கதிர் எனப்படும். PON என்ற கோணம் படுகோணம் எனப்படும். SOM என்ற கோணம் விலகு கோணம் எனப்படும். இவற்றை முறையே i, r, என்று குறிப்பர். ஒளி, காற்று என்ற ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்தினுள் செல்லும்போது அதன் பாதை லம்பத்தை நோக்கி வளைந்திருப்பதைக் காணலாம். அதாவது படுகோணத்தைவிட விலகு கோணம் குறைவாக உள்ளது.

ஒளி விலகலின் விதிகள்

1. அடர்த்தி வித்தியாசமுள்ள இரண்டு ஊடகங்களில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு ஒளி செல்லும்போது அதன் படுகதிர், படுதானத்தில் வரையப்பட்ட லம்பம், விலகு கதிர் மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளன.

2. குறிப்பிட்ட நிறமுள்ள ஒளிக்கதிர் அடர்த்தி வித்தியாசமுள்ள ஊடகங்களில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு செல்லும்

போது படுகோண சைன் மதிப்பிற்கும், விலகு கோண சைன் மதிப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு மாறாத எண் ஆகும். அதாவது $\frac{\sin i}{\sin r}$ ஒரு மாறிலி (μ) ஆகும். இந்த விலகல் எண்ணானது ஊடகத்திற்கு ஊடகம் மாறுபட்ட அளவுடையது.

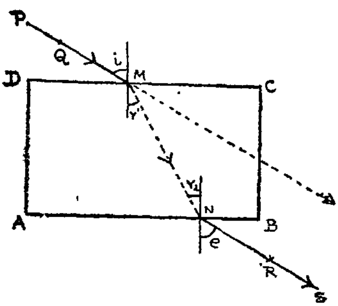
விலகல் எண்

ஏற்கனவே ஏழாம் வகுப்பில் கண்ணாடியின் விலகல் எண் என்பது ஒளி காற்றில் செல்லும் திசைவேகத்திற்கும், கண்ணாடியில் செல்லும் திசை வேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம் என்று படித்துள்ளீர்கள். அம்மாதிரியே விலகல் எண்ணை உண்மை ஆழத்திற்கும், தோற்ற ஆழத்திற்கும் உள்ள விகிதம் என்றும் படித்துள்ளீர்கள்.

விலகல் எண்ணை படுகோண சைன் மதிப்பிற்கும் விலகு கோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் என்றும் கூறலாம்.

விலகல் எண் $= \frac{\sin i}{\sin r}$ இதை μ என்ற கிரேக்க எழுத்தால் குறிப்பது மரபு.

கண்ணாடியின் விலகல் எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல் அல்லது ஸ்நெல்லின் விதியை சரிபார்த்தல்—செவ்வகப்பட்டக முறை



செவ்வகப் பட்டகத்தில் ஒளிவிலகல்
படம். 57

மேசையின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு வரைபலகையின் மீது வெள்ளைத்தாளைப் பொருத்து. அதன் மீது கொடுக்கப்பட்ட கண்ணாடி பட்டகத்தை வைத்து அதன் எல்லையை குறி. $ABCD$ எனப் பெயரிடு. CD என்ற பக்கத்தில் M என்ற புள்ளியில் ஒரு லம்பம் வரை. அதற்கு $30°$ யில் ஒரு கோடு வரை. இதைப் படுகதிர் எனக்கொள்வோம். இதன் மீது PQ என்ற இடங்களில் இரண்டு குண்டூசிகளை செங்குத்தாக நிற்கவை. பிறகு AB என்ற பக்கத்தின் மூலம் பட்டக கண்ணாடி வழியாக PQ குண்டூசிகளை கவனி. அவற்றிற்கு நேர்கோட்டில் இருக்கும் RS என்ற இடங்களில் மேலும் இரண்டு குண்டூசிகளை நிற்க வை. குண்டூசி

நின்ற இடங்களை குறித்துக்கொண்டு அவற்றை நீக்கு. பிறகு அப் புள்ளிகளை நேர்க்கோட்டினால் இணை. RS என்ற நேர்கோடு AB பக்கத்தை N என்ற புள்ளியில் வெட்டுவதைக் காணலாம். MN புள்ளிகளை இணை. இப்போது படத்தில் PQ என்ற கோடு படு கதிர் ஆகும். MN என்ற கோடு விலகு கதிர் ஆகும். RS என்ற கோடு விடுகதிர் ஆகும். படுகதிர் லம்பத்தோடு ஏற்படுத்தும் கோணம் படுகோணம் i ஆகும். விலகு கதிரில் M, N என்ற இடங்களில் வரையப்பட்ட லம்பங்கள் கோணங்களை உண்டாக்குகிறது. இவை முறையே விலகு கோணம், r_1 என்றும் விலகு கோணம் r_2 என்றும் வழங்கப்படும். விடுகதிர் லம்பத் தோடு ஒரு கோணத்தை உண்டாக்குகிறது. அது விடுகோணம் e எனப்படும்.

இம்மாதிரியே படுகோணத்தின் மதிப்பை 35°, 40°, 45°... என்று அதிகரித்துக்கொண்டே சென்று 5 அல்லது 6 பரிசோதனை களை செய். எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. படு கோண சைன் மதிப்பையும், விலகு கோண சைன் மதிப்பையும் கண்டுபிடி. (இதற்கு க்ளார்க் கையேடு பயன்படும்). $\sin i / \sin r$ விகிதத்தை கணக்கிடு. எல்லா சோதனைகளிலும் அது சமமாக இருப்பதைக் காணலாம். இவ்வாறாக ஸ்நெல்லின் விதியை சரி பார்க்கலாம்.

ஆய்வு எண்	படுகோண மதிப்பு	படுகோண சைன் மதிப்பு $\sin i$	விலகு கோண மதிப்பு	விலகு கோண சைன் மதிப்பு $\sin r$	$\frac{\sin i}{\sin r}$	சராசரி
1.	55°	0·8192	32°	0·5299	$\frac{0{\cdot}8192}{0{\cdot}5299}$	1·546
2.	50°	0·7660	30°	0·5000	$\frac{0{\cdot}7660}{0{\cdot}5000}$	1·541
3.						
4.						
5.						

செய்துபார்

உள்ளீடற்ற கண்ணாடிச் செவ்வகப்பட்டகம் கொண்டு ஒளி விலகல் விதியின் அடிப்படையில் உன் வீட்டிற்கு வாங்கப்பட்ட நல்லெண்ணை, கடலெண்ணை, தேங்காய் எண்ணை போன்ற ஒளிபுகும் பொருள்களின் விலகல் எண்ணையும் கண்டுபிடி. பத்து நண்பர்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒவ்வொருவரும் ஒவ்வொரு கடையில் 100 மி.கி. கடலெண்ணை வாங்குக. தனித்தனியாக μ காண்க. எந்த கடையில் வாங்கிய எண்ணெய்யின் μ மிக வேறுபாடான அளவைக் காட்டுகிறதோ அது கலப்படம் என அறிக.

வினாக்கள்

1. படுகதிர், விலகு கதிர்—வரையறு.

2. அடர்வு குறைந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு அதிகமுள்ள ஊடகத்திற்கு ஒளி செல்லும்போது அதன் பாதை எப்படி அமையும்?

3. காற்று, கண்ணாடிப் பட்டகம் இதன் வழியாக செல்லும் ஒளி இடப் பெயர்ச்சி அடைகிறது. திசை மாற்றம் அடையவில்லை—உண்மையா?

4. ஒளி விலகலின் விதிகளை கூறுக.

5. ஸ்நெல்லின் விதிகளை கூறுக.

6. கண்ணாடிப் பட்டகத்தைக்கொண்டு கண்ணாடியின் விலகல் எண்ணை காணும் சோதனையை விவரி.

7. ஸ்நெல்லின் விதியை எவ்வாறு சரிபார்ப்பாய்?

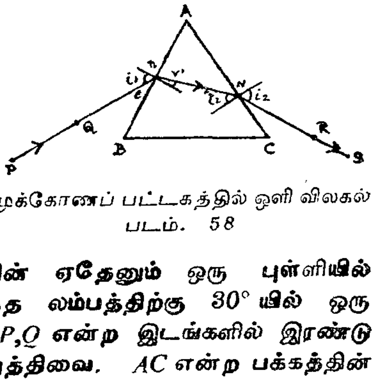
8. காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குள் செல்லும் ஒளிக்கதிரின் படுகோணம் $60°$. கண்ணாடியினுள் அதன் விலகு கோணம் $35°$ என்றால் கண்ணாடியின் விலகல் எண் என்ன என்பதைக் கண்டுபிடி.

9. காற்றிலிருந்து நீருக்குள் செல்லும் ஒளிக்கதிரின் படு கோணம் 50°. அதன் விலகு கோணம் 35° என்றால் நீரின் விலகல் எண்ணைக் கண்டுபிடி.

10. காற்று-கண்ணாடிப் பட்டகம்-காற்று இவற்றில் ஒளி செல்லும் பாதையை வரைந்து காட்டு.

17. ஒளி விலகல்—முக்கோணப்பட்டகம்

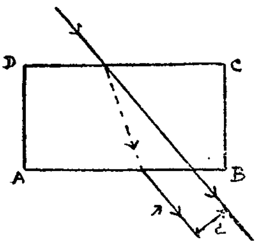
முந்தைய பாடத்தில் செவ்வக கண்ணாடி பட்டகத்தின் வழியாக ஒளி செல்லும் போது ஏற்படும் மாறுதலைப்பற்றி படித்தீர்கள். அங்கு ஒளி பக்க இடப்பெயர்ச்சி அடைவதாய் படித்தீர்கள். இப்பாடத்தில் ஒரு முக்கோணக் கண்ணாடி பட்டகத்தின் வழியாக ஒளி செல்லும் போது ஏற்படும் விளைவைப்பற்றி படிப்போம்.



முக்கோணப் பட்டகத்தில் ஒளி விலகல்
படம். 58

மேசைகளின் மீதுள்ள ஒளிவரை பலகையில் வெள்ளைத்தாள் ஒன்றைப் பொருத்து. அதன் மீது கொடுக்கப்பட்ட முக்கோணப் பட்டகத்தை வைத்து அதன் எல்லைகளைக் குறித்துக் கொள். அதை ABC எனப் பெயரிடு. AB என்ற பக்கத்தின் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் (M) ஒரு லம்பம் வரை. அந்த லம்பத்திற்கு 30° யில் ஒரு படுகதிர் வரை. அதன் மீது P,Q என்ற இடங்களில் இரண்டு குண்டூசிகளை செங்குத்தாக நிறுத்திவை. AC என்ற பக்கத்தின் மூலம் அக்குண்டூசிகளைப் பார். அவற்றிற்கு நேர்கோட்டில் இருக்கும்படி மேலும் இரண்டு குண்டூசிகளை R,S இடங்களில் செங்குத்தாக நிறுத்து. பிறகு குண்டூசி நின்ற இடங்களைக்குறித்துக் கொள் அவற்றை நீக்கு. அப்புள்ளிகளை நேர்க்கோட்டினால் இணை. SR நேர்கோடு AC பக்கத்தை Nல் வெட்டுவதைக் காணலாம். M,N புள்ளிகளை இணை. படத்தில் PQ என்ற கோடு படுகதிர் ஆகும். இது M லம்பத்துடன் ஏற்படுத்தும் கோணம் (i_1) ஆகும். MN என்ற கோடு முக்கோண பட்டகத்தினுள் ஒளிப்பாதை ஆகும். இது விலகு கதிர் ஆகும். இது M,N புள்ளிகளில் வரைந்த லம்பங்களிடையே இரண்டு கோணங்களை உண்டாக்குகிறது.

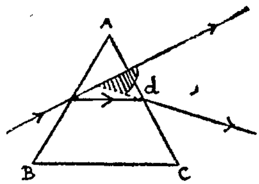
அவை முறையே விலகு கோணம் r_1 என்றும் விலகு கோணம் r_2 என்றும் அழைக்கப்படும். RS என்ற கோடு விடு கதிர் ஆகும். இது லம்பத்துடன் உண்டாக்கும் கோணம் விடு கோணம் i_2 ஆகும். படுகோணத்தின் மதிப்பை 30°, 35°, 40°, 45°, 50° என்று அதிகரித்துக் கொண்டே சென்று 5 அல்லது 6 சோதனைகள் செய்யலாம். முன்பாடத்தில் கூறியது போலவே sin i, sin r மதிப்புகளின் விகிதத்தை கணக்கிட்டு கண்ணாடியின் விலகல் எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.



ஒளிவிலகலால் பாதை இடப்பெயர்ச்சி அடைதல்
d–இடப்பெயர்ச்சி
படம். 59

செவ்வக பட்டகத்தின் ஒளி விலகல் அடைந்ததற்கும் முக்கோணப் பட்டகத்தில் ஒளி விலகல் அடைந்ததற்கும் ஒரு வித்தியாசம் உள்ளது. காற்று-கண்ணாடி-காற்று என்று ஒளி செல்லும் போது ஒளிவிலகல் செவ்வகப் பட்டகத்தில் ஒரு இடப் பெயர்ச்சி அடைந்ததே தவிர திசைமாற்றம் அடையவில்லை. ஆனால் முக்கோணப் பட்டகத்தில் ஒளிவிலகல் இடப்பெயர்ச்சிக்கு பதிலாக திசை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இதை அறிய PQ கோட்டை நீட்டு. RS கோட்டை பின்நோக்கி நீட்டு. இரண்டும் வெட்டிக் கொள்கின்றன. அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கோணம் திசை மாற்றக் கோணம் ஆகும்.

முக்கோணப்பட்டகத்தில் படுகோணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க திசைமாற்ற கோணம் குறையும். ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோணத்திற்கு திசை மாற்ற கோணம் மிகக்குறைவாக இருக்கும். இதை அதம திசைமாற்றகோணம் என்கிறோம். பிறகு படுகோணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க திசை மாற்றக் கோணம் அதிகரிக்கும். படுகோணத்திற்கு திசைமாற்ற கோணத்திற்கும் வரையப்பட்ட வரைகோடு ஒரு பரவளையம் ஆகும். முக்கோணப் பட்டகத்தில் ஒளி விலகலால் இன்னும் ஒரு நிகழ்ச்சியும் நடைபெறுகிறது. அதை நிறப்பிரிகை என்கிறோம். அதைப்பற்றி 10ம் வகுப்பில் விரிவாகப் படிப்பீர்கள்.



ஒளி விலகலால் ஏற்படும் திசை மாற்றக்கோணம்.
d-திசை மாற்றக் கோணம்
படம் 60

தெரிந்துகொள்

1. சாதாரணமாக கண்ணாடிப் பட்டகத்தில் விலகல் எண் காணப்பயன்படும் சூத்திரம் $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$. முக்கோணப்பட்டகத்திலும் இது பயன்படும். ஆனால் அதமதிசை மாற்றக் கோணத்தையும் பட்டகத்தின் கோணத்தையும் பயன்படுத்தினால் விலகல் எண்ணும் சூத்திரமும் சற்றே மாறுபடும்.

$$\mu = \frac{\sin \frac{A+D}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

இதில் A என்பது முக்கோணப்பட்டகத்தின் கோணம், D என்பது அதம திசைமாற்ற கோணம்.

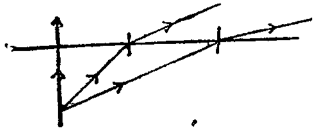
2. விலகல் எண் நிறத்திற்கு நிறம் மாறுபடும். ஆகையால் பல நிறங்கள் சார்ந்த வெள்ளை ஒளியை முக்கோணப்பட்டகத்தில் செலுத்தினால் விலகல் எண் வித்தியாசம் காரணமாக ஒவ்வொரு நிறமும் ஒவ்வொருக் கோணத்தில் விலகல் அடையும். அதாவது வெள்ளை நிறம் நிறப்பிரிகை அடையும்

வினாக்கள்

1. முக்கோணப்பட்டகத்தைக் கொண்டு கண்ணாடியின் விலகல் எண் காணும் சோதனையை விவரி.
2. திசைமாற்றக் கோணம் என்றால் என்ன?
3. முக்கோணப்பட்டகத்தில் ஒளிவிலகல் போது இடப்பெயர்ச்சிக்கு பதிலாக திசைமாற்றம் ஏற்படுகிறது. உண்மையா?
4. படுகோணத்திற்கும், திசைமாற்ற கோணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு யாது?
5. அதம திசைமாற்றக் கோணம் என்றால் என்ன?

18. முழு அக எதிரொளிப்பு

கோடைக்காலங்களில் நேராகச்செல்லும் பாதையில் பகலில் தொலை தூரத்தில் நீர் நிலைகள் இருப்பதைப்போல தோற்றத்தை கவனித்திருப்பீர்கள். இதைக் கானல் நீர் என்று கூறுவர். அருகே செல்லும்போது அங்கு நீர் இருக்காது. ஆனால் மீண்டும் தொலை தூரத்தில் நீர் இருப்பதுபோல் தோன்றும். அது எப்படி ஏற்படுகிறது?



படுகோணம் அதிகரிக்கும்போது விலகு கோணம் அதிகரிக்கிறது.
படம்: 61

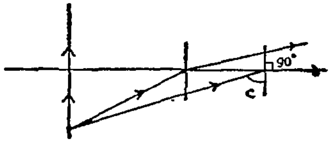
இரவு நேரங்களில் வாகனங்களின் ஒளிபட்டவுடன் சைக்கிள் பின் பொருத்தியுள்ள சிகப்பு சின்னம் பிரகாசமாக மின்னுகிறதே. அது எப்படி ஏற்படுகிறது? இதைப்பற்றி எல்லாம் இப்பாடத்தில் தெரிந்து கொள்வோம்.

ஓர் ஒளிக்கற்றையானது அடர்த்தி மிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்திற்கு செல்லும்போது அதன் பாதையை கவனி. ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் எல்லைக்கு 90° அதாவது லம்பம் வழியாக செல்லும்போது அதன் பாதையில் மாறுதல் இல்லை. அவ்வொளிக்கதிர் ஏற்படுத்தும் படுகோணத்தின் அளவை சிறிது சிறிதாக அதிகப்படுத்தும்போது ஒளியானது அடர்வு குறைந்த ஊடகத்தில் செல்லும்போது லம்பத்தை விட்டு விலகிச்செல்வதைக் காணலாம். அதாவது படுகோணம் அதிகரிக்கும்போது விலகு கோணம் அதிகரிக்கிறது.

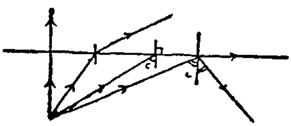
இம்மாதிரியே படுகோணத்தை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லும்போது விலகு கோணம் அதிகரிக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோணத்திற்கு விலகுகதிர் ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தை தொட்டுக்கொண்டு செல்வதைக் காணலாம். அதாவது அப்படுகோணத்திற்கு ஏற்படும் விலகு கோணம் 90° ஆகும். இந்தப் படுகோணத்தை மாறுதானக்கோணம் என்கிறோம்.

ஓர் ஒளிக்கதிர் அடர்வுமிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறைந்த ஊடகத்திற்கு செல்லும்போது எந்தப் படுகோணத்திற்கு விலகு கோணம் 90° ஆக உயருகிறதோ, அந்தப் படுகோணத்தை மாறுதானக்கோணம் என்கிறோம். அதை C என்ற எழுத்தால் குறிப்பது மரபு.

ஒளி அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறைந்த ஊடகத்திற்கு செல்லும்போது படுகோணத்தை மாறுதானக் கோணத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்படிச் செய்தால் ஒரு புதிய விளைவு ஏற்படுவதைக் காணலாம். அப்போது ஒளிக் கதிர் அவ்வூடகங்களைப்பிரிக்கும் தளத்திலேயே எதிரொளிக்கப் பட்டு அதே அடர்த்தி மிகுந்த ஊடகத்தினுள் செல்கிறது. அதாவது ஒளி அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்திற்குள்ளேயே எதிரொளிக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியை முழு அக எதிரொளிப்பு (total internal reflection) என்கிறோம்.



மாறுதான கோணம்
படம். 62



முழு அக எதிரொளிப்பு
படம். 63

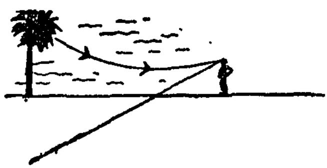
முழு அக எதிரொளிப்பு ஏற்படுவதற்கான நிபந்தனைகள்

1. ஒளி அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறைந்த ஊடகத்தை நோக்கிச் செல்ல வேண்டும்.

2. படுகோணமானது மாறுதானக் கோணத்தைவிட அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

முழு அக எதிரொளிப்பினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

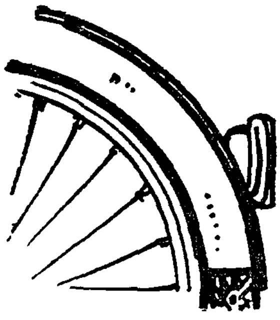
1. கானல் நீர் காட்சி



கானல் நீர் காட்சி
படம். 64

வெப்பமிகுந்த நாள்களில் பூமிக்கு மேலிருக்கும் காற்று மண்டலம் ஒரே சீராக வெப்பமடைவதில்லை. அதனால் வெப்பநிலை வித்தியாசமுள்ள காற்றடுக்குகள் உருவாகின்றன. பூமிக்கு அருகிலுள்ள காற்றடுக்கு அதிக வெப்பநிலையிலும், மேலே செல்லச்செல்ல வெப்பநிலை குறைந்துகொண்டே செல்லும். காற்றடுக்கின் அடர்த்தி, வெப்பநிலையை பொறுத்து அமையும். அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள அடுக்கு குறைந்த அடர்த்தியிலும், குறைந்த வெப்பநிலை அடுக்கு அதிக அடர்த்தியுடனும் இருக்கும். எனவே சூரியஒளி அடர்வுமிகுந்த காற்றிலிருந்து, அடர்வு குறைந்த காற்றை நோக்கிவரும். அதனால் பூமியை நோக்கி

வரும் ஒளிக்கற்றை விலகல் அடைந்து கொண்டேவரும். ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்கில் அதன் படுகோணம் மாறுதானகோணத்தை விட அதிகமாகும். அதனால் அது முழு அக எதிரொளிப்பு அடையும் இவ்வாறு எதிரொளித்த கற்றையே நம் கண்களை அடைகிறது. அப்போது பொருள்களின் பிம்பங்கள் நமக்கு தலைகீழாக தெரிகின்றன. நேரான பொருளையும், தலைகீழான பொருளையும் ஒரு சேரப் பார்க்கும்போது அங்கு நீர் கொட்டியிருப்பதுபோன்ற பிரமை ஏற்படுகிறது. இதைக் கானல் நீர் என்கிறோம்.

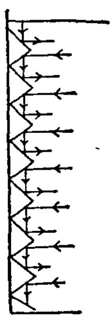


சைக்கிளின பின்புற விளக்கு
படம். 65

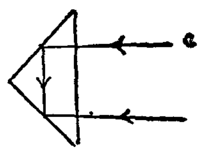
2. சைக்கிளின் பின்புறம் உள்ள சிவப்புச் சின்னம் முழு அக எதிரொளிப்பால் ஒளிருகிறது

சைக்கிளின் பின்புறத்தில் உள்ள சிவப்புச் சின்னம் ஒளி பட்டவுடன் மிகப் பிரகாசமாக ஒளிருவதைக் காணலாம். அதில் அருகருகே சிறிய 45° (முழு அக எதிரொளிப்பு) முக்கோணப் பட்டகங்கள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன.

அதன்மீது ஒளி விழும்போது விலகல் அடையும். அதன் படு கோணம் 45° ஆகும். ஆனால் பட்டகத்தின் மாறுதானக் கோணம்



சைக்கிளின் பின்புறத்தில் உள்ள விளக்கில் ஒளி விலகல் அடைதல்
படம். 66



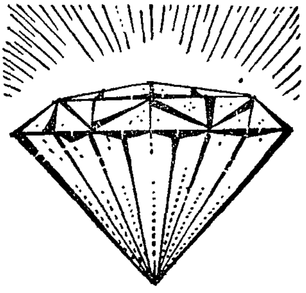
ஒளி தான் வந்த பாதையிலேயே திருப்பப் படுதல்
படம். 67

43° ஆகும். படுகோணம் மாறுதானக் கோணத்தைவிட அதிகமாக இருப்பதால் முழு அக எதிரொளிப்பு ஏற்படுகிறது. அதனால்

அதன்மீது விழுந்த மொத்த ஒளியும் திருப்பப்படுகிறது. அதனால் அது மிக பிரகாசமாக ஒளிருகிறது.

3. வைரம் மின்னுகிறது

சுரங்கத்திலிருந்து வெட்டி வைரம் பெறப்படுகிறது. வெட்டி எடுக்கப்பட்ட வைரம் ஜொலிக்காது. ஆனால் அதற்கு 'பட்டை தீட்டும் போது ஒளி பட்டவுடன் அது பிரகாசமாக ஒளிருகிறது. வைரத்தினுள் நுழைந்த ஒளி பல முறை எதிரொளிக்கப்பட்டு முழு அக எதிரொளிப்பின் மூலம் வைரத்தைவிட்டு வெளியேறுகிறது. அதனால் அது மிகப்பிரகாசமாக ஒளிருகிறது. அதன் மாறுதானக் கோணம் 24°.



வைரம் மின்னுதல்
படம். 68

4. முழு அக எதிரொளிப்பு பட்டகங்கள் பெரிஸ்கோப், இரு கண் தொலை நோக்கி, தொலை நோக்கிக் கருவி, எதிரொளிக்கும் தொலை நோக்கி போன்ற பல கருவிகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள். சாதாரணமாக சமதள ஆடிகளையோ மற்ற ஆடிகளையோ, பயன்படுத்தும்போது ஒளி நஷ்டம் ஏற்படுகிறது. ஆனால் முழு அக எதிரொளிப்பு பட்டகங் களைப் பயன் படுத்தினால் ஒளி நஷ்டம் இல்லாமல் பிம்பங்கள் பிரகாசமாகத் தெரியும்

5. கண், உடலின் உள் உறுப்புகள் சிலவற்றை ஒளியைக் கொண்டு சோதிக்க மருத்துவர்கள் பிரத்தியேகமான ஓர் அமைப்பை கையாண்டு வருகிறார்கள். அதில் ஒளியானது மிகப் பிரகாசமான புள்ளியில் குவிக்கப்படுகின்றது. ஆனால் அம்மாதிரி செய்யும்போது ஏற்படும் வெப்பம் தடுக்கப்படுகின்றது. இதற்கு முழு அக எதிரொளிப்பே பயன்படுகிறது. வளையக்கூடிய ஒளிபுகும் பொருள்களால் செய்யப்பட்ட தண்டுகளில் ஒளியைச் செலுத்தும்போது, ஒளிமூலம் பார்வையிலிருந்து மறைக்கப்பட்டாலும், வளைந்த தண்டின் மறு முனையில் ஒளி தெரியும். இதைக்கொண்டு உறுப்புகளைச் சோதிக்கிறார்கள். ஒளியின் பிரகாசத்தை அதிகரிக்க பிரகாசமான விளக்கொளியை பயன்படுத்தும்போது கூடவே வெப்பமும் அதிகரிக்கும். இவ்வமைப்பில் அது தடுக்கப்படுகிறது.

வெப்பமின்றி ஒளிக் குவிக்கும் முறை
படம். 69

வினாக்கள்

1. ஒளி அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறைந்த ஊடகத்திற்கு செல்லும் போது படுகோணம், விலகு கோணம் எவ்வாறு அமையும் ?

2. மாறுதானக் கோணம் என்றால் என்ன ?

3. அடர்வு குறைவாக ஊடகத்தில் விலகு கோணம் 90° ஆக இருக்கும்போது அடர்வு மிகுந்த ஊடகத்தில் படுகோணத்தின் பெயர் என்ன ?

4. படுகோணம் மாறுதானக் கோணத்தைவிட அதிகரித்தால் செல்லும் ஒளியின் பாதை எவ்வாறு அமையும் ?

5. முழு அகஎதிரொளிப்பு ஏற்படும் விதத்தை படத்துடன் விளக்கு.

6. முழு அக எதிரொளித்தல் ஏற்பட நிபந்தனைகள் யாவை ?

7. முழு அகஎதிரொளிப்பால் ஏற்படும் விளைவுகள் யாவை ?

8. கானல் நீர் என்றால் என்ன ? ஏற்படும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.

9. 45° முக்கோணப்பட்டகத்தைக் கொண்டு ஒளியின் பாதையை 90° க்கு மாற்றும் படத்தை வரைந்துக் காட்டு.

10. 45° முக்கோணப்பட்டகத்தைக் கொண்டு ஒளியின் பாதையை 180° மாற்றும் விதத்தை படம் வரைந்து காட்டு.

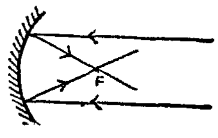
11. வைரம் ஏன் ஜொலிக்கிறது ?

12. பெரிஸ்கோப், தொலைநோக்கி இவற்றில் முழு அக எதிரொளிப்பு பட்டகங்களை பயன்படுத்துவது ஏன் ?

19. கோளக ஆடிகள்

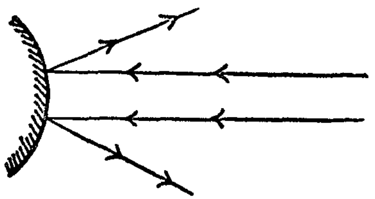
கீழ் வகுப்பில் சமதள ஆடிகளைப்பற்றியும் அதில் ஏற்படும் எதிரொளித்தல் பற்றியும் படித்துள்ளீர்கள். இந்த பாடத்தில் ஆடிகள் வளைந்திருந்தால்—அதாவது அதன் பரப்பு சமதளமாக இல்லாதிருந்தால்—ஏற்படும் விளைவுகளைப்பற்றி படிப்போம்.

எதிரொளிக்கும் பரப்பு சமதளமாக இருந்தால் அதை சமதள ஆடிகள் என்கிறோம். அவ்வாறில்லாமல் எதிரொளிக்கும் பரப்பு குவிந்தோ, குழிந்தோ இருந்தால் அவற்றை கோளக ஆடிகள் என்கிறோம்.



குழி ஆடி
படம். 70

எதிரொளிக்கும் பரப்பு குழிந்து இருந்தால் அந்த கோளக ஆடியை குழி ஆடி என்கிறோம்.



குவி ஆடி
படம். 71

எதிரொளிக்கும் பரப்பு குவிந்து இருந்தால் அந்தக் கோளக ஆடியை குவி ஆடி என்கிறோம்.

குழி ஆடியின் தன்மை

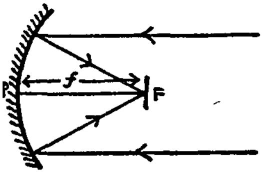
ஒன்றுக்கொன்று இணையாக ஒளிக்கதிர்கள் குழி ஆடியில் பட்டு எதிரொளித்த பின்பு குவியும் கற்றையாகி ஒரு புள்ளியில் குவியும்.

குழி ஆடியில் தெரிந்துக் கொள்ளவேண்டியவைகள்

ஆடிமையம் : குழி ஆடியின் நடுப்புள்ளி ஆடிமையம் எனப்படும்.

முக்கிய அச்சு : குழி ஆடியின் மையத்தின் வழியாக வரையப்படும் கற்பனைக் கோடு முக்கிய அச்சு எனப்படும். இதில் முக்கியக் குவியம், 'வளைவு மையம்' போன்றவை அமையும்.

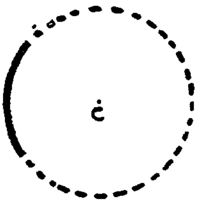
முக்கியக் குவியம் : முக்கிய அச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர்கள் ஆடியில் எதிரொளித்த பின்பு ஒரு புள்ளியில் கூடுகின்றன. அப் புள்ளிக்கு முக்கியக் குவியம் என்று பெயர்.



முக்கியக் குவியம்
படம். 72

குவிய தூரம் : ஆடிமையத்திற்கும், முக்கிய குவியத்திற்கும் இடைப்பட்ட தூரம். இதை குவிய தூரம் என்று கூறுவார்கள்.

வளைவு ஆரம்: ஆடிமையத்திற்கும், வளைவு மையத்திற்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தை வளைவு ஆரம் என்கிறோம்.



வளைவு மையம்
படம். 73

வளைவு ஆரம் குவிய தூரத்தைப்போல் இரண்டு மடங்கு இருக்கும். வளைவு ஆரத்தை 'R' என்றும், குவிய தூரத்தை 'f' என்றும் கொண்டால்

$$R = 2f.$$

குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம்

சமதள அடியில் தோன்றும் பிம்பத்திற்கும் குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்திற்கும் நிறைய வித்தியாசங்கள் உள்ளன. குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் தன்மை அதன்முன் பொருள் வைக்கப்படும் தூரத்தைப் பொருத்து பிம்பம் பெரிய மாயபிம்பம் அளவிலிருந்து பெரிய நிஜ பிம்ப அளவு வரையில் மாறலாம்.

குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் இடத்தை ஜியோமிதி முறையில் வரைதல்

குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் இடத்தை ஜியோமிதி முறையில் நாம் எளிதாக கண்டறியலாம். அதற்குக் கீழ்கண்ட நிபந்தனைகளை கடைபிடிக்கவேண்டும் :

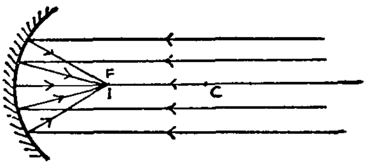
1. முக்கிய அச்சுக்கு இணையாக வரையப்படும் கோட்டை ஆடியில் பட்டு எதிரொளித்த பின்பு முக்கிய குவியத்தின் வழியாக நீட்டவேண்டும்.

2. முக்கிய குவியத்தின் வழியாக வரையப்படும் கோட்டை ஆடியில் பட்டு எதிரொளித்த பின்பு முக்கிய அச்சுக்கு இணையாக வரையவேண்டும்.

3. வளைவு மையத்திலிருந்து வரையப்படும் கோடு அதே பாதையிலேயே திரும்ப செல்லும்.

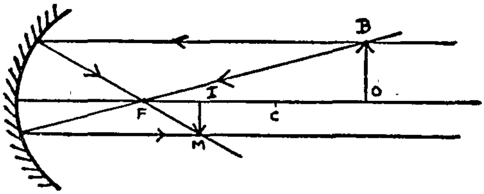
1. பொருளானது வெகு தொலைவில் உள்ளபோது

பொருள் வெகு தொலைவில் உள்ளபோது அதிலிருந்து புறப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வரும். அதனால் எதிரொளித்த பின்பு முக்கியக் குவியத்தில் குவியும் அதனால் புள்ளி வடிவில் பிம்பம் முக்கியக் குவியத்திலேயே ஏற்படும்.



பொருள் வெகு தொலைவில்
படம். 74

2. பொருள் வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் உள்ளபோது

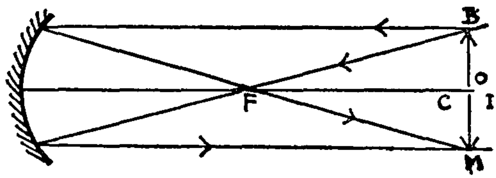


பொருள் வளைவு மையம் C க்கப்பால்
படம். 75

வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் பொருள் (OB) உள்ளபோது அதனுடைய அளவில் சிறிய தலைகீழ் நிஜ பிம்பம் (IM) 'F' க்கும் 'C' க்கும் இடையில் ஏற்படும்.

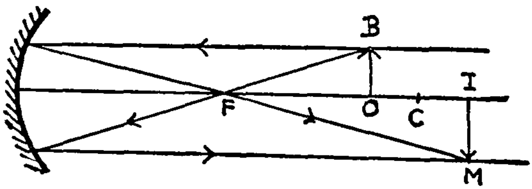
3. பொருள் வளைவு மையத்திலேயே உள்ளபோது

பொருளை (OB) வளைவு மையத்திலேயே வைக்கும்போது சம அளவுடைய தலைகீழ் நிஜ பிம்பம் (IM) அதே இடத்திலேயே ஏற்படும்.



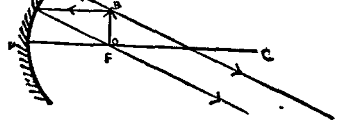
பொருள் வளைவு மையத்தில்
படம். 76

4. பொருள் வளைவு மையத்திற்கும், முக்கியக் குவியத்திற்கும் இடையே உள்ளபோது



பொருள் Fக்கும் Cக்கும் இடையில்
படம். 77

பொருள் (OB) 'F' க்கும் 'C' க்கும் இடையில் இருந்தால் ஆடியில் பெரிய, தலைகீழ் நிஜ பிம்பம் (IM) வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் ஏற்படும்.

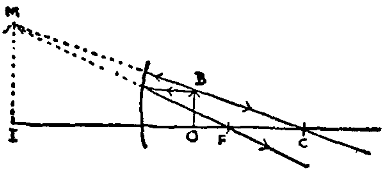


பொருள் முக்கிய குவியத்தில்
படம். 78

5. பொருள் முக்கியக் குவியத்திலேயே இருக்கும்போது

குழி ஆடியின் முக்கிய குவியத்திலேயே பொருள் அமையும்போது தொலை தூரத்தில், கண்ணுக்கு எட்டாத தூரத்தில் பிம்பம் தெரியும்.

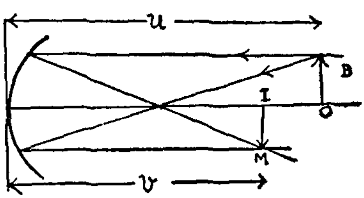
6. முக்கியக் குவியத்திற்குள் பொருள் இருக்கும்போது அளவில் பெரிய நேரான மாய பிம்பம் ஏற்படும்.



பொருள் முக்கியக் குவியத்திற்குள்
படம். 79

ஒரு குழி ஆடியின் குவிய தூரத்தை $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ வாய்பாடு முறையில் கணக்கிடல்

கொடுக்கப்பட்ட குழி ஆடியை அதன் தாங்கியில் வை. அதன் மையப் புள்ளியிலிருந்து மேசையின் மீது 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 *cm.* அளவுகளுக்கு சிறு கோடுகள் வரை. ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை ஆடிக்கு முன் 30 *cm.* தூரத்தில் நிற்கவை. ஒரு வெள்ளைத் திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி தலை கீழான தெளிவான நிஜபிம்பம் திரையில் ஏற்படும்படி செய். ஆடிக்கும், பிம்பத்திற்கும் (திரைக்கும்) உள்ள தூரத்தை அள. ஆடி மையத்திற்கும், திரைக்கும் உள்ள தூரத்தை *u* என்ற எழுத்தால் குறிப்பார். பிம்பத்திற்கும், ஆடிக்கும் உள்ள தூரத்தை என்ற *v* எழுத்தால் குறிப்பர். பிறகு மெழுகு வர்த்தியை 35, 40 என்று ஒவ்வொரு அளவுகளிலும் நிற்கவை. அப்போது பிம்பம் ஏற்படும் இடங்களை அள. எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. அட்டவணையிலிருந்து *uv* மதிப்பையும் *u+v* மதிப்பையும் கணக்கிடு.



குவியத் தூரத்தை காணல்—u-v முறை
படம். 80

பெருக்கல் பலனை (*u v*) கூட்டல் பலனால் (*u+v*) வகுத்துக் கிடைக்கும் ஈவு குழி ஆடியின் குவிய தூரம் ஆகும். $f = \frac{uv}{u+v}$.

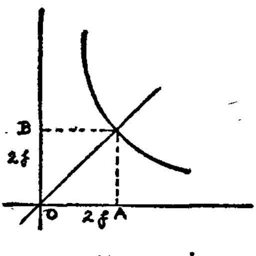
எடுத்த அளவுகளின் சராசரியை கணக்கிட்டு ஆடியின் குவிய தூரத்தைக் காண்.

அட்டவணை

எண்	குழிஆடியிலிருந்து பொருள் உள்ள தூரம் u cm.	குழிஆடியிலிருந்து பிம்பம் உள்ள தூரம் v cm.	u v	u+v	$f = \frac{uv}{u+v}$ cms.
1.	30	60	1800	90	20
2.	35	46·6	1631	81·6	19·98
3.	40	40	1600	80	20
4.	45	36	1620	81	20
5.	50	33·3	1665	83·3	19·26

சராசரி 19·85

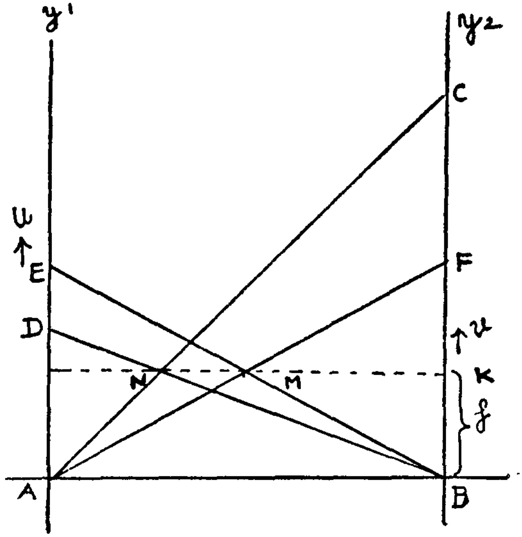
குழி ஆடியின் குவிய தூரத்தை வரைபட முறையில் கண்டுபிடிக்கலாம்.



u-v வரைபடம்
படம். 81

மேற்கூறிய சோதனையை மீண்டும் செய்க. எடுத்த u அளவுகளை வரைபடத்தாளில் X அச்சில் குறிக்க. v அளவுகளை Y அச்சில் குறிக்க. ஒவ்வொரு u அளவிற்கு தகுந்த v அளவிற்கு நேராக வரைபடத்தாளில் புள்ளியை வை அல்லது அமைத்த புள்ளிகளை சீரான கோட்டினால் இணை. அப்போது படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு வரைகோடு கிடைக்கும். X அச்சிற்கும் Y அச்சிற்கும் இடைப்பட்ட கோணத்தை இரு சமவெட்டியால் வெட்டு. அது வரைகோட்டை ஒரு புள்ளியில் வெட்டுகிறது.

அப்புள்ளிக்கு சமமாக X அல்லது Y அளவு $2f$க்கு சமமாகும். இதில் பாதி குழி ஆடியின் குவிய தூரத்திற்கு சமம்.



'f' காணும் மற்றொரு முறை
படம். 82

உங்கள் சிந்தனைக்கு

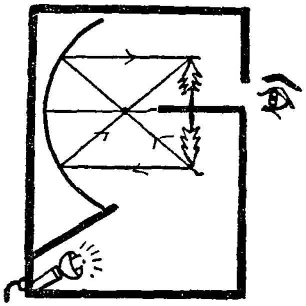
குழி ஆடியில் வரைபட பரிசோதனைக்கு u, v அளவுகளை கீழ்கண்ட முறையில் குறிக்கலாம் : X அச்சிற்கு பதிலாக இரண்டு Y அச்சுகளை (Y_1, Y_2) எடுத்துக்கொள். ஒன்றில் u அளவுகளையும், மற்றொன்றில் v அளவுகளையும் குறி. u அளவை எதிர் 'Y_2' அச்சின் 'B' புள்ளியுடன் இணை. அதற்கு தகுந்த v அளவை அதன் எதிர் 'Y_1 அச்சின் A புள்ளியோடு இணை. இங்கு இரண்டு நேர் கோடுகளும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்கின்றன. அவ்வெட்டுப் புள்ளிக்கு சமமான அளவே குழி ஆடியின் குவிய தூரம் ஆகும். எப்படி? விளக்க முடியுமா?

படம் 82ல் Eன் u அளவுக்கு நேரான அளவு BEம் AFம் Mல் வெட்டிக்கொள்கின்றன. BDம் ACம் Nல் வெட்டிக் கொள்கின்றன. MNக்கு இணையாக AB உள்ளது.

(குறிப்பு : ஒத்த முக்கோணங்களின் பண்புகளை பயன்படுத்தி $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ என்ற சாம்யத்தைப் பெறலாம்,

மாயப் பூச்செடி

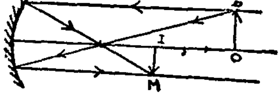
ஒரு பெட்டியினுள் தகுந்த குவிய தூரம் உள்ள ஒரு குழி ஆடியைப் பொருத்து. அப்பெட்டியினுள் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி மலர்க் கொத்தை குழியாடியில் வளைவு மையத்தில் இருக்கும்படி தலைகீழாக பொருத்து. அப்பூங்கொத்து மட்டும் ஒளியில் இருக்கும்படி ஒரு விளக்கை அமை. குழி ஆடியின் முன் சிறு துவாரம் செய்து அதன் வழியாக பார்க்கச்செய். அப்போது பிரகாசமான பூச்செண்டு நேராகத் தெரியும். உன் நண்பனைக் கூப்பிட்டு அப் பூங்கொத்தைப் பார்க்கச் செய். எவ்வளவுதான் முயன்றும் அதை பிடிக்க முடியாது. ஏனெனில் அது ஒரு பிம்பம்.



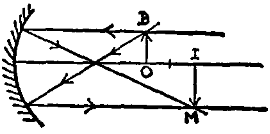
மாயப்பூச்செடி
படம். 83

பரஸ்பர குவியங்கள்

ஒரு குழி ஆடியில் வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் பொருள் இருக்கும்படிசெய். அப்போது அளவில் சிறிய தலைகீழ், நிஜபிம்பம் Fக்கும் Cக்கும் இடையில் ஏற்படுவதைக் காணலாம். பிறகு பிம்பம் ஏற்பட்ட இடத்தில் பொருளை வை. அப்போது முதலில்



பரஸ்பர குவியங்கள்
படம். 84



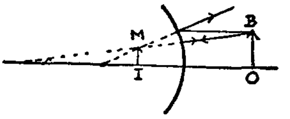
பரஸ்பர குவியங்கள்
படம். 85

பொருள் இருந்த இடத்தில் பிம்பம் ஏற்படுவதைக் காணலாம். பொருள். பிம்பம் இருந்த இடங்களுக்கு பரஸ்பர குவியங்கள் என்று பெயர்.

குவி ஆடியில் பிம்பம் தோன்றுதல்

குவியாடியில் எதிரொளிக்கும் பரப்பு குவிந்துள்ளது. அதனால் அதன் மீது ஒளி பட்டவுடன் அவ்வொளியானது விரியும் ஒளிக்

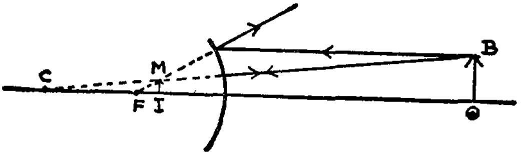
கற்றையாகிறது. குவியாடியில் முக்கியக் குவியம் மாய முக்கியக் குவியமாகும். ஏனெனில் அது குவி ஆடியின் பின்புறத்தில் அமைந்துள்ளது.



குவியாடியில் பிம்பத்தின் தோற்றம்
படம். 86

பொருள் தொலைவில் உள்ளபோது

பொருளானது குவி ஆடிக்கு அருகில் இருந்தாலும் தொலைவில் இருந்தாலும் அளவின் சிறிய, நேரான, மாயபிம்பம் ஏற்படும்.



குவியாடியில் பிம்பத்தின் தோற்றம்
படம். 87

கோளக ஆடியின் பயன்கள்

குழி ஆடி—1. எதிரொளிக்கும் ஆடியாக துருவு விளக்கு போன்ற கருவிகளில் பயன்படுகிறது.

2. எதிரொளிக்கும் தொலைநோக்கியில் பயன்படுகிறது.

3. 'மாயப்பூத் தொட்டி' பெட்டியில் பயன்படுகிறது

4. பல் டாக்டர்கள் பல்லின் பின்புறத்தைப்பார்க்க பயன்படுத்துகின்றனர்கள்.

குவி ஆடியின் பயன்

வாகன ஓட்டியின் அருகே பின்புறத்தில் உள்ள வாகனங்களை பார்க்கும் சாதனமாக பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. சமதள ஆடிக்கும், கோளக ஆடிக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன ?

2. கோளக ஆடி என்றால் என்ன ?

3. குழி ஆடியில், குவி ஆடியில் எதிரொளித்தலால் பிம்பம் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதை படம் வரைந்து காட்டு.

4. குழி ஆடி, குவி ஆடி என்றால் என்ன ?

5. ஆடிமையம், முக்கியக் குவியம், வளைவு மையம்-வரையறு

6. முக்கிய அச்சு, குவிய தூரம், வளைவு ஆரம்-வரையறு

7. குவிய தூரத்திற்கும், வளைவு ஆரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன ?

8. ஜியோமிதிமுறையில் குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தை வரைய நினைவில் கொள்ளவேண்டிய நிபந்தனை-கள் என்ன ?

9. பொருள் கண்ணுக்கு எட்டாத தொலைவில், வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் உள்ள இடங்களில் உள்ள போது குழி ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மை கள் என்ன ?

10. பொருள்கள் வளைவு மையத்திற்கு அப்பால் உள்ளபோது குழியாடியில் பிம்பம் தோன்றுவதை படம் வரைந்து காட்டுக.

11. எப்போது சம அளவு உடைய தலைகீழ் நிஜபிம்பம் ஏற்படும் ?

12. குழியாடியில் எப்போது மாய பிம்பம் தோன்றும்?

13. குழியாடியில் எப்போது அளவில் சிறிய பிம்பம் தோன்றும்? எப்போது அளவில் பெரிய நிஜபிம்பம் தோன்றும்?

14. பொருள் பல்வேறு நிலைகளில் உள்ளபோது குழியாடியில் தோன்றும் பிம்பத்தை படம் வரைந்து காட்டுக.

15. *u-v* முறையில் குழியாடியின் குவிய தூரத்தை காணும் முறையை விவரி.

16. வரைபடம் மூலம் குழியாடியின் தூரத்தை எவ்வாறு கணக்கிடலாம்?

17. மாயப் பூச்செடி ஏற்படும் விதத்தை விவரி.

18. பரஸ்பர குவியங்கள் என்றால் என்ன?

19. குவியாடியில் பிம்பம் ஏற்படும் விதத்தை படம் வரைந்து காட்டுக.

20. குழி, குவி. ஆடிகளின் பயன்கள் யாவை?

21. ஒரு குழியாடியில், ஆடியிலிருந்து 20 *cm*. தொலைவிலுள்ள பொருளின் பிம்பம் 30 *cm*. தொலைவில் உண்டாகிறது. ஆடியின் குவியதூரம் என்ன?

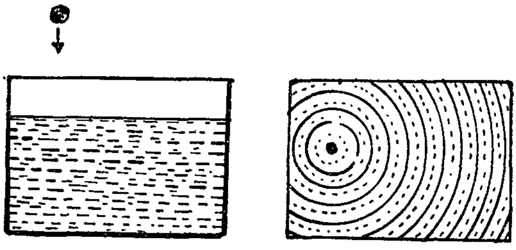
22. 15 *cm*. குவியதூரம் உள்ள குழியாடியில் 24 *cm* தொலைவில் ஒரு பிம்பம் ஏற்படுகிறது எனில் பொருள் ஆடிக்கு முன்பு எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது ?

V. ஒலி

20. குறுக்கு, நெடுக்கு அலைகள்

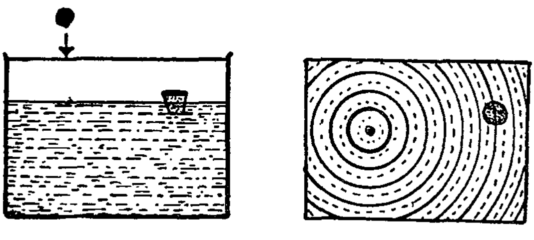
ஒரு நீர் தொட்டியில் உள்ள நீரில் சிறு கற்களை ஒவ்வொன்றாக போடு. என்ன நிகழ்கிறது? ஒவ்வொரு கல்லாக நீரில் விழும்போது அவை சிறிய அலைகளை உண்டாக்குகிறது.

அதே நீர் தொட்டியில் ஒரு சிறு தக்கையை மிதக்கவிடு. பிறகு முன் செய்ததுபோலவே சிறு கற்களை ஒவ்வொன்றாக போடு. என்ன நிகழ்கிறது பார்? ஒவ்வொரு கல் நீரில் விழும்போது அலை-



நிலையான நீரில் அலைகள் உண்டாதல்
படம் 88

கள் உண்டாகி தொட்டியின் பக்கங்களை நோக்கி நகருகிறது. அலைகள் தக்கையை அடையும்போது தக்கை அலையின் தன்மைக்கேற்ப மேலும் கீழும் நகருகிறது. ஆனால் அலை நகருகின்ற திசையில் தக்கை நகருவதில்லை. அதாவது நம் பார்வைக்கு கல் விழுந்த இடத்தில் அலைகள் உண்டாகி தொட்டியின் பக்கத்தை நோக்கி நகருவதைக் காண்கிறோம். ஆனால் தக்கை மட்டும் மேலும், கீழும் நகருகிறதே தவிர பக்கவாட்டில் அலையின் திசையில் நகருவதில்லை. இதிலிருந்து நீ என்ன அறிகிறாய்?

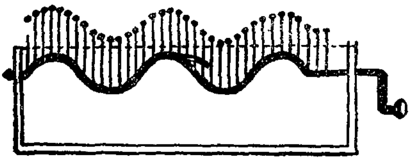


அலையினால் தக்கை இடம் பெயராமை
படம். 89

தொட்டியில் உள்ள நீரின் இம்மிகள் கல் விழுந்ததால் மேலும் கீழும் அசைகின்றன. பல இம்மிகள் இம்மாதிரி அசைந்தாலும் எல்லா இம்மிகளும் ஒரே நேரத்தில் கீழாகவோ, மேலாகவோ நகருவதில்லை. அதாவது நீர் துளிகளில் சில மேல் நோக்கி நகரும் போது, மற்ற சில இம்மிகள் கீழ் நோக்கி நகரும். இம்மாதிரியான

அசைவு நம் கண் பார்வைக்கு அலைகள் தொட்டியின் பக்கங்களை நோக்கி நகருவதைப்போல் தோற்றமளிக்கிறது.

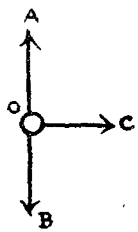
இதனை இன்னும் தெளிவாக அறிய ஓர் அலை எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம். அலை எந்திரக் கருவியில் வரிசையாக பல கம்பிகள் ஒரு நீண்ட உருளையின்மீது அடுத்தடுத்து பல திசைகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் முனைகளில் சிறிய கோணங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு கைப்பிடியை கொண்டு



அலை இயக்கக் கருவி
படம். 90

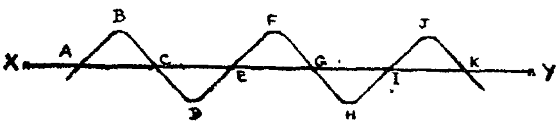
அவ்வுருளையைச் சுற்றும்போது நகரும் பல கோணங்கள் ஒரே சமயத்தில் வெவ்வேறு அளவு மேலும், கீழும் நகருவதால் ஓர் அலை பரவுவது போன்ற தோற்றத்தைக் காணலாம்.

இங்கு அலை பரவும் விதத்தைக் கவனி. இம்மிகள் அதிர்வு அடைகின்ற திசைக்கு செங்குத்தான திசையில் அலைபரவுவதைக் காணலாம். இம் மாதிரியான அலை இயக்கம் குறுக்கலைகள் எனப்படும்.



அலை இயக்கத்தில்
படம். 91

இங்கு காட்டப்பட்டிருக்கும் அலையின் வடிவத்தை கவனி. இது சைன் வளைகோடு எனப்படும். இதைப்பற்றி மேல் வகுப்புகளில் படிப்பீர்கள். *ABCDE* என்பது ஓர் அலை என்றும் *AE* என்பது அலை நீளம் என்றும் கூறப்படும். *EFGHI* என்பது இரண்டாவது அலையாகும். அதன் நீளம் *EI* ஆகும்.

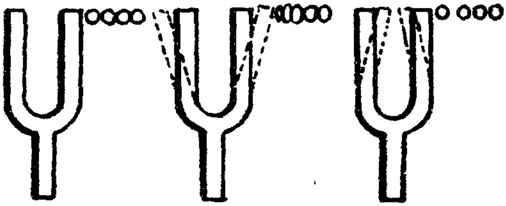


குறுக்கலை
படம். 92

ஓர் அலையாகிய *ABCDE* என்ற வடிவத்தில் *ABC* என்ற பகுதி முகடு அல்லது மேடு (*crest*) எனப்படும். *CDE* என்ற பகுதி

அகடு அல்லது பள்ளம் (*trough*) எனப்படும். ஆக ஓர் அலையானது ஒரு முகடு, ஓர் அகடு இவற்றால் ஆகும். இந்த அகடுகளும், முகடுகளும் மாறி மாறி ஏற்பட்டுக்கொண்டேயிருக்கும். இதை அலை இயக்கம் என்கிறோம். ஒரு செகண்டில் எத்தனை அகடுகளும், முகடுகளும் ஏற்படுகின்றன என்பதை அதிர்வு எண் (*frequency*) என்கிறோம். ஒரு செகண்டில் அலை நகர்ந்த தூரத்தை அலையின் திசை வேகம் (*velocity*) என்கிறோம்.

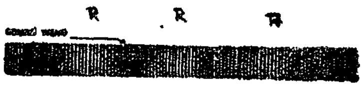
இம்மிகள் அதிர்வு அடையும்போதே மற்றொருவகை அலையியக்கமும் உண்டாகிறது. இங்கு ஓர் இசைக்கவையின் அதிர்வு காட்டப்பட்டுள்ளது. அதனுடைய புயம் பக்கவாட்டில் அதிர்வடையும்போது அருகே உள்ள காற்று இம்மிகள் அழுத்தத்திற்குள்ளாகின்றன.



இசைக்கவை அதிர்வடைதல்
படம். 93

இங்கு சிறிது நேரத்திற்கு இம்மிகள் அழுத்தத்தில் உள்ளன. அடுத்து சிறிது நேரத்திற்கு அழுத்தம் குறைவடைகின்றது. இம்மாதிரி மாறி மாறி இசைக்கவையின் அதிர்வால் ஏற்படும் இதுவும் ஒருவகை அலையியக்கமே. இவ்வித அலையியக்கம் இம்மிகள் அதிர்வு அடைகின்ற திசையிலேயே ஏற்படும். இத்தகைய அலைகளை நெடுக்கு அலைகள் என்கிறோம்.

படத்தில் '*R*' என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் உள்ள இம்மிகள் நெருக்கம் இல்லாமல் இருக்கிறது. இதை துகள் நெகிழ்வு (*rarefaction*) என்று கூறலாம். '*C*' என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் இம்மிகள் மிக நெருக்கமாக உள்ளன. அவற்றை துகள் நெருக்கம் (*compression*) என்கிறோம்.



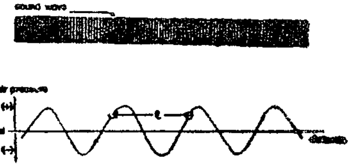
R–துகள் நெகிழ்வு
C–துகள் நெருக்கம்
படம். 94

குறுக்கு அலைக்கும், நெடுக்கு அலைக்கும் அடிப்படையில் ஒன்றானவையே ஆகும். குறுக்கலையின் முகடு, அகடு இவற்றை

நெடுக்கு அலையில் நெருக்கம், நெகிழ்வு இவற்றிற்கு ஒப்பிடலாம்.

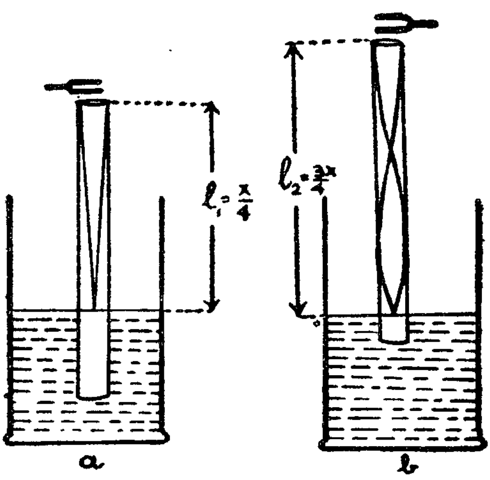
ஒலியின் திசை வேகத்தை கணக்கிடல்

காற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகத்தில் ஒலி பரவுகிறது. ஒளியைவிட ஒலி மெதுவாக பரவுகிறது. காற்றில் ஒலி செகண்டுக்கு 330 மீட்டர் செல்கிறது.



குறுக்கலைக்கும், நெடுக்கலைக்கு முள்ள தொடர்பு
படம். 95

எட்டாம் வகுப்பில் ஒருங்கிசைவு அல்லது ஒத்ததிர்வு என்ற நிகழ்ச்சியைப்பற்றி படித்துள்ளீர்கள். அதை விளக்குவதற்கு உயரமான ஜாடி, இருபுறம் திறந்த குழாய் இவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதைப்பற்றியும் படித்துள்ளீர்கள். அதே சோதனையைப் பயன்படுத்தி நாம் ஒலியின் திசை வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.



ஒலியின் திசை வேகம் கணக்கிடுதல்
படம். 96

உயரமான சாடி ஒன்றில் நீரை நிரப்பு. இருபுறமும் திறந்த ஒரு கண்ணாடிக்குழாயை அதனுள் ஆழ்த்து. ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண் உள்ள இசைக்கவையை ஒலித்து கண்ணாடிக்குழாயின்

வாயருகில் பிடித்துக்கொள். பிறகு இரண்டையும் உயர்த்து. ஒரு நிலையில் இசைக்கவையின் ஒலி உரத்துக் கேட்கும். அப்போது ஒத்ததிர்வு ஏற்படுகின்றது என அறியலாம். அந்நிலையில் கண்ணாடிக்குழாயிலுள்ள காற்று தம்பத்தின் நீளத்தை நீர்மட்டத்திலிருந்து அளந்துக்கொள் (l_1 cm). பிறகு மீண்டும் இசைக்கவையை ஒலிக்கச்செய்து கண்ணாடிக்குழாயை ஒரு சேர உயர்த்து. ஏறக்குறைய முன்னதைவிட மூன்று மடங்கு நீளத்தில் மீண்டும் ஒத்ததிர்வு ஏற்படுவதைக் கேட்கலாம். அப்போதைய காற்றுத் தம்பத்தை அளந்துக் குறித்துக்கொள் (l_2 cm.) முதலாவது ஒத்தசைவு ஏற்பட்ட நீளம் அலைநீளத்தில் 4ல் ஒரு பங்கு ஆகும். அதாவது $l_1 = \frac{1}{4}\lambda$ (λ = அலை நீளம்). இரண்டாவது ஒத்ததிர்வு ஏற்பட்ட நீளம் அலைநீளத்தின் 4ல் 3 பங்கு ஆகும். $l_2 = \frac{3}{4}\lambda$. அதனால் $l_2 - l_1 = \frac{3}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda = \frac{1}{2}\lambda$. இதிலிருந்து $\lambda = 2(l_2 - l_1)$. காற்றில் ஒலியின் திசை வேகம் $v = n\lambda$. இதில் n என்பது பயன்படுத்திய இசைக்கவையின் அதிர்வு எண் ஆகும். $v = n\lambda = n \times 2(l_2 - l_1) = 2n(l_2 - l_1)$. வெவ்வேறு அதிர்வு எண் உள்ள இசைக்கவைகளைக் கொண்டு மேற்கூறிய சோதனையைத் திரும்பச் செய்து அட்டவணைப்படுத்தலாம். அதிலிருந்து காற்றில் ஒலியின் சராசரி திசைவேகத்தைக் கணக்கிடலாம். n னின் அலகு ஹெர்ட்சு (Hz), λ வின் அலகு மீட்டர் (m) என்றால் திசை வேகம் v ன் அலகு மீ/செக ஆகும்.

அட்டவணை

சோதனை எண்	இசைக் கவையில் அதிர்வு எண் n	காற்றுத்தம்புத்தின் நீளம் முதல் l_1 m	இரண்டாவது l_2 m	$v = 2n(l_2 - l_1)$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

சராசரி

வினாக்கள்

1. அலைகள் பரவும் போது இம்மிகள் அதிர்ச்சி அடைகின்றன, ஆனால் பக்கவாட்டில் நகருவதில்லை என்பதை எவ்வாறு நிருபிப்பாய் ?

2. அலைகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன ?

3. அலை எந்திரத்தின் மூலம் நாம் கண்டறிவதென்ன ?

4. குறுக்கலைகள் என்றால் என்ன ?

5. நெடுக்கலைகள் என்றால் என்ன ?

6. குறுக்கலைக்கும். நெடுக்கலைக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன ?

7. முகடு, அகடு விளக்குக.

8. அலையியக்கம் என்றால் என்ன?

9. நெடுக்கலை இயக்கத்தைப்பற்றி குறிப்பு வரைக.

10. குறுக்கலைக்கும், நெடுக்கலைக்கும் அடிப்படையில் வித்தியாசம் இல்லை என்பதை விளக்கு.

11. காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் என்ன?

12. ஒலியின் திசை வேகத்தை எவ்வாறு காண்பாய்?

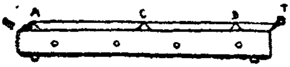
13. ஒலியின் திசை வேகத்தை கணக்கிட உதவும் சூத்திரத்தை எழுதுக.

14. குறுக்கலை, நெடுக்கலை இவற்றை விளக்க ஒரு படம் வரைக.

21. சுரமானி – விதிகள்

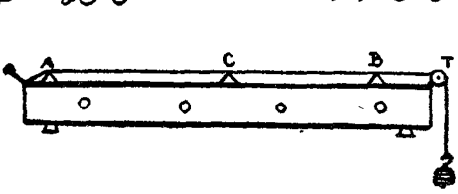
பாட்டுக் கச்சேரிக்கு சென்றிருக்கிறாய் அல்லவா? அங்கு பல விதமான கருவிகள் பயன்படுத்துவதைக் கண்டிருப்பாய். அதில் வீணை, வயலின், மாண்டலின், சிதார், புல்லாங்குழல், கிதார் போன்றவைகளின் இசையை நீ ரசித்திருப்பாய். கருவிகளின் நீளம் மாறாமல் இருக்கும்போது எப்படி அவர்களால் விதவிதமான இசையை உண்டாக்கமுடிகிறது? வீணையில் விரல்கள் மேலும் கீழும் நகர்ந்து கம்பியைத் தொடும்போது ஏன் சுரம் மாறுகிறது? இதைப்பற்றி இப்பாடத்தில் தெரிந்துகொள்வோம். இங்கு கூறப் பட்ட எல்லா கருவிகளிலும் வெவ்வேறு தடிப்புடைய கம்பிகள் ஒரு பெட்டியின்மீது நீளவாட்டில் இறுக்கி கட்டப்பட்டிருக்கிறது. அக் கம்பிகளின் இழுவிசைகளை மாற்றுவதற்கு ஏதுவாக திருகுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இக் கம்பிகள் "இழுத்துப் பொருத்தப்பட்ட இழைகள்" எனலாம். இவற்றின் அதிர்வுகளைப் பற்றி சில உண்மைகளை இப் பாடத்தில் நாம் படிக்கலாம்.

இழுத்துப் பொருத்தப்பட்ட அதிர்வுகளைப்பற்றி அறிய உதவும் கருவி சோனா மீட்டர் அல்லது சுரமானி எனப்படும். இது படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அமைந்துள்ளது. இது மரத்தால் ஆன ஓர் உள்ளீடற்றப் பெட்டி ஆகும். இதன் நீளம் 1 மீட்டர் ஆக இருக்கலாம். சோனா மீட்டர் அமைப்பில்



சுரமானி
படம். 97

எடை தாங்கி இல்லாவிடில் 2ம், 3ம் விதிகளை மெய்ப்பிப்பது எப்படி? இதன் ஒரு முனையில் கொக்கியும், மறு முனையில் ஒரு



சுரமானி
படம். 98

கப்பியும் இணைக்கப்பட்டு கம்பி அதன் வழியே சென்று மறுபுறம் எடைதாங்கி ஒன்றைக் கொண்டுள்ளது.

விறைப்பான கம்பிகள் அதிர்வு பற்றிய விதிகள் அல்லது சுரமானியின் விதிகள்

1. இழுத்துப் பொருத்தப்பட்ட கம்பியின் இழுவிசை (T) மாறாதிருக்கும்போது அதன் அதிர்வு எண் (n) கம்பியின் நீளத்திற்கு (l) எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது nl என்பது ஒரு மாறாத எண்.

2. இழுத்துப் பொருத்தப்பட்ட கம்பியின் நீளம் (l) மாறாதிருக்கும்போது அதன் அதிர்வு எண் (n) இழுவிசையின் இருமடி மூலத்திற்கு $\sqrt{T}$ நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது $\frac{\sqrt{T}}{n}$ ஒரு மாறாத எண்

3. இழுத்துப் பொருத்தப்பட்ட கம்பியின் இழுவிசை (T) மாறாதிருக்கும்போது குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண்ணுக்கு கம்பியின் நீளம் அதன் அடர்த்தி (linear density) யில் இருமடி மூலத்திற்கு ($\sqrt{m}$) எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது $l\sqrt{m}$ என்பது ஒரு மாறாத எண்.

சுரமானியின் விதிகளை மெய்ப்பித்தல்

முதல் விதி: nl மாறாத எண்.

சுரமானியின் 256, 288, 320, 426, 480, 512 என்று வெவ்வேறு அதிர்வு எண்கள் உள்ள இசைக்கவைகளை எடுத்துக்கொள். மெல்லிய காகிதத் துண்டை 'V' வடிவத்தில் மடித்து கம்பியின் மீதுதொங்கவிடு. முதல் இசைக்கவையை ஒலித்து சுரமானியின் பெட்டியின்மீது வை. நகரும் கத்திமுனையை நகர்த்தி ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் காகிதத்துண்டு தூக்கி எறியப் படுவதை காணலாம். அப்போது இசைகவையின் அதிர்வு எண்ணுக்கேற்ப அந்த கம்பி அதிர்வடைகிறது என அறிகிறோம். இசைக்கவையின் அதிர்வு எண்ணுக்கு ஒத்ததிர்வுக் கொண்ட அந்தக் கம்பியின் நீளத்தை அளந்து குறித்துக்கொள். இம் மாதிரியே அடுத்து அடுத்து இசைக்கவைகளை ஒலித்து ஒத்ததிர்வு அடையும் நீளங்களை கண்டுபிடி. எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. அட்டவணையில் $n \times l$ மதிப்பைக் கணக்கிடு. எல்லா சோதனைகளிலும் சமமாக இருப்பதைக் காணலாம்.

அட்டவணை

எண்	இசைக்கவையின் அதிர்வு எண் n (Hz)	கம்பியின் நீளம் l (cm)	$n \times l$
1.	256	70	17920
2.	280	64	17920
3.	512	35	17920
4.			

இரண்டாவது விதி $\frac{\sqrt{T}}{l}$ ஒரு மாறாத எண். இதை மெய்ப்பிக்க மறைமுக முறையை பயன்படுத்துகிறோம்.

இச்சோதனைக்கு இசைக்கவைகளில் ஏதேனும் ஒன்று குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண் கொண்ட இசைக்கவையை எடுத்துக்கொள். கம்பியின் இழுவிசையை 1 கிகி, 2 கிகி, 3 கிகி என்று செய். ஒவ்வொரு முறையும் இசைக்கவையின் அதிர்வு எண்ணுக்கு ஏற்ற ஒத்ததிர்வு செய்யும் நீளத்தைக் கண்டு பிடி. எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. அட்டவணையில் $\frac{\sqrt{T}}{l}$ மதிப்பெண்ணை கணக்கிடு. எல்லா சோதனைகளிலும் அது மாறாத எண்ணாக இருக்கும்.

அட்டவணை

சோதனை எண்	இழுவிசை T கிகி.	கம்பியின் நீளம் l (cm)	$\sqrt{T}$	$\frac{\sqrt{T}}{l}$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

மூன்றாவது விதி $l\sqrt{m}$ மாறாத எண்

இவ்விதியை மறைமுக மெய்ப்பித்தல் மூலம் நிருபிக்கலாம். இச்சோதனைக்கு வெவ்வேறு உலோகக் கம்பிகள் பயன்படுத்த வேண்டும். சுரமானியில் ஒவ்வொரு உலோகக் கம்பியாக பொருத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண் கொண்ட இசைக் கவைக்கு ஒத்ததிர்வு அடையும் கம்பியின் நீளங்களைக் கண்டு பிடி. எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்துக. அட்டவணையில் $l\sqrt{m}$ மாறாத எண்ணாக இருப்பதைக் காணலாம்.

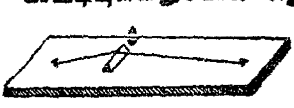
அட்டவணை

சோ. எண்	கம்பியின் அடர்த்தி m	அதிர்வடையும் நீளம் l (cm)	$\sqrt{m}$	$l\sqrt{m}$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

செய்து பார்

1. ஒற்றைக் கம்பி வாத்தியம்

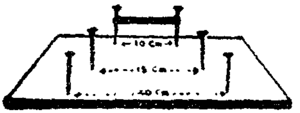
½ மீட்டர் நீளமும், 5 செமீ. அகலமும் உள்ள ஒரு மரப் பலகையில் ஓர் இரும்புக்கம்பியை படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் சிறு ஆணிகளைக் கொண்டு பொருத்து கம்பியின் இடையே ஒரு கத்தி முனையை நிற்கவை. கம்பியின் கத்தி முனையின் மறுபக்கத்தில் கம்பியை விரலால் மீட்டி வெவ்வேறு இடங்களில் அழுத்தும்போது வெவ்வேறு ஒலி உண்டாவதை கேட்கலாம்.



ஒற்றைக் கம்பி வாத்தியம்
படம். 99

2 இழுவிசையை மாற்றுவதால் சுரம் மாறுபடுகிறது

படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் ஒரு மரப் பலகையில் 10 செமீ, 15 செமீ, 20 செமீ, இடைவெளிகள் இருக்கும்படி ஆணிகளை பொருத்து. முதல் ஜதை ஆணிக ளிடையே ஓர் இரப்பரை இழுத்துப் பொருத்து. அதை மீட்டும்போது ஏற்படும் சுரத்தை கவனி. பிறகு அதே இரப்பரை 15 செமீ. இடைவெளி ஆணி, 20 செமீ. இடைவெளி ஆணி இவற்றிடையே பொருத்து. இப்போது மீட்டும் சுரம் மாறுபடுவதைக் கவனி.



சுருதி—நீளத்தையும் இழுவிசையையும் பொருத்தது

படம். 100

வினாக்கள்

1. சுரமானியின் பயன் என்ன?
2. சுரமானியின் படம் வரைக.
3. சுரமானியைப்பற்றிக் குறிப்பு வரைக.
4. சுரமானிகளின் விதிகளை கூறுக
5. இழுவிசை மாறாதபோது அதிர்வடையும் கம்பியின் நீளத்திற்கும், அதிர்வு எண்ணிற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?
6. அதிர்வடையும் கம்பியின் நீளம் மாறாதிருக்கும்போது அதன் அதிர்வு எண்ணுக்கும், இழுவிசைக்கும் உள்ள தொடர்பு யாது?
7. வெவ்வேறு நிறையுள்ள கம்பிகளை ஒரே இழுவிசைக்கு உட்படுத்தும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் ணுக்கும் கம்பியின் நீளத்திற்கும், நிறைக்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?
8. சுரமானியின் முதல் விதியை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?
9. சுரமானியின் இரண்டாவது விதியை நிரூபிக்க ஒரு சோதனையை கூறு.

10. அதிர்வடையும் கம்பியின் அலகு நீள நிறைக்கும், (linear density) நீளத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை ஒரு சோதனையின் மூலம் நிரூபி.

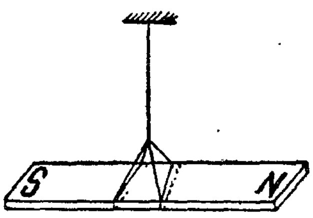
11. 288 *Hz* அதிர்வு எண் உள்ள இசைக்கவைக்கு ஒத்ததிர்வு செய்யும் கம்பியின் நீளம் 72 *cm* என்றால் 432 *Hz* அதிர்வு எண் இசைக்கவைக்கு ஒத்ததிர்வு செய்யும் கம்பியின் நீளத்தை கணக்கிடு.

12. 5 கிகி. இழுவிசைக்கொண்ட ஒரு கம்பி 70 *cm*. நீளத்தில் 256 *Hz* அதிர்வு எண் கொண்டுள்ளது. அதே அதிர்வு எண் பெற 7·2 கிகி. இழுவிசை கொண்ட கம்பியின் நீளம் என்ன?

VI காந்தவியல் - மின்னியல்

22. காந்தவிசை

ஒரு சட்டகாந்தத்தை ஒரு கயிற்றில் கட்டி தொங்கவிட்டு சிறிது நேர அசைவிற்கு பிறகு அது ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நிலையாக நிற்கிறது. அதை அசைத்தாலும் மீண்டும் அதே நிலையில் வந்து நிற்கிறது. அதன் ஒரு முனை பூமியின் வட திசையை நோக்கியும், மறுமுனை தென்திசையை நோக்கியும் நிற்கிறது. அதாவது அந்த சட்ட காந்தம் பூமியின் காந்த விசைக்கு உட்பட்டிருக்கிறது என அறிகிறோம்.



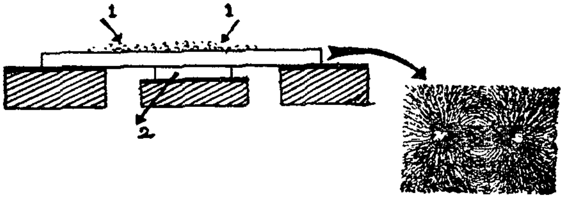
கயிற்றில் தொங்க விடப்படும் காந்தம்
படம். 101

சுலபமாக சுழலக்கூடிய காந்த ஊசியை ஒரு சட்ட காந்தத்தின் அருகில் கொண்டு வா. அது அந்த காந்தத்தினால் பாதிக்கப்படுவதை காண்கிறோம். காந்த ஊசியை நகர்த்திக் கொண்டே செல். ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைவரை காந்த ஊசி சட்டகாந்தத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது. அந்த எல்லைக்கு அப்பால் சட்டகாந்தத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சட்ட

காந்தத்தைச் சுற்றிலும் அதன் காந்த விசை ஓர் எல்லைக்குள் வரைப்படுவதாக நாம் கூறுகிறோம்.

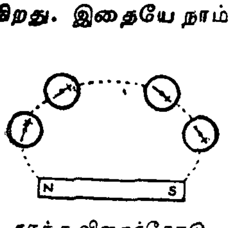
மேற்கூறியவற்றிலிருந்து காந்தங்களை சுற்றிலும் அதன் விசை வரைப்படுகிறது. அவ்விசையானது ஓர் எல்லைக்குள் அடங்கியுள்ளது என்றும் அறிகிறோம். ஒவ்வொரு காந்தத்தைச் சுற்றிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் அக்காந்தத்தின் விசை செயற்படுகிறது. அத்தலத்திற்கு காந்த புலம் என்று பெயர். காந்த விசைகளை அறிய நாம் கீழ் காணும் சோதனையைச் செய்யலாம்.

ஒரு சட்ட காந்தத்தின்மீது ஒரு கண்ணாடிப் பலகையை வை. அதன்மீது மென்மையான தாளை வை. இரும்பு அரத் தூளை மெதுவாக காகிதத்தின்மீது தூவு. பிறகு கண்ணாடிப் பலகையை மெதுவாக தட்டு. அப்போது இரும்புத் தூள்கள் வரிசை



காந்த விசைக் கோடுகள்
படம். 102

வரிசையாக காந்தம் உள்ள இடத்தை சுற்றிலும் அமைவதைக் காணலாம். ஒவ்வொரு வரிசையும் காந்தவிசைக்கோட்டை குறிக்கிறது. இதையே நாம் சிறு காந்த ஊசியைக்கொண்டு வரையலாம்.



காந்த விசைக்கோடு வரைதல்
படம். 103

காந்தவிசைக் கோடுகள் வரைதல்

மேசையின்மீது வெண்மையான காகிதத்தைப் பொருத்து. ஒரு சட்டக் காந்தத்தை காகிதத்தின் மையத்தில் வைத்து அதன் வடிவத்தை வரைந்துக் கொள். சிறிய கண்ணாடிப் பெட்டிக்குள் பொருத்தப் பட்டுள்ள ஒரு காந்த ஊசியை ஒரு சட்டகாந்தத்தின் ஒரு தலத்தில் வைத்து ஊசியின் இரு துருவங்களையும் பென்சிலால் இரு புள்ளிகளாகக் குறித்துக் கொள். பிறகு

காந்த ஊசியின் வட முனைஅடுத்து வரையப்பட்ட புள்ளியில் இருக்கும்படி சேர்த்து முன்போலவே காந்த ஊசியின் முனையை பென்சிலால் வரை. இவ்வாறு காந்த ஊசியை சட்டகாந்தத்தைச் சுற்றி நகர்த்திக்கொண்டே சென்று காந்த ஊசியின் முனை காட்டும் புள்ளிகளை வரை. பிறகு வரைந்த புள்ளிகளை மெல்லிய கோட்டினால் இணை. சட்டகாந்தத்தை நகர்த்தாமல் இம் மாதிரியே பல கோடுகளை சட்டகாந்தத்தைச் சுற்றிலும் வரையலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் காந்தவிசைக் கோடுகள் வட துருவத்தில் துவங்கி தென் துருவத்தில் முடிவதாகக் கருதுகிறார்கள். ஆதலால் வட துருவத்திலிருந்து தென் துருவம் நோக்கி அம்புக் குறி வரைவது மரபு.

காந்த விசைக் கோடுகளின் பண்புகள்

1. காந்த விசைக் கோடுகள் தனித்த வடதுருவம் நகரும் பாதையாக கருதப்படுவதால் ஒன்றையொன்று வெட்டாது.

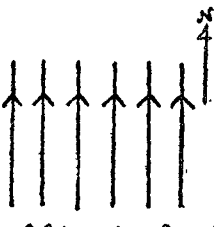
2. வட துருவத்தில் துவங்கிய காந்த விசை கோடு தென் துருவத்தில் முடிவடையும்.

3. காந்த விசைக் கோடுகள் எல்லாத் தளங்களிலும் அமையும்.

4. துருவங்களின் அருகில் விசைக் கோடுகள் நெருக்கமாக அமைகின்றன.

புவியின் காந்தவிசைக் கோடுகள்

மேசையின்மீது வெண்மையான காகிதத்தைப் பொருத்து-அதன்மீது ஒரு சிறு காந்த ஊசி பெட்டியை வை அருகே எந்தவித காந்தப் பொருளும் இல்லாமல் பார்த்துக் கொள். அப்போது காந்த ஊசி வடக்கு-தெற்கு திசைகளைக் காட்டிக்கொண்டு இருக்கும். அதன் இரு முனைகளுக்கு நேராக பென்சிலால் காந்தத்தின் மீது புள்ளிகளை வை. காந்த ஊசிப் பெட்டியை நகர்த்தி காந்த ஊசியின் முனை பெட்டி வைக்கப்பட்ட புள்ளியில் பதியுமாறு வை. இப்போது ஊசியின் மறுமுனைக்கு நேராக புள்ளி வை. இப்போது காகிதத்தின் மீது காந்த ஊசிப் பெட்டியை



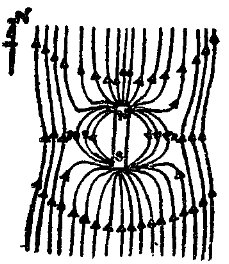
புவியின் காந்த விசைக் கோடுகள்

படம். 104

நகர்த்திக்கொண்டே சென்று புள்ளிகளை வை. அப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு ஒரு நேர் கோடாகும். காந்த ஊசிப் பெட்டியை இக்கோட்டிற்கு பக்கத்தில் வைத்து முன் மாதிரியே செய் இவ்வாறு காகிதத்தின்மீது பல காந்த விசைக் கோடுகளை வரை. இக்கோடுகள் பூமியின் காந்த விசைக் கோடுகளைக் குறிக்கும். புவியின் காந்த விசைக் கோடுகளை புவியின் தென் திசையிலிருந்து வடதிசை நோக்கி அம்புக் குறியிட்டுக் காண்பிப்பது மரபு.

புவியின் காந்த மண்டலத்தில் சட்டகாந்தத்தை வைக்கும் போது அவற்றின் காந்தவிசைகள் ஒன்றை ஒன்று பாதிக்கின்றன. அப்போது ஏற்படும் காந்தவிசைக் கோடுகளை முன்கூறியது போல நாம் வரையலாம்.

சட்டக் காந்தத்தின் வடதுருவம் புவியின் வடக்கு திசை நோக்கி இருக்கும்போது ஏற்படும் காந்தவிசைக் கோடுகளின் அமைப்பை வரைதல்.



வடதுருவம் வடக்கு நோக்கி இருக்கும்போது காந்த விசைக் கோடுகள்
படம். 104 அ

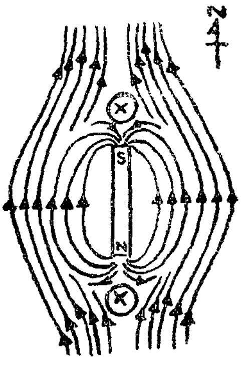
மேசையின் மீது ஒரு வெண்மையான காகிதத்தைப் பொருத்து. அதைச் சுற்றிலும் அருகில் காந்தப்பொருள்கள் இல்லாமல் பார்த்துக்கொள். முதலில் பூமியின் காந்தத்தளக் கோடு வரை. தாளின்மீது சட்டகாந்தத்தின் வடதுருவம் வடக்கு நோக்கி இருக்கும்படி வை. அதன் வடிவத்தைக் குறித்துக் கொள். சட்டகாந்தத்தின் நிலை இந்த சோதனை முடியும்வரை மாறக்கூடாது. சிறிய காந்த ஊசியின் உதவியால் சட்டத்தைச் சுற்றிலும் காந்தவிசைக் கோடுகளை முன் கூறியது போல வரைக. அப்போது புவியின் தெற்கே இருந்து வரும் விசைக் கோடுகள் சட்டகாந்தத்தின் தென் துருவத்தை நோக்கி வளைந்து செல்வதையும், சட்டகாந்தத்தின் வடதுருவத்திலிருந்து வரும் விசைக்கோடுகள் வளைந்து புவியின் வடதுருவத்தை நோக்கிச் செல்வதையும் காணலாம். ஆதலால் காந்தத்தின் அச்சின் மையப்புள்ளியில் செங்குத்தாக வரையப்பட்டக் கோட்டில் ஒரு புள்ளியில் காந்தஊசி காந்த விசையால் பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதைக் காணலாம். அதாவது காந்த ஊசியின் வடதுருவம் எத்

திசையிலும் நிற்கும். ஏனெனில் அப்புள்ளியில் சட்டகாந்தத்தின் காந்தபுலமும், பூமியின் காந்த புலமும் ஒன்றை ஒன்று ஈடு செய்து காந்த சூன்யப்பிரதேசம் உண்டாகிறது. அப்புள்ளிகளுக்கு சுழிவலிமைப் புள்ளிகள் (null points) என்று பெயர். இப்புள்ளிகள் சட்டகாந்தத்தின் மையப்புள்ளியிலிருந்து இரு பக்கமும் சம தூரத்தில் அமைந்திருக்கும்.

காந்த புலன்களைச் சேர்த்துச் செயலாற்றும்போது அவற்றின் தொகுபயன் ஒரு புள்ளியில் சுழியினால் அப்புள்ளியை சுழி வலிமைப்புள்ளி என்கிறோம்.

சட்டகாந்தத்தின் வடதுருவம் பூமியின் தென் திசை நோக்கி இருக்கும்போது ஏற்படும் காந்தவிசைக் கோடுகளை வரைதல்

மேசையின் மீது பொருத்தப்பட்ட காகிதத்தின்மீது முன் போலவே பூமியின் காந்தபுலனை வரைந்துக்கொள். பிறகு வடதுருவம் பூமியின் தென்திசையை நோக்கி இருக்கும்படி சட்டகாந்தத்தை காகிதத்தின் மீது வை. அதன் வடிவத்தை குறித்துக்கொள். சிறு காந்த ஊசி ஒன்றின் உதவியால் சட்டகாந்தத்தைச் சுற்றிலும் உள்ள காந்தவிசைக் கோடுகளை வரைக. அக்கோடுகள் சட்டகாந்தத்தின் வட துருவத்திலிருந்து விலகி செல்வதையும் தென் துருவத்தை நோக்கி செல்வதையும் காணலாம். அதனால் சட்டகாந்தத்தின் அச்சை நீட்டிய கோட்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் சுழிவலிமைப் புள்ளிகள் ஏற்படுவதைக் காணலாம். அப்புள்ளிகள் சட்ட காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து சம தூரத்தில் உள்ளன என்றும் அறியலாம்.



வட துருவம்-
தெற்கு நோக்கி
அமைந்திருக்கும் போது
காந்த விசைக் கோடுகள்
படம். 104 ஆ

வினாக்கள்

1. ஒரு காந்தத்தைச் சுற்றிலும் காந்த விசை உள்ளது என எவ்வாறு அறியலாம்?

2. காந்தப் புலம் என்றால் என்ன?

3. காந்த விசைக்கோடுகளை எளிதாகக் காட்டக்கூடிய ஒரு சோதனையை விவரி.

4. சிறிய காந்த ஊசியைக் கொண்ட சட்டக் காந்தத்தை சுற்றியுள்ள விசைக்கோடுகளை வரையும் முறையை விவரி.

5. காந்தவிசைக் கோடுகளின் பண்புகள் யாவை?

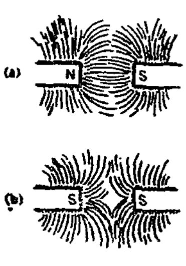
6. பூமியின் காந்தவிசைக் கோடுகளை வரையும் முறையை விவரி.

7. ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் வடதுருவம் பூமியின் (அ) வடக்கு (ஆ) தெற்கு நோக்கி உள்ள போது ஏற்படும் விசைக் கோடுகள் வரையும் விதத்தை விவரி.

23. காந்தவிசை வலிமை–திருப்புதிறன்

ஒரு சட்ட காந்தத்தை மேசையின்மீது வை. அதன் துருவத்திலிருந்து சிறிது தூரத்தில் ஓர் இரும்புத்துண்டை பிடித்துக் கொள். காந்தம் அதை கவரும் விசையை உணர்வாய். அவ்விரும்புத்துண்டை காந்தத்திலிருந்து வெவ்வேறு தூரங்களில் வைத்து கவரும் விசை ஒரே அளவாக இருக்கிறதா என்று பார்.

இரண்டு சட்டகாநதங்களை எடுத்துக்கொள். ஒன்றின் வட துருவத்தின் அருகே மற்றதின் தென் துருவத்தைக் கொண்டு வா. என்ன ஏற்படுகிறது? ஒன்றின் வட துருவத்தின் அருகே மற்றதின் வட துருவத்தைக் கொண்டு வா. என்ன ஏற்படுகிறது? கவரப்பட்டாலும், விலக்கப்பட்டாலும் காந்தத்துருவங்களிடையே ஒரு விசையுள்ளதை அறியலாம். அவ்விசைகளின் வலிமையை எவ்வாறு அறியலாம்?



சட்டகாந்தங்கள்
படம். 105

காந்தத் துருவங்களின் விசையின் வலிமையைப்பற்றி கூலும் (Coulomb) என்ற விஞ்ஞானி பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து ஒரு விதியை வெளியிட்டார். அவ்விதியானது ‘எதிர் விகித இருமடி விதி’ எனப்படும். இவ்விதியானது மிகவும் முக்கிய

மான விதியாக இயற்பியலில் கருதப்படுகிறது. இயற்பியலின் பகுதிகளான ஒளி, ஒலி, மின்னியல், காந்தவியல், எல்லா வற்றிலும் இவ்விதி பயன்படுகிறது.''

எதிர்விகித இருமடி விதி

''இரு காந்த துருவங்களுக்கு இடையே ஏற்படக்கூடிய கவரும் அல்லது விலக்கும் விசையானது அவற்றின் துருவ வலிமைகளின் பெருக்கல் பலனுக்கு நேர்விகிதத்திலும், அவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர்விகிதத்திலும் உள்ளது''.

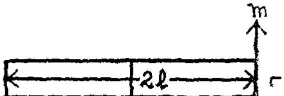
துருவ வலிமை

இரண்டு சம வலிமையுள்ள காந்த துருவங்கள் காற்றிலோ, வெற்றிடத்திலோ 1 செமீ. இடைவெளியில் வைக்கப்படும்போது அவற்றிடையே ஏற்படும் விலக்கும் விசை 1 டைன் அளவானால், அத்துருவங்கள் ஒவ்வொன்றும் ஓர் அலகு துருவ வலிமை கொண்டவை எனப்படும்.

ஓர் அலகு வடதுருவத்திலிருந்து மற்றொரு காந்த துருவ மானது 1 செமீ. தூரத்தில் வைக்கப்படும் போது அது எத்தனை டைன் வலிமையுடன் விலக்கப்படுமோ அதே அளவை அக் காந்தத்தின் துருவ வலிமை என்கிறோம். துருவ வலிமை CGS என்ற அலகால் குறிக்கப்படும். m_1, m_2 CGS. அலகுகள் துருவ வலிமை உள்ள இருதுருவங்கள் d செமீ. இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டால், அவற்றிடையே ஏற்படும் விசை F என்று கொண்டால் எதிர்விகித இருமடி விதிப்படி $F = \frac{m_1 m_2}{d^2}$ டைன்.

காநதத்தின் திருப்பு திறன்

ஒரு சட்ட காந்தத்தை நூலில் கட்டி சுலபமாக சுழலும்படி தொங்க விடு. பிறகு அதன் வட, தென் துருவங்கள் கிழக்கு மேற்காக இருக்கும்படி பிடித்துக்கொள். அதைப் பிடிப்பதை நிறுத்தி விட்டால் என்ன நிகழ்கிறது? அது பூமியின் வட, தென் திசைக்கு திரும்புகிறது. இவ்வாறு அது திரும்புவதற்கு காரணம் அதன் மீது செயல்படும் விசையாகும்.



காந்தத்தின் திருப்பு திறன்
படம்: 106

இம்மாதிரி காந்தம் சுழல்வதற்கு அதன் முனைகளில் ஏற்படும் விசைகளே காரணம் ஆகும். அங்கு ஏற்படும் விசையை சுழல்

இரட்டை விசை (couple) எனலாம். காந்தத்தின் துருவ வலிமை m CGS. அலகுகளும், அதன் நீளம் $2l$ செமீ. ஆகவும் இருந்தால் அக்காந்தத்தில் ஏற்படும் திருப்புதிறன் $= m \times 2l$ அல்லது $2ml$ CGS. அலகுகள் ஆகும்.

வினாக்கள்

1. காந்தத்தின் துருவ விசை ஒரே அளவாக எல்லா இடங்களிலும் இருக்குமா? காரணம் கூறு.
2. காந்த துருவங்களின் விசையின் வலிமையைப்பற்றி ஆராய்ந்த அறிவியல் அறிஞர் யார்?
3. எதிர்விகித இருமடி விதியை கூறுக.
4. துருவ வலிமை என்றால் என்ன?
5. துருவ வலிமையை எந்த அலகுகளால் குறிப்பிடுவாய்?
6. காந்தத்தின் திருப்புதிறன் என்றால் என்ன?
7. துருவ விசையை எந்த அலகால் குறிப்பிடுவாய்?
8. காந்தத்தின் திருப்புதிறனைக் கணக்கிட உதவும் சூத்திரத்தை எழுது.
9. இரு காந்த துருவங்களுக்கிடையே ஏற்படும் விசையை கணக்கிட உதவும் சூத்திரத்தை எழுதுக.
10. 4 CGS. காந்த வலிமை உள்ள வட துருவம் 5 CGS. காந்த வலிமையுள்ள தென் துருவத்திலிருந்து 2 செமீ. தூரத்தில் இருந்தால் ஏற்படும் கவரும் விசையின் அளவை கணக்கிடுக.
11. முறையே 30, 40 துருவ வலிமை கொண்ட காந்த துருவங்கள் 6 செமீ. இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டால் அவற்றிடையே ஏற்படும் விசையை கணக்கிடு.
12. ஓர் அலகு காந்த துருவத்தின்மீது மற்றொரு காந்த துருவம் 2 டைன் விசையை 2 செமீ. தூரத்தில் உண்டாக்குகிறது என்றால் அதன் காந்த வலிமையை கணக்கிடு.

13. 10 செமீ. நீளமுள்ள ஒரு சட்ட காந்தத்தின் துருவ வலிமை 100 அலகு என்றால் அதன் திருப்புதிறன் என்ன?

14. 10 செமீ. நீளமுள்ள 25 துருவ வலிமையும் உள்ள ஒரு காந்தத்தின் திருப்புதிறனைக் கணக்கிடு.

24. காந்த பொருள்களின் பண்புகளும் பயன்களும்

உன் வீட்டில், பள்ளிக்கூடத்தில் நீ பார்க்கும் ஒவ்வொரு பொருளையும் ஒரு சட்ட காந்தத்தினால் தொடு. நீ பார்ப்பதை குறித்துக்கொள்.

இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட் போன்ற உலோகங்களால் ஆன பொருள்கள் காந்தத்தால் கவரப்படுவதை உணருவாய். மரம், காகிதம், கண்ணாடி, துணி ஆகியவை காந்தத்தால் கவரப்படுவதில்லை என்பதையும் உணருவாய்.

காந்தத்தால் கவரப்படுகின்ற பொருள்களுக்கு காந்தப் பொருள்கள் என்று பெயர்.

காந்தப் பொருள்கள் சிலவற்றை சேகரித்துக் கொள். பிறகு அவற்றின் காந்தமாகும் தன்மையைச் சோதித்துப் பார். எஃகு எளிதில் காந்தமாக்கப்படுகிறது. மேலும் அது நிலைக் காந்தமாகிறது. தேனிரும்பும் காந்தமாகிறது. ஆனால் அது நீடித்து காந்தமாக இருப்பதில்லை. அதாவது அது தற்காலிக காந்தமாகிறது. ஆகையால் காந்தப் பொருள்களில் அவற்றின் காந்தத்தன்மையில் வேறுபாடு காண்கிறோம்.

கசியவிடும் தன்மை

கண்ணாடிப் பலகையின்மீது ஓர் இரும்பு ஆணியை வை. பலகையின் கீழ்ப்புறத்தில் ஒரு சட்டகாந்தத்தை கொண்டுவா. ஆணி காந்தத்தால் கவரப்படுவதை உணருவாய். காந்தத்தை நகர்த்தினால் ஆணியும் நகர்வதை கவனி. அவற்றிடையே கண்ணாடி என்ற பொருள் இருந்ததால் காந்த விசை கண்ணாடியின் வழியாக புகுந்து சென்று ஆணியை அடைகிறது. அத்தகைய பொருள்கள் 'கசியவிடும் தன்மை' பெற்றிருப்பதாக கூறுகிறோம்.

அயக்காந்த பொருள்கள்

இரும்பு சம்பந்தப்பட்ட பொருள்களுக்கு அயக்காந்தப் பொருள்கள் என்று பெயர். இவற்றைச் சுற்றியுள்ள காந்த புலத்தின் வலிமையை அதிகரிக்க அதிகரிக்க காந்த தன்மையும் ஓர் எல்லைக்குள் அதிகரிக்கும். இரும்பு, எஃகு, நிக்கல், கோபால்ட் போன்றவை அயக்காந்தப் பொருள்கள் ஆகும்.

காந்த ஏற்புத்திறன்

அயக்காந்தப் பொருள்களுக்கு காந்த விசையை கொடுத்தால் அவை காந்தமாகின்றன. அவை நிலைக் காந்தமாகவோ, தற்காலிகக் காந்தமாகவோ ஆகலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட காந்த வலிமையைப் பயன்படுத்தும்போது எல்லாக் காந்த பொருள்களும் சம அளவு காந்தமாகின்றனவா?

இதைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தால் வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு அளவு காந்தத் தன்மை அடைகின்றன எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். சம அளவு காந்தவிசையை அடைய வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு அளவு காந்தப்புலவலிமை வேண்டியுள்ளது. பொருள்களின் இம்மாறுப்பாட்டிற்கு காரணம் அவற்றின் ஏற்புத்திறன் ஆகும். ஓர் எஃகு துண்டையும், தேன் இரும்பு துண்டையும் காந்த விசைக்கு உட்படுத்தினால் தேனிரும்புத் துண்டு அதிக அளவு காந்தமாகிறது. எஃகு குறைந்த அளவு காந்தமாகிறது. அதாவது தேன் இரும்பின் ஏற்புத்திறன் எஃகை விட அதிகம் என அறிகிறோம்.

காப்பு திறன்

ஓர் எஃகு துண்டு, ஒரு தேனிரும்பு துண்டு இவற்றை தனித் தனியே காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பியால் சுற்றி பிறகு ஒவ்வொன்றுக்கும் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து. இரும்பு துகள்களை அருகே கொண்டுபோ. எஃகு துண்டிலும், தேனிரும்பு துண்டிலும் இரும்புத் துகள் ஒட்டிக்கொள்கிறது. பிறகு மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. எஃகு, தேனிரும்பு இரண்டையும் கவனி. அநேகமாக எல்லா இரும்பு துகள்களும் மின்னோட்டம் நின்றவுடன் தேனிரும்பு துண்டிலிருந்து விழுந்து விடுகின்றன. ஆனால் எஃகு துண்டில் மட்டும் சிறிதளவு இரும்புத் துகள்கள் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதை கவனி. அதாவது மின்னோட்டம் நின்றவுடன் தேனிரும்பு தன் காந்த சக்தியை இழந்துவிட்டது. ஆனால் எஃகு எல்லா சக்தியையும் இழக்கவில்லை. சிறிதளவு காந்த சக்தியை அது தக்கவைத்துள்ளது. எஃகின் தன்மையை அதிகமுள்ள காந்த

காப்புத் திறன் என்கிறோம். காப்பு தன்மை அதிகமுள்ள காந்த பொருள்கள் நிலை காந்தங்கள் ஆகும். காப்பு திறன் குறைந்துள்ளவை தற்காலிக காந்தங்கள் ஆகும்.

இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட் என்ற வரிசையில் அவற்றின் காப்பு திறன்கள் அமைந்துள்ளன. தேனிரும்பு ஏற்புத்திறன் அதிகமுள்ள காந்தப் பொருளாகும்.

அதிக ஏற்புத்திறனும், காப்புத் திறனும் உள்ள காந்தப் பொருளை உருவாக்க எஃகுடன் சில உலோகங்களைக் கலக்கிறோம். அல்நிக்கோ (Alnico) என்பது அத்தகைய உலோக கலவையாகும். இதில் அலுமினியம், நிக்கல், கோபால்ட் என்பவை எஃகுடன் கலக்கப்படுகின்றன. இவ்வுலோக கலவையை எளிதாக காந்தமாக்க முடியாவிட்டாலும் காந்தமாகியவுடன் நெடுங் காலத்திற்கு காந்தத் தன்மையை இழக்காத தன்மை உடையது. இம்மாதிரியே சிறந்த காந்தங்கள் செய்ய பயன்படும் மற்ற உலோக கலவைகள் டிகோனால், ஆல்கோமாக்ஸ் என்பனவாகும். இவற்றில் உள்ள உலோகங்களில் கலவை விகிதம் மாறுபடுகிறதே தவிர மற்றபடி அல்நிக்கோவில் உள்ள உலோகங்கள் இவற்றிலும் உள்ளன.

ஏற்புத்திறனும், காந்தத்திறனும் அதிகமாக உள்ள காந்த பொருள்கள் கடின காந்தப் பொருள்கள் எனப்படும். இவற்றைக் கொண்டு சிறந்த வலிமை மிக்க காந்தங்களைச் செய்யலாம்.

தற்காலிக காந்தங்கள் செய்வதற்கு தேனிரும்பு ஏற்றது அதை இன்னும் சிறந்த தற்காலிக காந்தமாக செய்ய தேனிரும்புடன் 3·5% சிலிகான் என்ற தனிமத்தை கலந்து காந்தம் செய்கிறார்கள். இது ஸ்டலாய் எனப்படும். தற்காலிக மின்காந்தம் செய்ய இது மிகவும் சிறந்தது ஆகும். இது மென்மையான காந்தம் எனப்படும். உதாரணம் மியூமெட்டல் ஆகும். எஃகு கலவையில் இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட், தாமிரம், பிளாட்டினம் ஆகியவை கலந்துள்ளன. பெர்மலாய் என்பது நிக்கலும், இரும்பும் கலந்த ஒரு மென்மையான காந்த உலோகக் கலவையாகும்.

காந்தத்தின் பயன்கள்

1. பெல்ட் (இடுப்புப்பட்டை) களின் முனைகளில் வேற்றின காந்த துருவங்கள் இருக்கும்படி செய்கிறார்கள். அவற்றின் கவரும் விசையால் பட்டை கழலாமல் இருக்கிறது.

2. இரவு நேரங்களில் மோட்டார் வண்டிகளில் சிறிய பழுது களைச் செய்ய பயன்படும் டார்ச் விளக்குகளில் காந்தம் பதிக்கப்பட்டுள்ளது. அதை வண்டியின் உடலில் ஒட்டவைத்து பழுது பார்க்கலாம்.

3. பாரம் தூக்கிகளில் தற்காலிக காந்தங்கள் பயன்படுகின்றன.

4. கண்களில் விழுந்த இரும்பு துகள்களை அகற்ற சக்தி வாய்ந்த காந்தம் பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. காந்தப் பொருள்கள் என்றால் என்ன?

2. காந்தப் பொருள்களுக்கு இரண்டு உதாரணம் கொடு.

3. காந்தப் பொருள்களில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் யாவை?

4. கசியவிடும் தன்மை — குறிப்பு வரைக.

5. கசியவிடும் தன்மைப் பொருள்கள், கசியவிடும் தன்மை இல்லாதபொருள்கள். உதாரணம் கூறு.

6. அயக்காந்த பொருள்கள் என்றால் என்ன? உதாரணம் கொடு.

7. காந்த ஏற்புத்திறன் — குறிப்பு வரைக.

8. எத்தகைய உலோகத்தை சிறந்த காந்தமாக்கலாம்?

9. எஃகு நிலை காந்தத்திற்கும், தேனிரும்பு தற்காலிக காந்தத்திற்கும் பயன்படுவதேன்?

10. காந்தப்பொருள்களின் காந்த திறனைப்பற்றிக் குறிப்பு வரைக.

11. அதிக ஏற்புத் திறனும், காப்புத் திறனும் உள்ள காந்தப் பொருள்கள் எவ்வாறு தயாரிக்கிறார்கள்?

12. சக்தி வாய்ந்த காந்தங்கள் செய்யப் பயன்படும் உலோகங்கள் யாவை?

13. கடினக் காந்தப் பொருள்கள் என்றால் என்ன?

14. மென்மைக் காந்தப் பொருள்கள் என்றால் என்ன?

15. மென்மையான காந்தப் பொருள்களுக்கு உதாரணம் கொடு.

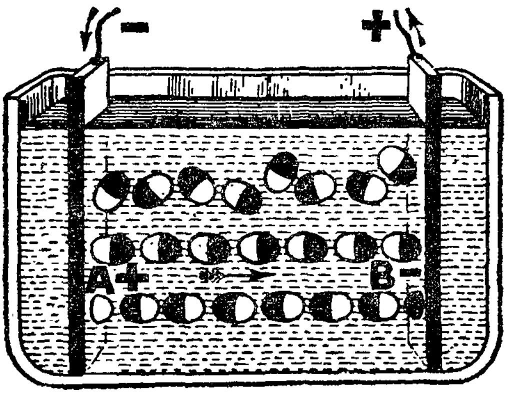
16. டிகோனால், ஸ்டலாய், பெர்மலாய் என்பவை யாவை?

17. மியூமெட்டல் எதற்கு பயன்படுகிறது?

25. பாரடேயின் மின்னாற் பகுப்பு விதிகள்

ஏழாம் வகுப்பில் ஒரு நீர்மமானது மின்னோட்டத்தால் என்ன மாற்றம் அடைகிறது என்பதைப் பற்றி படித்திருக்கிறீர்கள். நீர்மத்தின் வழியாக செலுத்தப்படும் மின்னோட்டத்தின் விளைவுகளைப்பற்றி ஆராய்ந்த மைக்கேல் பாரடே என்பவரைப்பற்றியும் நீங்கள் படித்துள்ளீர்கள். இவ்வகுப்பில் அக்கருத்துக்களைப் பற்றி இன்னும் ஆழ்ந்துப் பார்ப்போம்.

ஒவ்வொரு நீர்மங்களின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்போது அயனிகளாகின்றன. இந்த அயனிகளின் கலவையே கரைசல்களில் ஏற்படும் மின்னோட்டத்திற்கு காரணமாகிறது. ஒரு கரை



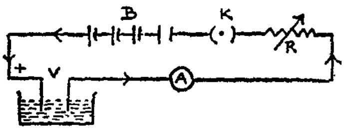
கரைசல் அயனிகளாகப்பிரிதல்
படம். 107

சலின் வழியாக மின்னேட்டத்தைச் செலுத்தும்போது அதில் உள்ள உலோகம் அயனியாக பிரிந்து எதிர்முனையை நோக்கி

நகருகிறது. அங்கு அது தன் மின்னூட்டத்தை இழந்து உலோக மாக படிகிறது. எவ்வளவு உலோகம் படிகிறது? மின்னோட்டத் திற்கும் நேரத்திற்கும் படியும் உலோக நிறைக்கும் தொடர்பு உண்டா? இவற்றைப்பற்றி இப்பாடத்தில் தெரிந்துக் கொள் வோம்.

உலோகத்திற்கும் நேரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

விதி 1. ஒரு மின்னாற்பகு நீர்மத்தின் வழியாக மின் னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது கரைசலிலிருந்து வெளிப்படும் உலோகத் தனிமத்தின் நிறை மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் நேரத்திற்கு நேர்விகித சமத்தில் இருக்கும்.



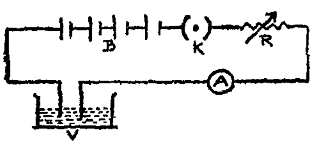
பாரடேயின் முதல் விதி ஆய்வு
படம். 108

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு தாமிர மின்முறிகலம், அம் மீட்டர், சாவி, மின் தடைமாற்றி, பாட்டரி இவற்றை தொடர் அடுக்கில் இணைத்துக் கொள். பிறகு மின் சுற்றில் 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஏற்படும்படி மின் தடையை அமை. மின் முறிகலத்திலுள்ள எதிர்மின்வாயை வெளியில் எடுத்து நன்கு துடைத்து நிறையைக் கண்டுபிடி. அதை பழைய நிலையில் மின் சுற்றில் இணைத்து மின்னோட்டத்தை செலுத்து. அதே சமயத்தில் ஒரு நிறுத்துக் கடிகாரத்தை ஓடச் செய். 15 நிமிடங்கள் ஆன வுடன் மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. எதிர்மின்வாயை எடுத்து உலர்த்தி நிறையைக் கண்டுபிடி. பின் மீண்டும் மின் இணைப்பை ஏற்படுத்தி 30 நிமிடத்திற்கு மின்னோட்டத்தை செலுத்து. அதன் முடிவில் எதிர்மின்வாயின் நிறையை கணக்கிடு. இப்படி ஒவ்வொரு முறையும் அதிக நேரத்திற்கு மின்னோட்டத்தை செலுத்தி ஒவ்வொரு முறையும் எதிர்மின் வாயின் நிறையை கண்டு பிடித்து அட்டவணைப்படுத்து. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் எதிர் மின்வாயின் ஆரம்ப நிறையைக் கழி. அப்போது 15 நி, 30 நி, 45 நி, என்ற காலத்தில் எதிர்மின் வாயில் படிந்த உலோக தனி மத்தின் நிறை (m) கிடைக்கும். ஒவ்வொரு சோதனையிலும் $\frac{m}{t}$ன் மதிப்பைக் கணக்கிடு. அது மாறாதுஇருப்பதைக் காண லாம். இதிலிருந்து கரைசலிலிருந்து வெளிப்பட்ட உலோக தனி மத்தின் நிறைமின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்ட காலத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது என அறியலாம்.

அட்டவணை

சோதனை எண்	மின்னோட்டத்தின் வலிமை	செலுத்தப் பட்ட நேரம் ×60செக. (t)	எதிர் மின் வாயின் நிறை (கிகி.)	படிந்த உலோகத்தின் நிறை (m) கிகி.	$\frac{m}{t}$ கிகி./கூலம்
		0	m_1		
1.	1 ஆம்பியர்	15	m_2	m_2-m_1	
2.		30	m_3	m_3-m_1	
3.		45	m_4	m_4-m_1	

விதி 2. ஒரு மின்னாற்பகு நீர்மத்தின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்போது வெளித்தள்ளப்படும் உலோகத் தனிமத்தின் நிறை, அதில் பாயும் மின்னோட்ட வலிமைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.



பாரடேயின் இரண்டாம் விதி-ஆய்வு
படம். 109

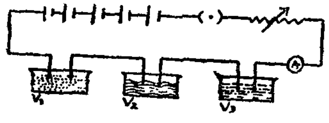
முன் சோதனையில் செய்தது போலவே உபகரணங்களை தொடர் அடுக்கில் இணைத்துக் கொள். எதிர்மின் வாயின் நிறையைக் கண்டுப்பிடித்துக் குறித்துக்கொள். பிறகு மின் சுற்றில் 0.5 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் 15 நிமிடத்திற்கு பாயும்படிச் செய். முடிவில் எதிர்மின்வாயின் நிறையை அளந்துக் குறித்துக் கொள். பிறகு மின்தடையை மாற்றி 0·6 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்து. அதே 15 நிமிடத்திற்கு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து. முடிவில் எதிர்மின்வாயின் நிறையை கண்டுபிடி. மின்னோட்டத்தை 0.7, 0.8, 0.9 . . . ஆம்பியராக அதிகரித்து ஒவ்வொரு முறையும் 15 நிமிட நேரத்திற்கு மின்னோட்டத்தை செலுத்து. முடிவில் ஒவ்வொரு சோதனையிலும் எதிர்மின்வாயின் நிறையைக் கண்டுபிடி. அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. அட்டவணையிலிருந்து $\frac{m}{i}$ அளவுகளை கணக்கிடு. எல்லா

சோதனைகளிலும் $\frac{m}{i}$ விகிதமானது மாறாத எண்ணாக இருக்கும். இதிலிருந்து மின்னாற்பகுப்பின் போது வெளித்தள்ளப்பட்ட உலோக தனிமத்தின் நிறை மின்னோட்டத்திற்கு நேர் எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது என அறிகிறோம்.

அட்டவணை

சோதனை எண்	நேரம்	மின்னோட்டம் i ஆம்பியர்	எதிர் மின் வாய் நிறை (கிகி.)	படிந்த உலோக நிறை m (கிகி.)	$\frac{m}{i}$
		0	m_1		
1.	15 நிமி	0·5	m_2	m_2-m_1	
2.		0.6	m_3	m_3-m_1	
3.		0.7	m_4	m_4-m_1	
4.		0.8	m_5	m_5-m_1	
5.		0.9			
6.					
7.					

விதி 3. வெவ்வேறு மின் பகுநீர்மங்கள் வழியாக ஒரே அளவு மின்னோட்டம் பாயும்போது வெளித்தள்ளப்படும் உலோகத் தனிமங்களின் நிறை அவற்றின் மின்வேதியியல் இணைமாற்றுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.



பாரடேயின் மூன்றாம் விதி--ஆய்வு

படம். 110

படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் வெவ்வேறு மின்பகு நீர்மங்கள் உள்ள மின் முறிகலன்களை தொடர் அடுக்கில் இணைத்துக் கொள். மின் சுற்றில் 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஏற்படும்படிசெய். ஒவ்வொரு மின் முறிகலத்திலுள்ள எதிர்மின் வாய்களின் நிறைகளை தனித்தனியாக துல்லியமாக கண்டுபிடி. பிறகு அவற்றை அந்த மின்முறிகலன்களில் முன் இருந்த மாதிரியே இணைத்துவிடு. 30 நிமிடத்திற்கு மின்னோட்

டத்தை செலுத்து. பரிசோதனை முடிவில் ஒவ்வொரு எதிர்மின் வாயையும் தனித்தனியாக எடுத்து உலர்ந்தபின் அவற்றின் நிறையை கண்டுபிடி. அதிலிருந்து சம நேரத்தில், சம அளவு மின்னோட்டத்தில் வெளித் தள்ளப்பட்ட உலோகத் தனிமங்களின் நிறைகளைக் கண்டுபிடி. அவ்வாறு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிறைகள் அந்தந்த தனிமங்களின் மின் வேதியியல் இணை மாற்றுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதைக் காணலாம்.

1 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தில் 1 செகண்டில் மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் வெளித்தள்ளப்படும் உலோகத்தின் நிறை அதன் மின் வேதியியல் இணைமாற்று எனப்படும்.

வெளித்தள்ளப்பட்ட தனிமத்தின் நிறை m என்றும், மின்னோட்டத்தின் அளவு 'i' ஆம்பியர் என்றும், அது பாய்ந்த நேரம் 't' செகண்டு என்றும் கொண்டால் $\frac{m}{it}$ என்பது ஒரு மாறாத எண். அதுவே அத்தனிமத்தின் மின்வேதியியல் இணை மாற்று. அதை 'e' என்ற எழுத்தால் குறிப்பர். $\frac{m}{it} = e$ அல்லது $m = e\,i\,t$. 1 செகண்டு நேரத்தில் 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டால் அதை ஒரு கூலம் என்பர் $\therefore m = Qe$.

படம் 108ல் காட்டியுள்ளது போல் ஒரு மின்முறிகலம், பாட்டரி, சாவி, மின்தடைமாற்றி, அம்மீட்டர் இவற்றை தொடர் அடுக்கில் இணைத்துக் கொள். மின்தடையைப் பயன்படுத்தி 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும்படிச் செய். மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. மின் முறிகலத்திலிருந்து எதிர் மின்வாயை எடுத்து நன்கு துடை. உப்புக் காகிதத்தினால் தேய்த்து அழுக்குகளை நீக்கு. பிறகு சென்டிகிராம் திருத்தமாக நிறையை கண்டுபிடி. மீண்டும் அதை மின் முறிகலத்தில் வைத்து மின் இணைப்பை உண்டாக்கு. மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்து. அதே சமயத்தில் ஒரு நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடச்செய். 30 நிமிடம் மின்னோட்டத்தை செலுத்திய பிறகு மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. எதிர் மின்வாயை வெளியிலெடுத்து உலர்த்து. மிக கவனமாக அதன் இப்போதைய நிறையை கணக்கிடு. முதல் நிறைக்கும் இப்போதைய நிறைக்கும் உள்ள வித்தியாசம் அதில் படிந்த உலோகத்தின் நிறை ஆகும். இந்த அளவுகளிலிருந்து அவ்வுலோகத்தின் மின்வேதி இணைமாற்று எண்ணை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

மின்னோட்டத்தின் வலிமை $= 1$ ஆம்பியர்
செலுத்தப்பட்ட காலம் $= 30$ நிமிடம்
$= 30 \times 60 = 1800$ செகண்டுகள்
எதிர்மின் வாயின் ஆரம்ப நிறை $= m_1$ கி
எதிர்மின் வாயின் முடிவு நிறை $= m_2$ கி
அதன் மீது படிந்த
உலோகத்தின் நிறை $= (m_2 - m_1)$ கிகி.

$(m_2 - m_1)$ கிகி. உலோகம் 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தால் 1800 செகண்டில் எதிர்மின்வாயில் படிகிறது என்றால் 1 ஆம்பியர் மின்சாரம் 1 செகண்டில்

எதிர்மின்வாயில் படியவைக்கும் உலோகத்தின் நிறை $= \dfrac{m_2 - m_1}{1 \times 1800}$

இங்கு வகுத்து வந்த ஈவே அவ்வுலோகத்தின் மின்வேதி இணை மாற்று எண் ஆகும்.

சிந்தனைக்கு

உன் பள்ளி அல்லது வீட்டருகே மின்முலாம் பூசும் தொழிற் சாலையிருந்தால் அங்கு சென்று கவனி. மின்முலாம் பூசுவதற்கு குறைந்த மின் வலிமையும், நீண்ட நேரமும் சிறந்தது.

சோதனைச்சாலையில் தாமிர மின் முலாம் பூசுவதற்கான உபகரணங்களை சேகரித்து சோதனை செய். ஓர் அலுமினிய தகட்டின் மீது மெழுகு பூசு. பிறகு ஒரு கூரான ஆயுதத்தால் அதன் மீது உன் பெயரை எழுது. நீ எழுதிய இடத்தில் மட்டும் உள்ள மெழுகு நீக்கப்பட்டு அலுமினிய தகடு வெளியே தெரியும். இதை எதிர்மின் வாயாக பயன்படுத்தி மின்மூலாம் செய். 30 நிமிடத்திற்கு பிறகு தகட்டை வெளியே எடுத்து மெழுகை உருக்கி நீக்கு. இப்போது பளபளப்பான அலுமினிய தகட்டில் செம் பழுப்பு நிறத்தில் உன் பெயர் தாமிர எழுத்துக்களில் படிந்திருப் பதை கவனி. உன் கற்பனையைக் கொண்டு இம்மாதிரியே பல புதிய மின் முலாம்கள் செய்துபார்.

வினாக்கள்

1. ஒரு நீர்மக்கரைசலில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும் ?
2. மின்னாற் பகுத்தலின் முதல் விதியைக் கூறு.

3. மின்னாற் பகுத்தலில் வெளித்தள்ளப்பட்ட உலோகத்தின் நிறைக்கும், நேரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை எவ்வாறு சோதனை மூலம் கண்டறிவாய் ?

4. மின்னாற் பகுத்தலின் இரண்டாவது விதியைக் கூறுக.

5. மின்னாற்பகுத்தலின் போது வெளித்தள்ளப்படும் உலோகத்தின் நிறை மின்வலிமைக்கு நேர்விகிதம் என்பதை எவ்வாறு மெய்ப்பிப்பாய் ?

6. மின்னாற் பகுத்தலின் மூன்றாவது விதியைக் கூறுக.

7. மூன்றாவது விதியை மெய்ப்பிக்கும் சோதனையை விவரி.

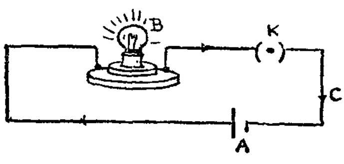
8. மின் வேதி இணை மாற்று எண் என்றால் என்ன ?

9. ஓர் உலோகத்தின் மின்வேதி இணை மாற்று எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் சோதனையை விவரி.

VII அணு இயற்பியல்

26. அணு இயற்பியல்

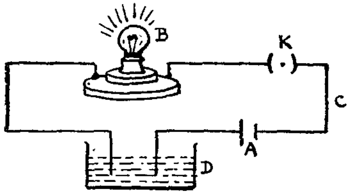
ஒரு சிறிய இரண்டு வோல்ட் பல்பை ஒரு டார்ச் விளக்கு பாட்டரியில் இணை. சுவிட்சை இயக்கும்போது பல்பு எரிகிறது. பாட்டரியிலிருந்து மின்னோட்டமானது தாமிர கடத்தியின் வழியாக பல்பை அடைகிறது. சுவிட்சினால் மின் சுற்று பூர்த்தியாவதால் பல்பு எரிகிறது.



மின்சுற்று இணைப்பு
படம். 111

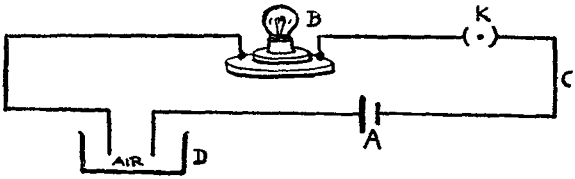
மேற்கூறியவாறு ஒரு பல்பை பாட்டரியுடன் இணை. மின் கடத்தியை துண்டித்து, துண்டித்த முனைகள் வாலை வடி நீரில் இருக்கும்படி செய், சுவிட்சை

இயக்கி விளக்கு எரிகிறதா என்று பார். பிறகு அந்நீரில் இரண்டு மூன்று சொட்டு நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர். பல்பு எரிகிறதா என்று பார்.



கரைசலின் வழியே மின்சாரம் பாய்தல்
படம். 112

இதே பரிசோதனையை பீக்கரிலுள்ள வாலைவடி நீரை காலியாக வைத்து செய்து பார். விளக்கு எரிகிறதா? பீக்கரில் இப்பொழுது காற்று உள்ளது. முதல் சோதனையில் பல்பு எரிகிறது, தாமிரக் கம்பி வழியாக மின்னோட்டம் செல்கிறது. இரண்டாவது சோதனையில் வாலைவடி நீர்மட்டும் உள்ளபோது பல்பு



காற்றின் வழியே மின்னோட்டம் பாயாது.
படம். 113

எரியவில்லை. சில சொட்டுகள் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தபின் பல்பு எரிகிறது. மூன்றாவது சோதனையில் எரிவதில்லை. ஏன்?

உலோக கம்பியில் கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. கம்பியின் முனைகள் மின்கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டவுடன் இந்த எலக்ட்ரான்கள் நேர் மின்வாயை நோக்கி ஒரே சீராக செல்கின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்தையே நாம் மின்னோட்டம் என்கிறோம்.

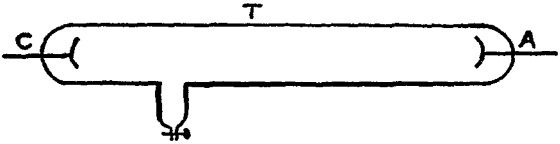
வாலை வடிநீரில் இம்மாதிரி கட்டுறா எலக்ட்ரான்களைக் காண முடியாது. அதனால் பல்பு எரிவதில்லை. அதில் ஒரு சில அமிலத்துளிகளை விட்டவுடன் அங்கு அயனிகள் தோன்றுகின்றன. அவற்றில் சில அயனிகள் எதிர்மின்சுமையை உடையது. அவை நேர்மின் வாயை நோக்கி நகரும் போது மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. அதனால் அமிலம் கலந்த நீர் மின்னோட்டத்தை கடத்துகிறது.

மூன்றாவது சோதனையில் காற்றின் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. திண்மப் பொருள்களிலும், நீர்மப் பொருள்களிலும் மின்னோட்டம் பாய்வதைப்போன்று வாயுக்களில் சாதாரண அழுத்தத்தில் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. வாயுக்களில் ஏற்படும் மின்னோட்டத்தைப்பற்றியும், அதன் விளைவுகள் பற்றியும் இப்பாடத்தில் படிப்போம்.

சாதாரண அழுத்தத்தில் வாயுக்களில் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் புற ஊதாக்கதிர்களைச் செலுத்தி வாயுக்களில் மின் அயனிகளை உண்டாக்கலாம். அப்போது அதன் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்படும்.

வாயுக்களின் அழுத்தத்தை குறைத்துக்கொண்டே வந்தால் அதிக மின் அழுத்தத்தில் வாயுக்களில் மின்னிறக்கம் ஏற்படும். ஓர் மின் இறக்கக்குழாயில் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பார்ப்போம்.

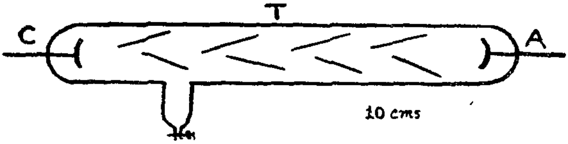
ஓர் மின் இறக்கக் குழாயை படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் அமைத்துக்கொள். அரைமீட்டர் நீளம் உடைய இக்குழாயில்



மின் இறக்கக் குழாய்
படம். 114

ஒரு முனையில் ஒரு கிளைக்குழாய் உள்ளது. அதன் வழியாக குழாயிலுள்ள காற்றை நாம் வெளியேற்றலாம். அங்கு வெற்றிடம் உண்டாக்கலாம். அதன் இருமுனைகளிலும் மின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

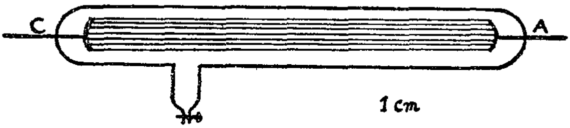
மின் இறக்கக் குழாயிலுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைப் படிப்படியாக குறைத்துக் கொண்டேவந்து அதன் மின்வாய்களுக்கிடையே 50,000 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தைச் செலுத்தினால் பல புதிய நிகழ்ச்சிகளைக் காணலாம்.



10 செமீ. அழுத்தத்தில் மின் இறக்கம்
படம். 115

மின் இறக்கக் குழாயில் காற்றழுத்தத்தை 10 செமீ. அளவுக்குக் குறைக்கும் போது பெருத்தச் சத்தத்துடன் மின் பொறிகள்

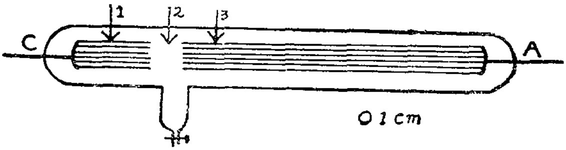
தோன்றுவதைக் காணலாம். அக்குழாயிலுள்ள காற்றழுத்தத்தை குறைத்து அழுத்தம் 1 செமீ. ஆகும்போது குழாயினுள் ஓர்



1 செமீ. அழுத்தத்தில் மின் இறக்கம்
படம். 116

ஒளிப்பிழம்பு பரவுவதைக் காணலாம். இது ஊதா நிறக்கதிர்கள் அல்லது நேர் மின் பிழம்பு என்பர். எதிர்மின் வாயிலிருந்து நேர் மின்வாய் வரை இது பரவியிருக்கும்.

குழாயின் காற்றழுத்தத்தை 0.1 செமீக்கு குறைக்கும் போது ஊதாநிற நேர்மின்பிழம்பில் எதிர்மின் வாய்க்கருகில் ஓர் இருள் பகுதி ஏற்படுவதைக் காணலாம். இவ்விருள் பகுதி "பாரடே இருள்பகுதி" என்றும், இதன் மின்பகுதியில் எதிர்மின் வாய்க்



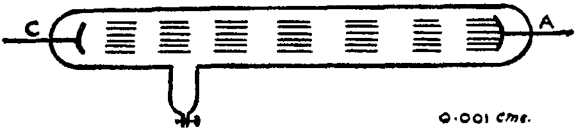
0·1 செமீ. அழுத்தத்தில் மின் இறக்கம்.
(1) நீலநிறப் பிழம்பு, (2) பாரடே இருள் பகுதி
(3) நேர்மின் பிழம்பு
படம். 117

கருகில் உள்ள பகுதியை எதிர் மின் பிழம்பு என்றும் கூறுவர். இப் பிழம்பு நீல நிறத்தில் தொடங்குவதைக் காணலாம்.

0·01 செமீ. அழுத்தத்தில் மின் இறக்கம்
1. க்ரூக்ஸ் இருள் பகுதி 2. நீலநிறப் பிழம்பு
3. பாரடே இருள் பகுதி 4. நேர்மின் பிழம்பு
படம். 118

அழுத்தத்தை மேலும் குறைத்துக்கொண்டே சென்று 0·01 செமீ. ஆகும்போது எதிர்மின் பிழம்பு, எதிர்மின் வாயிலிருந்து விடு பட்டு மற்றொரு இருள் பகுதி தோன்றுவதைக் காணலாம். நேர்

மின்பிழம்பின் நீளம் குறைந்திருப்பதையும் காணலாம். புதியதாக தோன்றிய இருள்பகுதி க்ரூக்ஸ் இருள்பகுதி எனப்படும்.



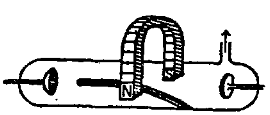
க்ரூக்ஸ் இடைவெளிகள்
படம். 119

மின் இறக்கக்குழாயினுள் மேலும் அழுத்தம் குறையும்போது எதிர்மின் பிழம்பு பிளவுபட்டு பல க்ரூக்ஸ் இடைவெளிகள் தோன்றுவதைக் காணலாம். அச்சமயத்தில் எதிர்மின் வாய்க்கருகே உள்ள கண்ணாடி நீலநிற ஒளியுடன் ஒளிருவதைக் காணலாம். இந்த ஒளிரும் தன்மைக்கு காரணம் எதிர்மின் வாயிலிருந்து விடுபட்டு கண்ணாடியில் மோதும் கண்ணுக்கு தெரியாத துகள் ஆகும். அவை எதிர்மின்வாய்க் கதிர்கள் எனப்படும். எதிர்மின் வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி நேர்க்கோட்டில் இது பரவுகிறது. இவை எதிர்மின்னூட்டம் உள்ளவை.

எதிர்மின்வாய் கதிர்களின் பண்புகள்

1. இவை எதிர்மின் வாயின் பரப்பிற்கு செங்குத்தாக, நேர்க்கோட்டில் பரவுகின்றன.
2. வளைவு பரப்புகளைக் கொண்டு இக்கதிர்களை வளைவு மையத்தில் குவிக்கமுடியும்.
3. பொருள்கள் மீது இக்கதிர்கள் விழும்போது வெப்பத்தை உண்டாக்கும்.
4. இவை கிட்டத்தட்ட ஒளியின் வேகத்தில் செல்லக்கூடியவை.
5. இதன் பாதையில் சுலபமாக சுழலக்கூடிய ஒரு சக்கரத்தை வைத்தால், அச்சக்கரத்தை இக்கதிர்கள் சுழலச் செய்யும்.
6. காந்தபுலத்தால் இக்கதிர்களை விலகல் அடையச் செய்யலாம்.

7. மின் புலத்தைக்கொண்டு இக்கதிர்களை விலகல் அடையச் செய்யலாம்.



எதிர்மின்வாய் கதிர்கள் காந்த புலத்தால் விலக்கம் அடைதல்
படம். 120

8. வாயுகளில் இக்கதிர்களைச் செலுத்தினால் அவை அயனிகள் ஆகின்றன.

9. கன உலோகங்களின் மீது இக் கதிர்களை மோதச் செய் தால் 'X' கதிர்கள் உண் டாகும்.

10. இவை எலக்ட்ரான்களின் பாய்ச்சல் ஆகும்.

தெரிந்துகொள்

எதிர் மின்வாய்கதிர்களைப்பற்றி J. J. தாம்சன் பல ஆராய்ச்சி கள் நடத்தி மேற்கூறிய பண்புகளை உறுதி செய்துள்ளார். இத்துகள்களின் நிறை 9×10^{-28} கி. அல்லது 9×10^{-31} கிகி. ஆகும். இதிலுள்ள மின்னூட்டத்தின் அளவு $1{\cdot}6\times10^{-19}$ கூலம் ஆகும்.

வினாக்கள்

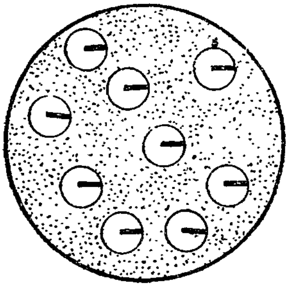
1. ஒரு மின் கடத்தியின் வழியாக மின்னோட்டம் எதனால் ஏற்படுகிறது?
2. வாலை வடி நீரில் சிறிது அமிலத்தைக் கலந்த உடன் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதேன்?
3. சாதாரண அழுத்தத்தில் காற்றின் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்படுமா? மின்னோட்டம் ஏற்பட என்ன செய்ய வேண்டும்?
4. குறைந்த அழுத்தமுள்ள வாயுவில் மின்னோட்டம் ஏற்பட என்ன செய்ய வேண்டும்?
5. ஒரு மின் இறக்கக் குழாயின் படம் வரைந்து விளக்கு.
6. மின் இறக்கக் குழாயில் எப்போது குழாயில் மின்பொறிகள் ஏற்படும்?
7. படிப்படியாக அழுத்தம் குறையும்போது மின் இறக்கக் குழாயில் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகளை படத்துடன் விவரி.
8. பாரடே இருள்பகுதி, க்ரூக்ஸ் இருள்பகுதி—குறிப்பு வரைக.
9. எதிர்மின்வாய்க் கதிர்கள் எப்போது உண்டாகும் ? அதன் பண்புகள் யாவை ?

27. ரூதர் போர்டு அணுக்கொள்கை

எல்லாப் பொருள்களும் அணுக்களால் ஆனவை என்று முன் வகுப்புகளிலும் படித்துள்ளீர்கள். அந்த அணுவின் அமைப்பு என்ன ? அணுவின் அமைப்பு கண்டறிவதில் பல்வேறு அறிவியல் அறிஞர்கள் செய்த சாதனைகள் என்ன ? போன்ற பல செய்திகளை இப்பாடத்தில் படிப்போம்.

ஆதி காலத்திலிருந்தே மனிதன் பொருள்களின் உள் அமைப்பை அறிவதில் ஆர்வம் காட்டி வந்தான். அதன் காரணமாக பல்வேறு கொள்கைகள் அவ்வப்போது வெளியிடப்பட்டன. புதிய கொள்கைகள், விளக்கங்கள் வெளியிடப்பட்டபோது முன் நிகழ்ந்தவை விளக்கப்பட்டன. இம்மாதிரியே அணுவின் உள் அமைப்பை அறிகின்ற சரித்திரத்திலும் நடைபெற்றிருப்பதைக் காண்கிறோம். J. J. தாம்சன், ரூதர்போர்டு, நீல்ஸ்போர் போன்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் அணுவின் அமைப்பை அறிவதில் பெரும் தொண்டாற்றியுள்ளனர். ஏறக்குறைய நீல்ஸ்போர் அணுக் கொள்கை அமைப்பு இப்போது நிலைத்து நிற்பதாக கொள்வோம்.

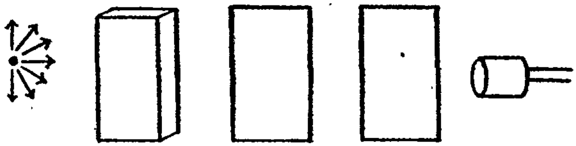
தன் ஆராய்ச்சியின் விளைவாக J. J. தாம்சன் அணுவின் அமைப்பு வடிவத்தை வெளியிட்டார். அவர் கொள்கைபடி அணுவானது நேர் மின்வாய் பொருளிலானது என்றும், அதில் எதிர் மின்னணுக்கள் பொதித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது என்றும் அறிகிறோம். முலாம்பழம் அல்லது தர்பூசனிக்காய் வகைகளில் விதைகள் எவ்வாறு பொருந்தியுள்ளனவோ அம்மாதிரியே அணுக்களில் மின்னணுக்கள் பொருந்தியுள்ளன என்று அவர் அறிவித்தார்.



தாம்சன் அணு
படம். 121

ஒரு தனிமத்தை மிகுந்த வெப்ப நிலைக்குட்படுத்தினால் அப்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண் கொண்ட ஒளியைக் கொடுக்கும் என்பது கண்டறியப்பட்டது. தாம்சன் அணு அமைப்பின்படி தனிமம் வெளியிடக்கூடிய ஒளியின் அதிர்வு எண்ணை கணித முறையில் கணக்கிட்டார்கள். பிறகு செயல்முறையில் தனிமத்தினால் கிடைக்கும் ஒளியின் அதிர்வு எண்ணை கண்டறிந்து ஒளியிடும்போது அதிக வித்தியாசம் இருப்பதைக் கண்டனர்.

அதனால் அணுவானது தாம்சன் கூறியதுபோல் அமைந்திராது என்றும், அதுமேலும் சிக்கலான அமைப்பை உடையதாக இருக்கும் என்றும் நினைத்தனர். அதனால் தாம்சன் அணு அமைப்பு நிராகரிக்கப்பட்டது.



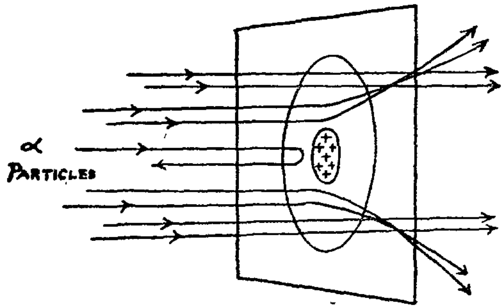
1 2 3 4 5

ரூதர்போர்டின் அணு ஆராய்ச்சி
1. ஆல்பா துகள் உற்பத்தி 2. ஆல்பா துகள் கற்றைக்காக ஈயத்தகடு
3. மெல்லிய தங்கரேக்கு 4. ஒளிரும் திரை 5. மைக்ராஸ்கோப்
படம். 122

ஏறக்குறைய அணுவின் சரியான அமைப்பை கண்டறிந்த பெருமை எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்ட் என்பவரையே சாரும். ஆல்பா துகள்களுக்கும், தனிமங்களின் அணுக்களுக்கும் இடையே ஏற்படும் மோதல்கள் மூலமாகவே தனிமங்களின் அணுவின் உள் அமைப்பை அறியமுடியும் என்று ரூதர்போர்டு கருதினார். அதன்படி அவர் தனிமங்களின் அணுக்களை ஆல்பா துகள்களினால் தாக்க ஆரம் பித்தார். ஒரு சோதனையில் மெல்லிய தங்க தகடை ஆல்பா துகளினால் தாக்கினார். மிகுந்த எண்ணிக்கையில் அத்துகள்கள் தங்க தகட்டின் வழியாக புகுந்து சென்றன. ஒரு சில ஆல்பா துகள்கள் விலக்கம் அடைந்தன. மேலும் குறிப்பிட்ட மத்திய பகுதியில் சென்ற ஆல்பா துகள்கள் பெரும் அளவிற்கு விலக்கம் அடந்ததையும், சில சென்ற திசையிலேயே திருப்பப்பட்டதையும் கண்டறிந்தார். அதனால் அணுவின் மையப் பகுதியில் நேர் மின்னூட்டம் செறிந்துள்ளது என்று கண்டறிந்தார். அணுவின் மையப் பகுதிக்கு நியூக்ளியஸ் (உட்கரு) என்று பெயரிட்டார்.

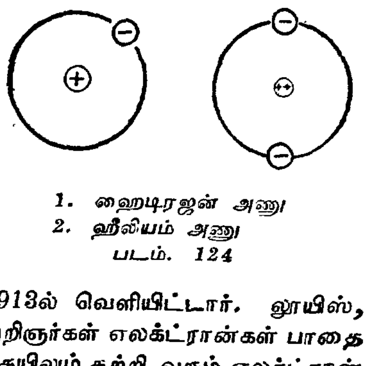
மேற்கூறிய சோதனையிலிருந்து ரூதர்போர்ட் அணுக் கொள்கையை வெளியிட்டார். அதன்படி ஒவ்வொரு அணுவும் உட்கருவைக் கொண்டுள்ளது. அது நேர் மின்னூட்டமுடையது. எதிர் மின்னூட்டமுடைய மின் துகள்கள் உட்கருவை மையமாக வைத்து சுற்றி வருகின்றன. அணுவின் உட்கருவிலுள்ள புரோட் டின்களின் நேர்மின்னூட்டமும், அதைச் சுற்றிவரும் துகள்களின் (எலெக்ட்ரான்) எதிர்மின்னூட்டமும் அளவில் சமம். எனவே ஓர் அணு நடு நிலை மின்னூட்டம் (electrically neutral) உள்ளது. அணுவின் நிறை முழுவதும் உட்கருவினாலேயே ஏற்படுகிறது.

ரூதர்போர்ட்டின் அணுக்கொள்கை அணுவில் உள்ள புரோட்டான்கள், எலக்ட்ரான்கள் இவற்றைப்பற்றி பொதுவான



தங்கதகடில் ஆல்பாதுகள் மோதுதல்
படம். 123

கொள்கையை விளக்கியது. ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் அணுவில் அமைந்த இடங்களையோ, அமைந்துள்ள விதத்தைப் பற்றியோ சரியாக விளக்கவில்லை.



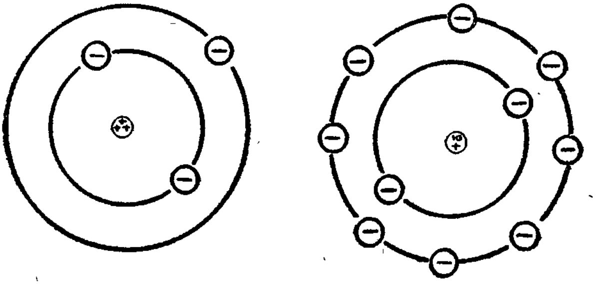
1. ஹைடிரஜன் அணு
2. ஹீலியம் அணு

படம். 124

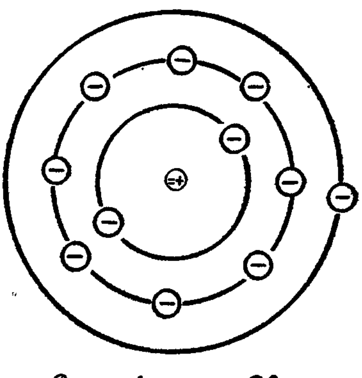
ரூதர்போர்டிற்கு பிறகு வந்த நீல்ஸ்போர் என்ற விஞ்ஞானி ஹைட்ரஜன் அணுவின் அமைப்பை விளக்கினார். ஹைட்ரஜன் அணுக்கருவில் ஒரு புரோட்டான் அமைந்துள்ளது. அதைச் சுற்றி பாதையில் ஓர் எதிர் மின்னூட்டம் கொண்ட எலக்ட்ரான் சுற்றிவருகிறது என்ற கருத்தை நீல்ஸ்போர் 1913ல் வெளியிட்டார். லூயிஸ், லாங்மூர், பரி என்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் எலக்ட்ரான்கள் பாதைகளைப்பற்றியும், ஒவ்வொரு பாதையிலும் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைப் பற்றியும் விளக்கினார்கள்.

ஒவ்வொரு அணுவிலும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின் அணுப் பாதைகள் ஏற்படும். அவை எலக்ட்ரான் கூடுகள் எனப்படும். உட்கருவிற்கு அருகிலுள்ள எலக்ட்ரான் கூடு K கூடு எனப்படும். அதற்கு அடுத்து L கூடு அமைகிறது. எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது இக்கூடுகள் அதிகரிக்கும். அவை M, N, O என்று குறிக்கப்படும். ஒவ்வொரு எலக்ட்ரான் கூட்டிலும் எத்தனை

எலக்ட்ரான்கள் இருக்கக்கூடும் என்றும் அறிவித்துள்ளார்கள். K கூட்டில் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. மூன்றாவது எலக்ட்ரான் இருந்தால் அது L கூட்டில் அமையும். ஓர் எலக்ட்ரான் கூட்டில் இருக்கக்கூடிய அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை $2n^2$ என்ற சூத்திரத்திலிருந்து அறியலாம், n என்பது கூட்டின் எண். உதாரணமாக 'K' கூடு முதல் கூடு என்பதால் $n = 1$. எனவே அதிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $=2(1)^2 = 2$ எலக்ட்ரான்கள், இரண்டாவது கூடு 'L'. இதில் $2(2)^2 = 8$ எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும். நான்காவது கூட்டில் $2(4)^2 = 32$ எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும்.



1. லிதியம் அணு மாதிரி 2. நியான் அணு மாதிரி
படம். 125



சோடியம் அணு மாதிரி
படம் 126

அணுக்களின் கடைசி கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் வேதி மாற்றங்கள் விளையக் காரணமாக இருக்கின்றன என்று G. N. லூயிஸ் கூறினார்.

கடைசிக் கூட்டிலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை பூர்த்தி யாக இருந்தால் அவை நிலைப்புத்தன்மை பெறுகின்றன. ஏனைய பிற அணுக்களோடு வேதிவினை புரியாது. நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான், ராடான் ஆகிய அணுக்களில் கடைசிப் பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் நிறைந்து இருப்பதால் அவை மந்த வாயுக்கள் (inert gases) என்ற பெயர் பெறுகின்றன.

நியூட்ரான் கண்டுபிடிப்பு

அணுவின் அமைப்பைப் பற்றிய அறிவு இவ்வளவு வளர்ந்தும் அறிவியல் அறிஞர்களால் அணுவை முழுமையாக விளக்க முடிய வில்லை. ஐசடோப்புகள் எனப்படும் சில அணுக்களில் எவ்வாறு இந்த வித்தியாசங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது புரியாததாகவே இருந்துவந்தது. 1932ல் சாட்விக் (Chadwick) என்ற அறிவியல் அறிஞர் தன்னுடைய ஆராய்ச்சியின் பயனாக ஒரு புதிய அணுத் துகளை கண்டறிந்தார் அது நியூட்ரான் என வழங்கப்பட்டது. அணுவின் உட்கருவில் புரோட்டான்களோடு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. இவை புரோட்டானின் நிறையைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் அவற்றிற்கு மின்னூட்டம் கிடையாது. அதனால் உட் கருவில் இவை அதன் நிறையை அதிகரிக்கச் செய்கின்றதே தவிர மின்னூட்டத்தைப் பாதிப்பதில்லை. இதன் காரணமாக ஐசடோப்புகள் உண்டாகின்றன என்று கண்டறிந்தனர்.

அணு எண், அணு எடை

ஓர் அணுவின் உட்கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண் ணிக்கையை அல்லது உட்கருவை சுற்றுகின்ற எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக்கொண்டு அணு எண் கொடுக்கப்படுகிறது. உதாரணமாக ஹைட்ரஜன் அணுவில் 1 புரோட்டான் உள்ளது. அதனால் அதன் அணு எண் 1. ஹீலியம் அணு எண் 2; லித்தியம் அணு எண் 3; சோடியம் அணு எண் 11.

ஓர் அணுவின் உட்கருவில் உள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் இவைகளின் எண்ணிக்கையை கொண்டு அணு எடை நிர்ண யிக்கப்படுகிறது. உதாரணமாக ஹைட்ரஜன் அணு எடை 1. ஏனெனில் அதில் ஒரு புரோட்டான் உள்ளது. ஹீலியத்தில் 2 புரோட்டான்களும், 2 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. அதனால் அதன் அணு எடை 4. யூரேனியத்தில் 92 புரோட்டான்களும் 146 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. அதனால் அதன் அணு எடை 238.

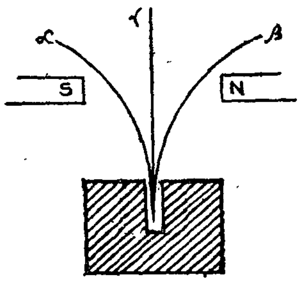
அணுக்கருவின் அமைப்பு

அணுவின் உட்கருவில் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் அமைந்துள்ளன. இதைப்பற்றிய உண்மைகளை ஆஸ்டன், சாட்விக், ஆண்டர்சன் என்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் விளக்கியுள்ளனர். இவை எந்தவிதத்தில் கட்டப்பட்டுள்ளன? ஒரே மின்னூட்டமுடைய துகள்கள் அருகருகே எவ்வாறு அமைந்துள்ளன? போன்ற கருத்துக்களை மேல் வகுப்புகளில் விளக்கமாக படிப்பீர்கள்.

கதிர் வீச்சுக்கள்

பொதுவாக அணுக்களின் உட்கருக்கள் நிலையானவையாகும். ஆனால் சில அணுக்களின் உட்கருக்கள் நிலையற்றவை. நிலையற்ற தன்மையுடைய அணுக்களில் கதிரியக்கம் ஏற்பட்டு அக்கருக்கள் சிதைந்துகொண்டே இருக்கும். இறுதியாக அவை ஈய அணுக்கருவாக மாறும். இதைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தவர் ஹென்றி பெக்கொரல் என்பவர் ஆவர்.

ஒரு காரியப் பாத்திரத்தினுள் ரேடியம் உப்பு வைக்கப்பட்டது 'அப்பாத்திரத்திலுள்ள துவாரத்தின் வழியாக வரும் கதிர்கள் காந்தப்புலத்திற்கு உட்படுத்தப் பட்டது. அப்போது எதிர்பாராத விளைவுகள் ஏற்படுவதை பெக்கொரல் கண்டறிந்தார். அவ்வாறு வெளிவந்த கதிர்கள் மூன்று வகையாக இருப்பதை உணர்ந்தார். ஒருவகை கதிர் காந்த வடபுலத்தால் விலக்கப்பட்டது. மற்றொன்று ஈர்க்கப்பட்டது மூன்றாவது வகை எந்த மாற்றமும் அடையாமல் நேராகச் சென்றது. காந்தப்புலத்தில் விலக்கப் பட்ட கதிர் ஆல்பா கதிர்கள் என்றும், ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்கள் பீட்டா கதிர்கள் என்றும், மாறாது நேராகச் சென்ற கதிர்கள் காமா கதிர்கள் என்றும் அழைக்கப் பட்டன.



ரேடியக் கதிரியக்கம்
படம். 127

ஆல்பா கதிர்கள்

இவற்றை வேகமாக நகரும் ஹீலியம் உட்கரு என்று ரூதர் போர்ட் கூறினார். இவற்றில் இரண்டு புரோட்டான்களும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. மொத்தத்தில் இக்கதிர்கள் நேர் மின்னூட்டம் பெற்றுள்ளன.

பீட்டா கதிர்கள்

இவை மிக வேகமாக செல்லும் சக்தி மிகுந்த எலக்ட்ரான்கள் ஆகும். இவை எதிர்மின்னூட்டம் உடையவை. ஆல்பா கதிர்களை விட ஊடுருவும் தன்மை இக் கதிருக்கு அதிகம்.

காமா கதிர்கள்

இவை எக்ஸ் கதிர்கள் போன்றவை ஆகும். இவற்றை மின் காந்த அலைகள் எனலாம். இவற்றின் அலை நீளம் மிகக் குறைவு. எனவே மற்ற கதிர்களைவிட ஊடுருவும் தன்மை இவற்றிற்கு மிக அதிகம்.

அணுப்பிணைப்பு ஆற்றல்

அணுக்களிலுள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான், எலக்ட்ரான் இவற்றின் நிறையை அளக்க அணுப் பொருண்மை அலகு என்ற அலகு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது $1 \cdot 66 \times 10^{-24}$ கிராம் ஆகும். அணுவின் மொத்த நிறையானது அதிலுள்ள துகள்களின் தனித் தனி நிறைகளின் கூட்டுத் தொகையிலிருந்து வேறுபடுவதை அறிவியல் அறிஞர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். உதாரணமாக ஆக்ஸிஜனிலுள்ள 8 புரோட்டான்கள், 8 நியூட்ரான்கள் இவற்றின் நிறையை கூட்டிவரும் தொகைஆக்ஸிஜன் அணுவின் நிறைக்கு 0·13709 *a.m.u.* அளவுகள் வித்தியாசப்படுகிறது. கணக்கிடப் பட்ட இரும்பு அணுவின் நிறைக்கும், சோதனையில் கண்டறிந்த அணுவின் நிறைக்கும் 0·5288 *a.m.u.* அலகுகள் வித்தியாசம் இருக்கிறது. இதற்கு என்ன காரணம்? நிறை எங்கு வீணாகிறது? இதற்கு விடையாக ஐன்ஸ்டின் (Einstein) என்ற அறிவியல் அறிஞர் நிறையும், ஆற்றலும் ஒரே பண்புடைய வெவ்வேறு வடிவங்கள் என்று கூறினார். இங்கு அணுநிறையில் ஏற்படும் குறைவிற்கு ஏற்ற அளவில் ஆற்றலாக உள்ளது. ஒரே மாதிரியாக மின்னூட்டம் உள்ள புரோட்டான்கள் அணுக்கருவில் அருகருகே இருக்கச் செய்யும் சக்தி இந்த ஆற்றலே ஆகும் என்று கூறினார். புரோட்டான்களைப் பிணைத்து நிற்கும் இவ்வாற்றலை அணுப் பிணைப்பு ஆற்றல் என்கிறோம்.

தெரிந்து கொள்

அணு என்பதற்கு கிரேக்க மொழியில் ஆட்டம் (Atom) என்று பெயர். அச்சொல்லின் பொருள், 'பகுக்க இயலாதது' என்பதாகும். ஆனால் இப்போது அணுவைப் பிளந்து அதிலுள்ள துகள்களை பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் நடந்துள்ளன.

அணுவின் உட்கருவில் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் நிறைந்துள்ளன. அதாவது அது முழுவதும் நேர் மின்னூட்ட முடையது. ஆனால் கதிரியக்கத்தின்போது எவ்வாறு பீட்டா கதிர் (எதிர் மின்னூட்டத் துகள்) உட்கருவிலிருந்து வருகிறது? நியூட்ரான்கள் என்பது தனித்துகள் அல்ல என்பது தற்போதைய முடிவு. அதில் நேர் மின்னூட்டம் உள்ள புரோட்டானும் (p) எதிர்மின்னூட்டம் உள்ள மின் அணு (e) என்ற இரண்டு துகள்கள் இருப்பதாக கூறுகிறார்கள். அதனால் கதிரியக்கத்தின்போது 'e' மின்னணு பீட்டா கதிராக வெளியேறுகிறது. அதனாலேயே பீட்டா கதிரியக்கம் ஏற்பட்ட அணுக்கருவில் முடிவில் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை மிகும்.

நிறையை ஆற்றலாகவும், ஆற்றலை நிறையாகவும் மாற்ற முடியும் என்று ஐன்ஸ்டின் கூறியதோடல்லாமல் அதற்கான சமன்பாட்டை $E=mc^2$ என்று வரையறுத்தார். இதில் E என்பது ஆற்றல், m என்பது பொருளின் நிறை, c என்பது ஒளியின் வேகம் ஆகும்.

வினாக்கள்

1. அணுவின் அமைப்பைப் பற்றி ஆராய்ந்த அறிவியல் அறிஞர்கள் யார்?
2. J. J. தாம்சன் அணுக்கொள்கையை விவரி.
3. தாம்சன் அணுக்கொள்கை நிராகரிக்கப்பட்டது ஏன்?
4. மிகச் சரியான அணு அமைப்பைப் பற்றி உலகுக்கு எடுத்துக்கூறிய அறிவியல் அறிஞர் யார்?
5. அணுவின் மத்தியப் பகுதியில்தான் உட்கரு அமைந்துள்ளது என்ற கருத்தை ரூதர்போர்ட் எவ்வாறு எடுத்துக் காட்டினார்?
6. ரூதர்போர்ட்டின் அணுக்கொள்கையை விவரி.
7. நியூக்கிளியஸ் யாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது?
8. ஹைட்ரஜன் அணு அமைப்பை துல்லியமாக விளக்கிய அறிவியல் அறிஞர் யார்?
9. எலக்ட்ரான் பாதைகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சிகள் செய்த அறிவியல் அறிஞர்கள் யார்?
10. எலக்ட்ரான் கூடுகள் என்றால் என்ன?
11. ஓர் எலட்ரான் கூட்டில் எத்தனை எலக்ட்ரான்கள் இருக்கலாம் என்பதை அறியும் சூத்திரத்தை எழுது.

12. 23 எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட அணுவில் எத்தனை எலக்ட்ரான் கூடுகள் இருக்கும் என்பதை படம் வரைந்து காட்டுக.

13. நியான் அணுவின் படம் வரைந்து காட்டுக.

14. மந்த வாயுகள் ஏன் பிற பொருள்களுடன் வினை புரிவதில்லை ?

15. அணுக்கள் நிலைப்பு தன்மை எப்போது பெறுகின்றன ?

16. நியூட்ரான் யாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது ?

17. நியூட்ரான் துகளைப்பற்றி குறிப்பு எழுது.

18. அணு எண், அணு எடை என்றால் என்ன ?

19. அணுக்கருவின் அமைப்பைப் பற்றி குறிப்பு வரைக.

20. கதிரியக்கத்தைப்பற்றி குறிப்பு வரைக.

21. கதிரியக்கத்தைப் பற்றி ஆராய்ந்த அறிவியல் அறிஞர் யார் ?

22. ஆல்பா கதிர், பீட்டா கதிர், காமா கதிர்—குறிப்பு வரைக.

23. அணுப்பிணைப்பு ஆற்றல்—குறிப்பு வரைக.

பகுதி ஆ. வேதியியல்

1. இணைதிறனும் வேதிவாய்பாடும்

முன்னுரை

சென்ற வகுப்புகளில் நீங்கள் படித்தறிந்தவற்றை நினைவு படுத்திக் கொள்வோம்.

ஜடப்பொருள்களைப் (matter) பொதுவாகத் தனிமங்கள் அல்லது தனிப் பொருள்கள், சேர்மங்கள், கலவைகள் எனும் மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

தனிமங்கள் (Elements)

எம்முறையிலும் மேலும் எளிய பொருளாகப் பிரிக்க இயலாததும், ஒரேவகையான அணுக்களாலானதும், ஒருபடித்தானதுமான அடிப்படைப் பொருள்கள் தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. ஒரு மொழிக்கு எவ்வாறு எழுத்துகள் அடிப்படையாகுமோ அதே போல் அனைத்துப் பொருள்களுக்கும் தனிமங்களே அடிப்படையாகும். இரும்பு, வெள்ளி, ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் புரோமின் ஆகியவை தனிமங்களாகும்.

சேர்மங்கள் (Compounds)

இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட தனிமங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட எடை விகிதத்தில் வேதி முறையில் கூடி உண்டாகும் ஒரு புதிய படித்தான பொருள்கள் சேர்மங்கள் எனப்படும். நீர், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆகியவை சேர்மங்களாகும். எழுத்துகள் கூடி வார்த்தைகள் கிடைப்பது போலத் தனிமங்கள் கூடி சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன.

சேர்மங்களை அதன் பகுதித் தனிமங்களாகப் பிரிக்க இயலும். ஆனால் சேர்மங்களின் பண்புகள் அவற்றிலடங்கிய தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டிருக்கும்.

அணு (Atom)

ஒரு தனிமத்தின் மிகச் சிறிய, வேதி முறைகளால் மேலும் சிதைக்க இயலாத, வேதி வினைகளில் பங்குகொள்ளக் கூடியதும், தனித்து இயங்கும் தன்மையற்றதுமான நுண்ணிய துகள் அணு எனப்படும்.

மூலக்கூறு (Molecule)

ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மிகச் சிறியதும், அதன் பண்புகளைப் பெற்றதும், தனித்து இயங்கும் தன்மையுள்ளதுமான நிலையான துகள் மூலக்கூறு எனப்படும்.

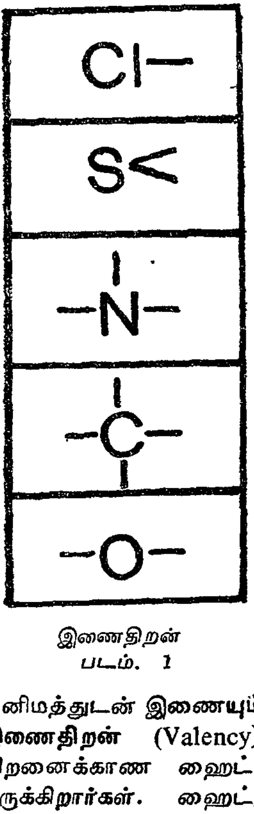
அணுக்கள் கூடி மூலக்கூறுகளை உண்டாக்குகின்றன. மூலக்கூறுகளைச் சிதைத்தால் அணுக்கள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவும் கூடி உண்டாகும் நீரின் மூலக்கூறு H_2O என்று குறிக்கப்படுகிறது. கந்தகத்தின் ஓர் அணு, ஆக்ஸிஜனின் இரண்டு அணுக்களுடன் கூடி உண்டாகும் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு மூலக்கூறு SO_2 எனக்குறிக்கப்படுகிறது. சேர்மத்தின் மூலக்கூறுகளில் அவை எத்தனிமங்களில் இருந்து உண்டாயிற்றோ, அத்தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட முழு எண் விகிதத்தில் அடங்கியிருக்கும்.

ஒரே தனிமத்தின் அணுக்களே ஒன்றுகூடி அத்தனிமத்தின் மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கலாம். ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒன்றுகூடி முறையே H_2, O_2 ஆகிய மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கின்றன. எனவே சேர்மத்தின் மூலக்கூறுகளில், வேறுபட்ட தனிமங்களின் அணுக்கள் உள்ளன. தனிமங்களின் மூலக்கூறுகளில் ஒரே பண்புள்ள அணுக்களே காணப்படுகின்றன.

குளோரின், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் ஆகிய தனிமங்களின் அணுக்கள் ஹைட்ரஜனுடன் கூடி உண்டாகும் சேர்மங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு	HCl
நீர்	H_2O
அம்மோனியா	NH_3
மீத்தேன்	CH_4

மேற்கூறப்பட்ட சேர்மங்கள் அனைத்திலும் ஹைட்ரஜனின் அணுக்கள் வெவ்வேறு தனிமங்களின் அணுக்களோடு வேறுபட்ட விகிதத்தில் கூடுகின்றன என்று தெரிகிறதல்லவா ? மேலும் பல்வேறு தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களோடு கூடுவதில்லை என்பதும் அறியப்படுகிறதல்லவா !



இணைதிறன்
படம். 1

ஹைட்ரஜன் குளோரைடின் ஒரு மூலக்கூறில் ஒரு குளோரின் அணு ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவோடு கூடியுள்ளது. நீரின் ஒரு மூலக்கூறில் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவுடன் கூடியுள்ளன. அம்மோனியா மூலக்கூறு ஒன்றில் மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரு நைட்ரஜன் அணுவுடன் கூடியுள்ளன. மீதேனின் ஒரு கார்பன் அணுவுடன் நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கூடியுள்ளன. இதிலிருந்து ஒவ்வொரு தனிமத்தின் அணுவும் வேறுபட்ட அளவு ஹைட்ரஜன் அணுக்களோடு கூடும் திறன் உடையது என்பது தெரிகிறதல்லவா ? ஒரு தனிமம் மற்றொரு தனிமத்துடன் இணையும்போது காட்டும் திறன் அத்தனிமத்தின் **இணைதிறன்** (Valency) எனப்படும். தனிமங்களின் இணைதிறனைக்காண ஹைட்ரஜனை அடிப்படையாக எடுத்துக்கொண்டிருக்கிறார்கள். ஹைட்ரஜனின் இணைதிறன் ஒன்று என எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. இந்த அடிப்படையில் ஒரு தனிமத்தின் ஓரணுவுடன் கூடும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் இணைதிறன் ஆகும். இக் கருத்தின்படி ஒரு குளோரின் அணுவுடன் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு கூடி ஹைட்ரஜன் குளோரைடு என்ற சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. எனவே குளோரினுடைய இணைதிறன் ஒன்று ஆகும்.

நீர் மூலக்கூறில் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவுடன் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கூடி உள்ளதால் ஆக்ஸிஜனின் இணைதிறன் இரண்டு ஆகும். இதேபோல் நைட்ரஜன், கார்பன் ஆகிய

வற்றின் அணுக்கள் முறையே மூன்று, நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் கூடுவதால் அவற்றின் இணைதிறன்கள் முறையே மூன்று, நான்கு ஆகும்.

தனிமங்களின் அணுக்கள் மற்ற அணுக்களோடு கூடும்போது தான் அவைகளின் இணைதிறன் அறியப்படுகிறது. அவைகள் தனிம நிலையில் இருக்கும்போது இணைதிறன் அறியப்படுவதில்லை.

எல்லாத் தனிமங்களும், முக்கியமாகப் பெரும்பாலான உலோகங்கள், ஹைட்ரஜனோடு கூடுவதில்லை. அத் தனிமங்களின் இணைதிறன்களை ஹைட்ரஜனின் அடிப்படையாகக் கொண்டு காண இயலாது. அவ்வகைத் தனிமங்களின் இணைதிறனை எவ்வாறு காணலாம்? ஹைட்ரஜனோடு இணையாத தனிமங்கள் குளோரினுடன் இணைந்து குளோரைடுகளைத் தருகின்றன. குளோரினின் இணைதிறன் ஒன்று அல்லவா? எனவே குளோரினின் இணைதிறனை அடிப்படையாகக் கொண்டும் தனிமங்களின் இணைதிறன்களை அறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக கீழ்க்கண்ட சேர்மங்களைக் கவனிக்க:

1. சோடியம் குளோரைடு $NaCl$
2. மக்னீசியம் குளோரைடு $MgCl_2$
3. அலுமினியம் குளோரைடு $AlCl_3$

சோடியம் குளோரைடில் சோடியத்தின் ஓர் அணு ஒரு குளோரின் அணுவுடன் கூடி ஒரு மூலக்கூறு சோடியம் குளோரைடு உண்டாவதால் சோடியத்தின் இணைதிறன் ஒன்று ஆகும். இதே போல் மக்னீசியம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகங்களின் ஓர் அணுவுடன் முறையே இரண்டு, மூன்று குளோரின் அணுக்கள் கூடுவதால் அவைகளின் இணைதிறன்கள் முறையே இரண்டு, மூன்று ஆகும். எனவே ஒரு தனிமத்தின் ஓர் அணுவுடன் கூடக்கூடிய குளோரின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் இணைதிறன் எனக் கூறலாமல்லவா?

ஹைட்ரஜன், குளோரின் ஆகிய தனிமங்களின் அணுக்களுடன் கூடாத தனிமங்களின் இணைதிறனை ஆக்ஸிஜனை அடிப்படையாகக் கொண்டு கண்டறிகிறார்கள். நீரினது மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2O விலிருந்து ஆக்ஸிஜனின் இணைதிறன் இரண்டு என்று அறிவீர்கள். இதன்படி ஒரு தனிமத்தின் ஓர் அணு எத்தனை ஆக்ஸிஜன் அணுக்களோடு கூடுகிறதோ அதன்

இருமடங்கு அத்தனிமத்தின் இணைதிறன் ஆகும் எனத் தெரிகிறதல்லவா?

கார்பனின் ஓர் அணு, இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களுடன் கூடி கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு CO_2 மூலக்கூறைக் கொடுக்கிறது. இதில் கார்பனின் இணைதிறன் $2 \times 2 = 4$ ஆகும். இதேபோல் பேரியம் ஆக்ஸைடில் (BaO) பேரியத்தின் இணைதிறன் $1 \times 2 = 2$ ஆகும். அலுமினியம் ஆக்ஸைடில் (Al_2O_3), அலுமினியத்தின் இரண்டு அணுக்கள், மூன்று ஆக்ஸிஜன் அணுக்களுடன் கூடியுள்ளன. எனவே இரண்டு அலுமினியம் அணுக்களின் இணைதிறன் $2 \times 3 = 6$ ஆகும். எனவே ஓர் அலுமினிய அணுவின் இணைதிறன் $6 \div 2 = 3$ ஆகும்.

எனவே ஒரு தனிமத்தின் இணைதிறன் என்பது அத்தனிமத்தின் ஓர் அணுவுடன் கூடும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அல்லது குளோரின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அல்லது ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையின் இருமடங்குஆகும். தனிமங்களின் இணைதிறன்கள் முழு எண்ணாகத்தான் இருக்கும். ஏனெனில் டால்டனின் அணுக் கொள்கைப்படி தனிமங்களின் அணுக்கள் சிறிய முழுஎண்கள் விகிதத்தில் கூடிச் சேர்மங்கள் உருவாகின்றன.

அயனிகளின் இணைதிறன் (Valency of Ions)

அயனி (Ion) என்பது நேர் அல்லது எதிர்மின் சுமை உள்ள அணு அல்லது அணுக்களின் தொகுப்பு ஆகும் என்பதைச் சென்ற வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர்களல்லவா? ஓர் அணுவோ அல்லது அணுத் தொகுப்போ எலக்ட்ரான்களை இழப்பதாலோ அல்லது ஏற்பதாலோ அயனிகள். உருவாகின்றன. சான்றாக சோடியம் அணு ஓர் எலக்ட்ரானை இழந்து சோடியம் அயனி (Na^+) ஆக மாறுகிறது. சல்பேட்டு (SO_4) அணுத்தொகுதி இரண்டு எலக்ட்ரான்களைப் பெற்று SO_4^{-2} என்ற இரண்டு எதிர்மின் சுமையுடைய அயனியாகிறது

அயனிகளின் இணைதிறன் அவற்றின் மின் சுமையைப் பொறுத்து அமைகிறது

சோடியம் அயனி Na^+ ஆகும். இதன் மின் சுமை ஒன்று. இதன் இணைதிறன் ஒன்று. கால்சியம் அயனி Ca^{++} அல்லது Ca^{+2} இன் மின் சுமை இரண்டு. அதன் இணைதிறன் 2 ஆகும். சல்பேட்டு அயனி SO_4^{-2} இன் மின் சுமை 2. அதன்இணை திறன் 2. பாஸ்பேட்டு அயனி PO_4^{-3} இன் மின் சுமை 3. அதன் இணை

திறன் 3 ஆகும். மேற்கண்ட சான்றுகளில் இருந்து ஓர் அயனியின் இணைதிறன் அதன் மின் சுமையின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம் எனத் தெரிகிறதல்லவா ?

மாறுபடும் இணைதிறன் (Variable Valency)

சில தனிமங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இணைதிறனைப் பெற்றுள்ளன. சான்றாக இரும்பின் ஓர் அணு இரண்டு குளோரின் அணுக்களுடன் கூடி $FeCl_2$ என்ற இரும்பு (II) குளோரைடைக் கொடுக்கிறது. இங்கு இரும்பின் இணைதிறன் 2 ஆகும். இரும்பின் ஓர் அணு மூன்று குளோரின் அணுக்களுடன் கூடி $FeCl_3$ என்ற இரும்பு (III) குளோரைடு உண்டாகிறது. இதில் இரும்பின் இணைதிறன் 3 ஆகும். இதேபோல் பாஸ்பரஸ் குளோரினுடன் கூடி பாஸ்பரஸ் (III) குளோரைடு (PCl_3), பாஸ்பரஸ் (V) குளோரைடு (PCl_5) சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. எனவே பாஸ்பரத்தின் இணைதிறன்கள் 3,5 ஆகும். தாமிரம் (1,2), வெள்ளீயம் (2,4), ஆர்சனிக் (3,5) ஆகியவை மாறுபடும் இணைதிறனுள்ள வேறு சில தனிமங்கள் ஆகும்.

சில தனிமங்கள், அயனிகள் ஆகியவற்றின் இணைதிறன்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தனிமங்கள்

இணைதிறன் 1	இணைதிறன் 2	இணைதிறன் 3
ஹைட்ரஜன் (H)	ஆக்ஸிஜன் (O)	நைட்ரஜன் (N)
குளோரின் (Cl)	கந்தகம் (S)	பாஸ்பரஸ் (P)
புரோமின் (Br)	மக்னீசியம் (Mg)	அலுமினியம் (Al)
அயோடின் (I)	கால்சியம் (Ca)	இரும்பு (Fe)
சோடியம் (Na)	தாமிரம் (Cu)	
பொட்டாசியம் (K)	இரும்பு (Fe)	
வெள்ளி (Ag)	துத்தநாகம் (Zn)	
தாமிரம் (Cu)	வெள்ளீயம் (Sn)	
	காரீயம் (Pb)	

இணைதிறன் 4	இணைதிறன் 5	இணைதிறன் 6
கார்பன் (C)	நைட்ரஜன் (N)	கந்தகம் (SO_3 இல்) (S)
சிலிக்கன் (Si)	பாஸ்பரஸ் (P)	
கந்தகம் (SO_2 இல்) (S)		
வெள்ளீயம் (Sn)		
காரீயம் (Pb)		

அயனிகள்

இணைதிறன் 1	இணைதிறன் 2	இணைதிறன் 3
பைகார்பனேட்டு (HCO_3)	கார்பனேட்டு (CO_3)	பாஸ்பேட்டு (PO_4)
பைசல்பைட்டு (HSO_3)	சல்பேட்டு (SO_4)	
பைசல்பேட்டு (HSO_4)	சல்பைட்டு (SO_3)	
ஹைட்ராக்ஸைடு (OH)	தயோசல்பேட் (S_2O_3)	
குளோரேட்டு (ClO_3)	குரோமேட்டு ($Cr O_4$)	
நைட்ரேட்டு (NO_3)	டைகுரோமேட்டு (Cr_2O_7)	
பர்மாங்கனேட்டு (MnO_4)	மாங்கனேட்டு (MnO_4)	
அம்மோனியம் (NH_4)	சல்பைடு (S)	
குளோரைடு (Cl)	ஆக்ஸைடு (O)	

தனிமங்கள், அயனிகள், அயனி உறுப்புகள் ஆகியவற்றின் இணைதிறன்கள் தெரிந்தால் அவைகளின் சேர்மங்களின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளை எளிதில் எழுதலாம்.

மூலக்கூறு வாய்பாடு (Molecular Formula)

ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறு ஒன்றில் அடங்கியுள்ள அணுக்கள் அயனிகள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கையைக் குறியீடுகளால் காட்டும் அமைப்பு மூலக்கூறு வாய்பாடு எனப்படும்.

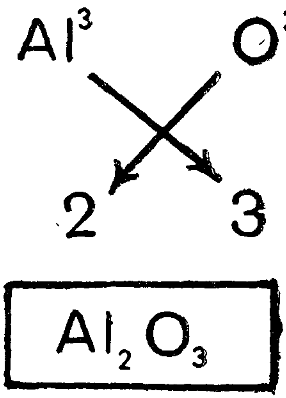
நீரின் மூலக்கூறு வாய்பாடு HO_2 ஆகும். இதன் பொருள் என்ன? நீரின் ஒரு மூலக்கூறில் ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் உள்ளன. மேலும் நீரின் மூலக்கூறில் இரண்டு

ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவும் கூடியுள்ளன என்று தெரிகிறது.

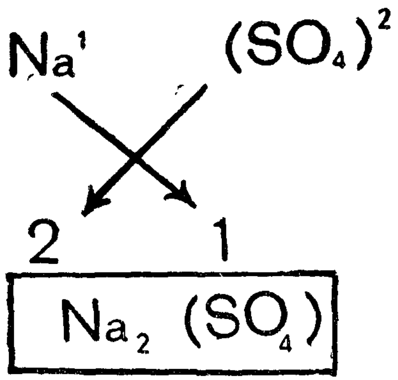
மூலக்கூறு வாய்பாடு எழுதும் முறை

சான்று 1 : அலுமினியம் ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை எழுதவேண்டும் என்று கொள்வோம்.

முதலில் அலுமினியம் (Al), ஆக்ஸிஜன் (O) இவைகளின் குறியீடுகளை அடுத்தடுத்து பக்கத்தில் எழுதவேண்டும். அலுமினியத்தின் இணைதிறன் 3. ஆக்ஸிஜனின் இணைதிறன் 2. அவற்றின் இணைதிறன்களை அவற்றின் குறியீட்டின் மேல் வலப் பக்கத்தில் மூலையில் எழுத வேண்டும். பிறகு இந்த இணை திறன் எண்களை படத்தில் காட்டிய படி 'குறுக்காக இடமாற்றம் செய்ய வேண்டும். அதாவது அலுமினியத்தின் இணைதிறன் 3 ஐ ஆக்ஸிஜனின் கீழாகவும், ஆக்ஸிஜனின் இணைதிறன் 2 ஐ அலுமினியத்தின் கீழாகவும் மாற்றி அமைக்க வேண்டும். அப்போது அலுமினியம் ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு Al_2O_3 எனக் கிடைக்கும்.



படம். 2
மூலக்கூறு வாய்பாடு
எழுதும் முறை

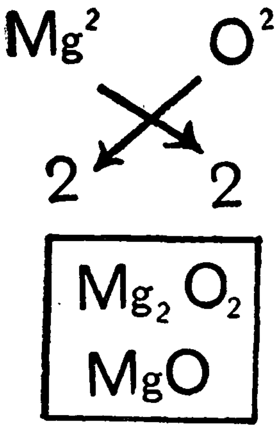


சோடியம் சல்பேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை வருவித்தல்
படம். 3

எடுத்துக் காட்டு 2

சோடியம் சல்பேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டினை மேலே கண்ட முறையில் கண்டறியலாம். சோடியம் சல்பேட்டு சேர்மம் சோடியம், சல்பேட்டு என்ற இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டது. சோடியத்தின் இணைதிறன் 1. சல்பேட்டின் இணைதிறன் 2. (அ) முதலில் சோடியம்,

சல்பேட்டு ஆகியவற்றின் குறியீடுகளை அடுத்தடுத்து பக்கத்தில் எழுது. (ஆ) பிறகு அவற்றின் இணைதிறன்களைக் குறியீடுகள் மேல் வலது மூலையில் முறையே 1, 2 என எழுது. (இ) பிறகு இந்த இணைதிறன் எண்களைப் படத்தில் காட்டியவாறு குறுக்காக மாற்றி எழுது. (ஈ) இப்போது சோடியம் சல்பேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாடு Na_2SO_4 எனக் கிடைக்கிறது.



மக்னீசியம் ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை வருவித்தல்
படம். 4

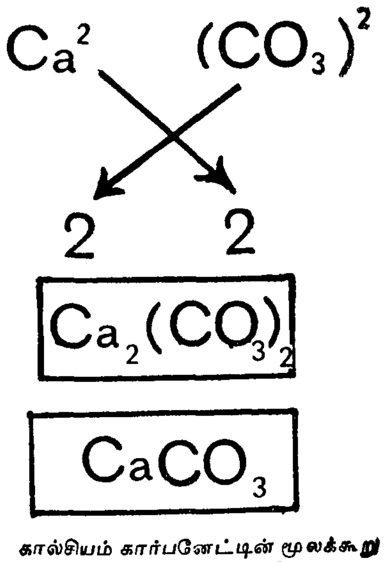
சேர்மங்களில் அடங்கியுள்ள பகுதிகளின் இணைதிறன்கள் சமமாக இருந்தால் அவற்றை மாற்றியமைக்காமல் குறியீடுகளையே மூலக்கூறு வாய்பாடாகக் கொள்ளலாம்.

எடுத்துக் காட்டு 1

மக்னீசியம் ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு எழுத மேற்கூறிய முறைப்படி கீழ்கண்டவாறு எழுத வேண்டும். இங்கு மக்னீசியம், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் இணைதிறன்கள் சம மதிப்பு உள்ளனவாக இருப்பதால், இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடை Mg_2O_2 என்று எழுதாமல் பொது எண்ணாகிய 2ஆல் வகுத்து MgO என்று எழுதுகிறோம்.

எடுத்துக் காட்டு 2

கால்சியம் கார்பனேட்டு
Ca இன் இணைதிறன் 2
CO_3 இன் இணைதிறன் 2



கால்சியம் கார்பனேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை வருவித்தல்
படம். 5.

கால்சியம் கார்பனேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $CaCO_3$ ஆகும்.

சில சேர்மங்களின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

பொருள்	முறை	வாய்பாடு
1. சோடியம் குளோரைடு	Na^{1} Cl^{1} ⤫ 1 1	$NaCl$
2. காரீய அயோடைடு	Pb^{2} I^{1} ⤫ 1 2	PbI_2
3. கால்சியம் பாஸ்பேட்டு	Ca^{2} $(PO_4)^{3}$ ⤫ 3 2	$Ca_3(PO_4)_2$
4. இரும்பு (III) சல்பேட்டு	Fe^{3} $(SO_4)^{2}$ ⤫ 2 3	$Fe_2(SO_4)_3$
5. அலுமினியம் குளோரைடு	Al^{3} Cl^{1} ⤫ 1 3	$AlCl_3$

படம். 6

மூலக்கூறு வாய்பாட்டிலிருந்து அறிவது என்ன ?

1. சேர்மத்தில் அடங்கியுள்ள தனிமங்களையும், அவற்றின் குறியீடுகளையும் காட்டுகிறது.
2. அச்சேர்மத்திலுள்ள தனிமங்களின் விகிதத்தைக் காட்டுகிறது.
3. சேர்மத்தின் ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள தனிமங்களின் எடையைக் காட்டுகிறது.
4. சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடையைக் கணக்கிட உதவுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

கந்தக-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு SO_2 இதிலிருந்து

(1) கந்தக-டை-ஆக்ஸைடில் கந்தகம், ஆக்ஸிஜன் கூடியுள்ளது என்றும், கந்தகத்தின் குறியீடு S, ஆக்ஸிஜன் குறியீடு O எனவும் அறிகிறோம்.

(2) ஒரு கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு மூலக்கூறில் கந்தகம், ஆக்ஸிஜன் 1 : 2 என்ற விகிதத்தில் எடைப்படி கூடியுள்ளன என அறிகிறோம்.

(3) கந்தகத்தின் அணு எடை 32. ஆக்ஸிஜனின் அணு எடை 16. எனவே கந்தக-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு எடை $32+(2\times16)=64$ ஆகும்.

வேறுபட்ட தனிமங்களின் அணுக்கள் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் உண்மையிலேயே கூடிச் சேர்மங்கள் உண்டானால் அவைகளுக்கு மூலக்கூறுக்கு குறியீடு எழுதலாம். ஆனால் தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒன்றொடொன்று கூடாத நிலையில் இருந்தால் அவ்வகைத் தனிமங்களைக் கொண்ட சேர்மங்கள் இருப்பதாக ஊகம் செய்துகொண்டு மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் எழுதக்கூடாது.

வினாக்கள்

1. இலக்கணம் தருக : தனிமம், சேர்மம்.
2. அணு, மூலக்கூறு என்றால் என்ன ?
3. அணுக்களுக்கும், மூலக்கூறுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு என்ன ?

4. கந்தக (III) ஆக்ஸைடில், கந்தகத்தின் இணைதிறன் எவ்வளவு ?

5. பின்வரும் சேர்மங்களின் மூலக்கூறு வாய்பாடு தருக :

    (அ) கால்சியம் சல்பேட்டு

    (ஆ) மக்னீசியம் பாஸ்பேட்டு

    (இ) பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டு

    (ஈ) தாமிர (II) கார்பனேட்டு

6. கீழ்க்காணும் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளின் அடியிக் கோடிட்ட தனிமங்கள், அணுத்தொகுதிகளின் இணை திறன்களை எழுதுக.

    $\underline{Cu}Cl_2$, $\underline{P}H_3$, $\underline{Al}_2(SO_4)_3$, $\underline{Ba}O$, $Ca(\underline{NO_3})_2$,

    $Ca_3(\underline{PO_4})_2$, $Fe_2(\underline{SO_4})_3$, $Ca\underline{CO_3}$

7. மூலக்கூறு வாய்பாட்டின் முக்கியத்துவத்தைக் கூறுக.

8. H_2O என்பதிலிருந்து அறிவதென்ன ?

9. தனிமத்தின் இணைதிறன் என்றால் என்ன ?

10. அயனிகள் என்றால் என்ன ?

11. அயனிகளின் இணைதிறன் எவ்வாறு கணக்கிடப்படுகிறது ?

12. மாறுபடும் இணைதிறன்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

13. சோடியம் குளோரைடின் மூலக்கூறு எடையைக் கணக்கிடுக.

(Na = 23, Cl = 35·45)

தெரிந்துகொள்

1. மந்தவாயுக்களைப் போன்ற நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற, ஓர் அணு இழக்கும் அல்லது ஏற்கும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதன் இணைதிறன் ஆகும்.

2. ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான் ஆகிய மந்த வாயுக்கள் பூரித நிலையில் நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஹீலியம் அதன் வெளிக்கூட்டில் 2 எலக்ட்ரான்களையும், மற்றவை வெளிக்கூட்டில் 8 எலக்ட்ரான்களையும், கொண்டுள்ளன. எனவே மந்த வாயுக்கள் மற்ற தனிமங்களுடன் வினை புரிவதில்லை.

3. மாறுபடும் இணைதிறன் உள்ள தனிமங்களில் உயர்ந்த இணைதிறன் நிலையைக் குறிக்க 'இக்' (ic) என்ற விகுதியையும், குறைந்த இணைதிறனைக் குறிக்க 'அஸ்' (ous) என்ற விகுதியையும் தனிமத்தின் பெயரோடு சேர்த்துக் கூறுவார்கள்.

பெர்ரஸ் குளோரைடு $FeCl_2$

பெர்ரிக் குளோரைடு $FeCl_3$

2. வேதிச் சமன்பாடுகள்

வேதிச் சமன்பாடு

தனிமங்கள், சேர்மங்கள் ஆகிய பொருள்கள் இணைந்தோ அல்லது சிதைந்தோ புதிய பொருள்கள் உண்டானால் அம்மாற்றம் வேதிமாற்றம் என்றும், அவ்வினை வேதிவினை என்றும் நீங்கள் அறிவீர்கள். இவ்வாறே வினைகளைச் சுருக்கமான முறையில் தெரிவிப்பது சமன்பாடாகும். எடுத்துக்காட்டாக கார்பன் காற்றில் எரிந்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாகும். கார்பன் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது. வேதியியலில் இவ்வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் வடிவத்தில் குறிக்கலாம்:

கார்பன் + ஆக்ஸிஜன் → கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு

இவ்வாறு தனிமங்கள், சேர்மங்கள் ஆகியவற்றின் பெயர்களை எழுதிக் காட்டுவதற்குப் பதில் அவற்றின் குறியீடுகள், மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி எழுதலாம்:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

சுண்ணாம்புக் கல்லை நன்கு சூடாக்கினால், சுட்ட சுண்ணாம்பும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் உண்டாகும். சுண்ணாம்புக் கல்லின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $CaCO_3$. சுட்ட சுண்ணாம்பின் மூலக்கூறு வாய்பாடு CaO. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு CO_2. இவ்வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் வடிவில் குறிக்கலாம்.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

இவ்வேதி வினையில் பங்குபெறும் பொருள் கால்சியம் கார்பனேட் ஆகும். இதை வினைபடுபொருள் (reactant) என்பர். வேதி வினையின் விளைவாகத் தோன்றும் பொருள்கள் கால்சியம் ஆக்ஸைடும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் ஆகும். இவை வினைவிளை பொருள்கள் (products) எனப்படும்.

இதேபோல் ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி நீர் உண்டாகும்.

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

இவ்வேதி வினையில் ஹைட்ரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் வினைபடு பொருள்கள் ஆகும். நீர் வினைவிளைபொருள் ஆகும்.

வேதிச் சமன்பாட்டில் வினைபடு பொருள்களின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை இடப்பக்கத்திலும், வினைவிளை பொருள்களின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டை வலப்பக்கத்திலும் குறிக்க வேண்டும். இவற்றிற்கிடையே வலப்பக்கம் நோக்கிய அம்புக்குறியை எழுத வேண்டும். அம்புக்குறி, 'தருகிறது' அல்லது 'உருவாகிறது' என்ற பொருளைக் குறிக்கிறது.

ஒரு வேதி வினையில் ஈடுபடும் பொருள்கள், வினையின் விளைவாகத் தோன்றும் பொருள்கள், ஆகியவற்றைக் குறியீடுகள் (symbols), மூலக்கூறு வாய்ப்பாடுகள் (molecular formulae), குறிகள் (signs) ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி எழுதிக்காட்டுவது வேதிச் சமன்பாடு எனப்படும்.

வேதிச் சமன்பாட்டை எழுதும் முறை

ஒரு வேதி வினையைக் குறிக்கும் வேதிச் சமன்பாட்டினைச் சரியாக எழுத, பின்வருவன தெரியவேண்டும் : (அ) வேதிவினை உண்மையில் நிகழக்கூடியதா என்பதை அறிதல் வேண்டும். உண்மையில் நிகழும் வேதி வினைகளுக்கே சமன்பாடு எழுத வேண்டும். (ஆ) வினைபடுபொருள்கள், வினையினால் உண்டாகும் வினை விளைபொருள்கள் ஆகியவற்றின் பெயர்களும், மூலக்கூறு வாய்பாடுகளும் நன்கு தெரிந்திருக்கவேண்டும்.

மேற்கண்ட குறிப்புகளிலிருந்து பின்வரும் முறையில் வேதிச் சமன்பாட்டை எழுதவேண்டும் :

(அ) முதலில் வினையைக் குறிக்கும் சமன்பாட்டினை சொற்களால் எழுதவேண்டும்.

(ஆ) வினைபடுபொருள்கள், வினைவிளைபொருள்கள் ஆகியவற்றின் குறியீடுகள், மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் ஆகியவற்றை உபயோகித்துச் சமன் செய்யப்படாத சமன்பாட்டை எழுத வேண்டும்.

(இ) சமன்பாட்டில் ஒவ்வொரு வகை அணுக்களின் எண்ணிக்கையும், அம்புக்குறிக்கு இருபுறமும் சமமாக இருக்கும்படி தகுந்த

எண்களால் ஒவ்வொரு வாய்பாட்டினையும் பெருக்கிச் சமன் செய்யவேண்டும். ஏன்? வேதிச் சமன்பாடு 'பொருளின் அழியாத்தன்மை விதி'யின் அடிப்படையில் எழுதப்படுகிறது. இதன்படி வேதிவினை நிகழும் பொழுது வினைப்படும் பொருள்களின் மொத்த எடையும், விளையும் பொருள்களின் மொத்த எடையும் சமமாக இருத்தல் வேண்டும். வேதிவினையின் பொழுது பொருள்களில் உள்ள அணுக்கள் இடம் மாறி அமைகின்றனவேயொழிய பொருள் ஆக்கப்படுவதோ அல்லது அழிக்கப் படுவதோ இல்லை.

(ஈ) விளைபொருள்கள் வாயுப்பொருள்களாக இருந்தால் அதன் பக்கத்தில் மேல் நோக்கி ஓர் அம்புக்குறியும் (↑) யும், வீழ்படிவாக இருந்தால் அதன் பக்கத்தில் கீழ்நோக்கி ஓர் அம்புக் குறியும் (↓) இடவேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 1

நீரை மின்னாற்பகுத்தால் அது, ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் எனச் சிதைவடையும். நீர் வினைபடுபொருள். ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய இரண்டும் வினைவிளை பொருள்கள். இந்த வினைக்கான சமன்பாட்டினைச் சொற்களால் கீழே காட்டப் பட்டபடி எழுதலாம்:

$$\text{நீர்} \xrightarrow{\text{மின்னாற் பகுத்தல்}} \text{ஹைட்ரஜன்}\uparrow + \text{ஆக்ஸிஜன்}\uparrow$$

நீரின் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2O. ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் முறையே H_2, O_2 ஆகும். எனவே மேற்கண்ட சமன்பாட்டினைக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்:

$$H_2O \rightarrow H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

இது ஒரு சமன் செய்யப்படாத சமன்பாடு ஆகும். ஏனெனில் இதன் இருபுறமும் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருப்பினும் ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இல்லை. இப்பொழுது H_2O க்கு முன் 2 என்ற எண்ணைப் போட்டால் (அதாவது 2ஆல் பெருக்கினால்) இரு புறமும் உள்ள ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாகும்.

$$2H_2O \rightarrow H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

ஆனால் ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இராது. இருபுறமும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்க வலப்புறத்தில் ஹைட்ரஜன் முன் 2 என்ற எண்ணை இடவேண்டும்.

அதாவது

$$2H_2O \rightarrow 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

இச்சமன்பாட்டில் இருபுறமும் 4 ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், 2 ஆக்ஸிஜன் அணுக்களும் உள்ளன. இச்சமன்பாடு சமன் செய்யப் பட்ட சமன்பாடு ஆகும். ஏனெனில் இருபுறமும் ஹைட்ரஜனின் அணுக்களின் எண்ணிக்கையும், ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக உள்ளன. இதிலிருந்து பொருண்மை அழியாவிதி நிரூபிக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக் காட்டு 2

பொட்டாசியம் குளோரேட்டைச் சூடு செய்தால் பொட்டாசியம் குளோரைடும், ஆக்ஸிஜனும் உண்டாகின்றன.

$$KClO_3 \rightarrow KCl + O_2\uparrow$$

இச்சமன்பாடு பொட்டாசியம், குளோரின் ஆகியவற்றில் சமன் அடைந்திருக்கிறது. இச் சமன்பாட்டில் இடப்புறம் மூன்று ஆக்ஸிஜன் அணுக்களும், வலப்புறம் இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களும் உள்ளன.

$$KClO_3 \rightarrow KCl + O_2\uparrow$$

ஆக்ஸிஜனைச் சமன் செய்யச் சமன்பாட்டைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம் :

$$KClO_3 \rightarrow KCl + 1\tfrac{1}{2} O_2\uparrow$$

$1\frac{1}{2}$ ஆக்ஸிஜனை முழு எண்ணாகச் செய்ய சமன்பாடு முழு வதையும் இரண்டால் பெருக்கவேண்டும்.

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2\uparrow$$

எடுத்துக்காட்டு 3

பாதரச (II) ஆக்ஸைடைச் சூடுபடுத்தியவுடன் அது சிதைவுற்று பாதரசத்தையும், ஆக்ஸிஜனையும் கொடுக்கிறது. $HgO \xrightarrow{\Delta} Hg + O_2$. முதலில் ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைச் சமன்செய்யவும். $2\,HgO \xrightarrow{\Delta} Hg + O_2$ பின்பு பாதரச அணுக்களின் எண்ணிக்கையைச் சமன் செய்யவும். $2\,HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$. இவ்வினைகளில் ஆக்ஸிஜன் வாயு உண்டாகிறது. வாயு என்பதைக் காட்ட அதன் பக்கத்தில் மேல் நோக்கிய அம்புக்குறி ஒன்றை எழுதவும்.

$$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$$

வேதிச் சமன்பாட்டிலிருந்து அறிவன

(அ) வேதிவினையில் ஈடுபடும் வினைபடுபொருள்களையும், வினைவிளை பொருள்களையும் அறியலாம்.

(ஆ) வினைபடுபொருள்கள், வினை விளைபொருள்கள் ஆகியவற்றின் குறியீடுகள், மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் ஆகியவற்றை அறியலாம்.

(இ) வினைபடுபொருள்கள், வினைவிளை பொருள்கள் ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு விகிதங்களை அறியலாம்.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \uparrow$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறும், ஒரு குளோரின் மூலக்கூறும் சேர்ந்து இரண்டு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன என்பது தெரிகிறது.

(ஈ) வினைபடுபொருள்கள், வினைவிளைபொருள்கள் ஆகியவற்றின் எடை விகிதத்தினை அறியலாம்.

(உ) வினையின் விளைவாக ஏதேனும் வாயுக்கள் தோன்றினால் அவற்றின் பருமனளவை அறியலாம்.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து அறிவன :

(அ) கார்பன் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.

(ஆ) கார்பனின் குறியீடு C; ஆக்ஸிஜனின் மூலக்கூறு வாய்பாடு O_2. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு CO_2 என அறியலாம்.

(இ) கார்பனின் அணு எடை 12; ஆக்ஸிஜனின் மூலக்கூறு எடை $= 2 \times 16 = 32$; எனவே எடைப்படி 12 பங்கு கார்பன், 32 பங்கு ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி $12 + 32 = 44$ பங்கு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது என அறியலாம். அதாவது கார்பனும் ஆக்ஸிஜனும் எடைப்படி $12 : 32 = 3 : 8$ என்ற விகிதத்தில் கூடுகின்றன.

வேதிச்சமன்பாட்டின் குறைகள்

சமன் செய்யப்பட்ட சமன்பாடுகள் பலவித முக்கியமான தகவல்களை அளித்தாலும் அவற்றில் சில குறைபாடுகளும் உள்ளன. சமன்பாடுகளினால் விளக்கப்படாத சில விவரங்களும் உள்ளன.

(அ) சமன்பாடு, வினை நன்கு நடைபெறுவதற்கு வேண்டிய வெப்பநிலை, அழுத்தம், வினை வேக மாற்றி போன்ற சூழ்நிலைகளின் விளைவுகளைப் பற்றி எதுவும் கூறுவதில்லை.

(ஆ) வினையில் பங்குபெறும் பொருள்கள் திண்ம, நீர்ம, வாயு போன்ற நிலைகளில் எந்நிலையில் உள்ளன என்பதைப்பற்றி விளக்குவதில்லை.

(இ) வினை சூடாக்குவதால் நிகழ்கின்றதா அல்லது குளிரச் செய்வதால் நிகழ்கின்றதா என்பதைக் காட்டுவதில்லை. வினையின்போது வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது அல்லது உட்கொள்ளப்படுகிறது போன்ற தகவல்களை அளிப்பதில்லை.

(ஈ) வினை முற்றுப்பெறுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் காலத்தைப்பற்றி எதுவும் தெரிவதில்லை.

(உ) வேதிவினை மீள்தன்மையுடையதா அல்லது மீள் தன்மை அற்றதா என்பது அறியப்படுவதில்லை.

இக்குறைகளைச் சரி செய்வதற்காகக் கீழ்க்காணும் வழிகள் பின்பற்றப்படுகின்றன :

(அ) விளைபொருள்கள் வாயுக்களாக இருந்தால் அவற்றிற்குப் பக்கத்தில் மேல் நோக்கி அம்புக்குறி (↑) இடப்படுகின்றது.

எடுத்துக்காட்டு

$$C + O_2 \rightarrow CO_2\uparrow$$

(ஆ) வேதிவினையின் விளைவாகக் கரையாத வீழ்படிவு தோன்றினால் கீழ் நோக்கி இருக்கும் அம்புக்குறி (↓) இடப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு

$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu\downarrow$$

(இ) வெப்பமடையச் செய்வதால் வினை நிகழ்கிறது என்றால் அம்புக்குறிக்குமேல் △ என்னும் குறி இடப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2\uparrow$$

பொருள்கள் திண்ம நிலையில் உள்ளனவா அல்லது நீர்ம நிலையில் உள்ளனவா என்பது கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கப்படும் :

எடுத்துக்காட்டு

$$\underset{(s)}{C} + \underset{(g)}{O_2} \xrightarrow{\Delta} \underset{(g)}{CO_2}\uparrow$$

$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu\downarrow$$
$$(s) \quad (l) \quad\quad (l) \quad (s)$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளில் 's' என்பது திண்ம நிலையையும் 'g' என்பது வாயு நிலையையும் 'l' என்பது நீர்ம நிலையையும் குறிக்கும்.

$$\underset{(s)}{C} + \underset{(g)}{O_2} \longrightarrow \underset{(g)}{CO_2}\uparrow \quad + 394\ KJ$$

$$\underset{(s)}{2C} + \underset{(g)}{2H_2} \longrightarrow \underset{(g)}{C_2H_4}\uparrow - 52\ KJ$$

இவ்விரு சமன்பாடுகளிலும் வினை விளைபொருள்களின் நிலைகளும், வினை நிகழும் போது வெப்பம் உமிழப் படுகிறதா அல்லது வெப்பம் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகிறதா என்று காட்டப்பட்டுள்ளன.

வேதிச் சமன்பாடு ஒரு குறிப்பிட்ட எடை உள்ள பொருளை உருவாக்க எவ்வளவு வினைபடு பொருள்கள் தேவை என்பதையும், ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள வினை படுபொருள்கள் எவ்வளவு வினைவிளை பொருளைத் தரும் என்பதையும் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது.

சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திய கணக்குகள்

(1) 10 கிராம் கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சூடாக்கினால் எவ்வளவு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு கிடைக்கும் ?

தீர்வு

கால்சியம் கார்பனேட்டை சூடாக்கினால் அது கால்சியம் ஆக்சைடாகவும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடாகவும் சிதையும்.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2\uparrow$$

கால்சியம் கார்பனேட்டின் மூலக்கூறு எடை

Ca	C	O_3	$CaCO_3$

$40 + 12 + (3 \times 16) = 100$

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு எடை

$C \quad O_2 \quad CO_2$

$12 + (2 \times 16) = 44$

∴ 100 கிராம் கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சூடாக்கினால் கிடைக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு = 44 கிராம்.

∴ 10 கிராம் கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சூடாக்கினால் கிடைக்கும் கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு

$= \frac{44}{100} \times 10 = 4{\cdot}4$ கிராம்.

(2) 20 கிராம் ஆக்ஸிஜனைக் கொடுக்கும் பொட்டாசியம் குளோரேட்டின் எடையைக் கணக்கிடுக.

இவ்வினையின் சமன் செய்த சமன்பாடு

$$2\,KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2 \uparrow$$

$2\,[39 + 35.5 + (3 \times 16)]$ கி $\rightarrow (6 \times 16)$ கி $= 245$ கி $\rightarrow 96$ கி

96 கி. ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுவதற்குத் தேவையான $KClO_3 = 245$ கி

∴ 20 கி ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுவதற்கு வேண்டிய

$KClO_3$ ன் எடை $= \frac{245}{96} \times 20$

$= 51{\cdot}04$ கி

வினாக்கள்

1. வேதிமாற்றம் என்றால் என்ன ?
2. வினைபடு பொருள்கள், வினைவிளை பொருள்கள் என்றால் என்ன?
3. வேதிச் சமன்பாடு என்றால் என்ன ?
4. வேதிச் சமன்பாட்டில் பின்வரும் குறிகள் எதைக் குறிக்கின்றன ? $\rightarrow$, $\uparrow$, $\downarrow$, Δ.
5. பொருண்மை அழியாவிதி வேதிச் சமன்பாடுகளைச் சமன் செய்ய எவ்வாறு உதவுகிறது ?
6. சமன் செய்யப்பட்ட சமன்பாடு என்றால் என்ன ?

7. வேதிச் சமன்பாட்டிலிருந்து அறிவன யாவை ?

8. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$. இச்சமன்பாட்டிலிருந்து அறிவன யாவை ?

9. வேதிச்சமன்பாட்டின் குறைகள் யாவை ?

10. கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளைச் சமன் செய்க

(அ) $KNO_3 \rightarrow KNO_2 + O_2$

(ஆ) $HNO_3 \rightarrow H_2O + NO_2 + O_2$

(இ) $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$

(ஈ) $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$

(உ) $P + Cl_2 \rightarrow PCl_5$

(ஊ) $Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO + NO_2 + O_2$

(எ) $Fe + HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

(ஏ) $Cu + AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Ag$

11. கீழ்க்கண்ட வேதி வினைகளுக்குச் சமன்பாடு தருக

(அ) மக்னீசியம் ஆக்ஸிஜனில் எரிதல்

(ஆ) ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்து நீர் உருவாதல்

(இ) சுண்ணாம்புக் கல்லைச் சூடாக்குதல்

(ஈ) ஹைட்ரஜனும், கந்தகமும் கூடி ஹைட்ரஜன் சல்பைடு உருவாதல்

12. ஒரு கிராம் கந்தகம் முற்றிலும் எரிந்து கிடைக்கும் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடின் எடையைக் கணக்கிடுக.

13. 2·44 கிராம் பொட்டாசியம் குளோரேட்டைச் சூடாக்கினால் கிடைக்கும் ஆக்ஸிஜனின் எடையைக் கணக்கிடுக.

14. 72 கிராம் நீரை உருவாக்க எவ்வளவு ஆக்ஸிஜனும் ஹைட்ரஜனும் தேவை ?

3. வேதிக் கூடுகை விதிகள்

பொருள்கள் எல்லா நிலைகளிலும் ஒன்றோடொன்று கூடி அல்லது சிதைந்து வேதி மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. தனிமங்கள் இணைந்து பல சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு சேர்மங்கள் உண்டாகும் வினைகளும், ஒரு சேர்மம் மற்றொரு சேர்மமாக மாற்றப்படும் வினைகளும் பல உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு நிகழ்கின்றன.

வேதி மாற்றம் நிகழ்கையில் வினையில் ஈடுபடும் பொருள்கள் எந்த எடை விகிதத்தில் கூடுகின்றன? இக்கூடுகை நிகழ்கையில் வினைபடும் பொருள்களின் எடையில் ஏதேனும் மாற்றம் ஏற்படுகிறதா? இத்தகைய வினாக்களுக்குரிய விடைகளையும், வேதி வினைகள் நிகழும்போது அவைகள் எந்த அடிப்படையில் நடக்கின்றன என்பதையும் வேதிக்கூடுகை விதிகள் 'Laws of Chemical Combination' நன்கு விளக்குகின்றன. அவை யாவன:

1. பொருண்மை அழியாவிதி (Law of Conservation of Mass)
2. மாறா விகித விதி (Law of Definite Proportions)
3. மடங்கு விகித விதி (Law of Multiple Proportions)
4. தலைகீழ் விகித விதி (Law of Inverse Proportions)
5. வாயுக்களின் கூடுகை பருமனளவு விதி (Law of Combining Volumes)

இவற்றில் முதல் நான்கு விதிகளும் பொருள்களின் எடையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. ஐந்தாவது மட்டும் வாயுக்களின் பருமனளவு அடிப்படையாகக் கொண்டது. இவற்றில் முதல் மூன்று விதிகள் பற்றி அறிந்துகொள்வோம்.

1. பொருண்மை அழியா விதி (Law of Conservation of Mass)

'வேதி மாற்றம் நிகழும்போது உருவாகும் வினைப் பொருள்களின் மொத்தப் பொருண்மை, வேதி மாற்றத்தில் ஈடுபட்ட வினைபடு பொருள்களின் மொத்த பொருண்மைக்குச் சமம்'

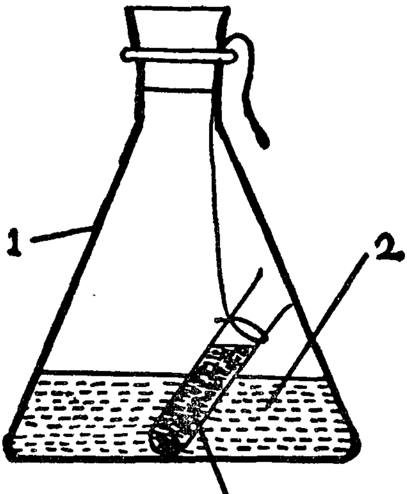
லவாய்சியர் என்ற விஞ்ஞானி முதலில் 1789 ஆம் ஆண்டில் இவ்விதியை வெளியிட்டார். இவ்விதியின்படி ஒரு வேதிவினை நிகழும்போது நிறை உண்டாக்கப்படுவதும் இல்லை, அழிக்கப்

படுவதும் இல்லை. பொருள்கள் மாறுபட்ட இடங்களைப் பெறு கின்றன. வினைபடும் பொருள்கள் வினைவிளையும் பொருள் களாக மாற்றப்படுகின்றன. ஆனால், வினையின் முடிவில் கிடைக்கும் பொருள்களின் மொத்த நிறை தொடக்க நிறைக்குச் சமமாகவே இருக்கிறது.

லவாய்சியர்
படம். 6-A

ஆய்வு விளக்கம்

250 மில்லி லிட்டர் கொள்ளளவு உள்ள ஒரு கூம்புக் குடுவையில் 50 மிலி. நீர்த்த காரீய நைட்ரேட் கரைசலை எடுத்துக்கொள். ஒரு சிறிய ஆய்வுக் குழாயில் சுமார் பாதி அளவிற்கு நீர்த்த பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலை எடுத்துக் கொள். இரு கரைசல்களும் ஒன்றோடொன்று கலக்காதபடி



பொருண்மை அழியா விதி சோதனை
1. கூம்புக்குடுவை 2. காரீய நைட்ரேட்டு
3. பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசல்
படம். 6-B

இக்குழாயை நூலினால் கட்டி குடுவையினுள் தொங்கவிடு. குடுவையின் வாயை ஓர் இரப்பர் அடைப்பான் அல்லது தக்கை

பினால் மூடி குடுவையின் நிறையைக் கண்டுபிடி. பிறகு குடுவை யைச் சிறிது சாய்த்து இரு கரைசல்களும் ஒன்றோடொன்று கலக்கும்படி செய். அப்போது காரீய நைட்ரேட்டும், பொட்டாசியம் அயோடைடும் வேதிவினை புரிந்து காரீய அயோடைடு என்ற மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு உண்டாவதைக் கவனி. மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு உண்டாவது வேதிமாற்றம் ஏற்பட்டிருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இவ்வினையைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம் :

$$Pb(NO_3)_2 + 2\,KI \longrightarrow PbI_2\downarrow + 2\,KNO_3$$

இந்நிலையில் கரைசலோடு கூட குடுவையை நிறுத்தல் வேண்டும். இப்போது வேதிவினைக்கு முன் நாம் கண்டறிந்த நிறையும், தற்போது நிறுத்துக் கிடைத்த நிறையும் சமமாக இருப்பதை அறியலாம்.

இதே சோதனையை வெவ்வேறு அளவுள்ள காரீய நைட்ரேட் கரைசலையும், பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலையும் உபயோகித்துத் திரும்பச் செய்துபார். ஒவ்வொரு முறையும் வினை குடுவையினுள் நிகழ்வதற்கு முன்புள்ள நிறையும், வினை நிகழ்ந்த பின்னுள்ள நிறையும் சமமாக இருப்பதைக் காணலாம்.

ஆகவே ஒரு வேதி மாற்றத்தில் பங்கு கொள்ளும் பொருள்களின் மொத்த நிறை வினை விளை பொருள்களின் மொத்த நிறைக்குச் சமம் என்ற உண்மை தெரிகிறது.

குறிப்பு

மேற்கூறிய ஆய்வினை சோடியம் குளோரைடு கரைசலையும், வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலையும் உபயோகித்துச் செய்து பார்க்கலாம்.

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

2. மாறா விகித விதி (Law of Definite Proportions)

இவ்விதி 1799 ஆம் ஆண்டு எல். ப்ரௌஸ்ட் (L. Proust) என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஜெ. எஸ். ஸ்டாஸ் (J. S. Stas) டி. டபிள்யூ. ரிச்சர்டு (T. W. Richard) ஆகிய இரு விஞ்ஞானிகளும் இவ்விதியைச் சோதனை மூலம் சரி பார்த்தனர். மாறா விகித விதியைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கலாம் :

"ஒரு சேர்மத்தை எம்முறையில் தயாரித்தாலும் அதில் ஒரே விதமான தனிமங்கள் ஒரு திட்ட எடை விகிதத்திலேயே கூடி இருக்கின்றன."

இதிலிருந்து ஒரு சேர்மத்தின் வேதி இயைபு (Chemical composition) அச்சேர்மத்தைத் தயாரிக்கும் முறையை பொறுத்த தன்று என்றும், ஒரு சேர்மத்திலுள்ள தனிமங்கள் எடை விகிதம் மாறாததாக உள்ளது என்றும் அறிகிறோம்.

ஒரு வேதிச் சேர்மத்தை நாம் பல்வேறு வகைகளில் பெறலாம். எடுத்துக் காட்டாக தாமிர (II) ஆக்ஸைடை நாம் பின்வரும் முறை களில் தயாரிக்கலாம் :

1. தாமிர (II) கார்பனேட் உப்பைச் சூடாக்கினால் அது சிதைந்து தாமிர (II) ஆக்ஸைடைத் தருகிறது.

$$CuCO_3 \xrightarrow{\Delta} CuO + CO_2 \uparrow$$

2. தாமிர (II) ஹைட்ராக்சைடைச் சூடாக்கினால் தாமிர (II) ஆக்ஸைடு உருவாகிறது.

$$Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CuO + H_2O \uparrow$$

3. தாமிர (II) நைட்ரேட் உப்பைச் சூடாக்கினால், அது சிதைந்து தாமிர (II) ஆக்ஸைடைத் தருகிறது.

$$2\,Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\,CuO + 4\,NO_2 + O_2 \uparrow$$

இவ்வாறு வெவ்வேறு முறைகளில் தயாரிக்கப்படும் தாமிர (II) ஆக்சைடில் உள்ள தாமிரம், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய இரண்டு தனிமங்களுக்கு இடையேயான விகிதம் 4:1 என்ற விகிதத்தில் உள்ளது.

விளக்கக் கணக்கு

ஒரு சோதனையில் 1·76 கி. தாமிரம், நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தப்பட்டு 2·20 கி. தாமிரம் (II) ஆக்ஸைடைக் கொடுத்

கிறது. மற்றொரு சோதனையில் 1·15 கிராம் தாமிரம் (II) ஆக்ஸைடின்மீது ஹைட்ரஜனைச் செலுத்தி ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கம் செய்தால், 0·92 கி. தாமிரம் கிடைக்கிறது. இவை மாறா விகித விதியை விளக்குகின்றன என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

தீர்வு முதல் ஆய்வின்படி

தாமிர (II) ஆக்சைடின்படி எடை	2·20 கிராம்
தாமிரத்தின் எடை	1·76 கிராம்
எனவே ஆக்ஸிஜனின் எடை	0·44 கிராம்
1·76 கிராம் தாமிரத்துடன் கூடும் ஆக்ஸிஜன் எடை	0·44 கிராம்

∴ ஒரு கிராம் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடும் தாமிரத்தின் எடை $\frac{1·76}{0.44} = 4$

தாமிரம் : ஆக்ஸிஜன் விகிதம் = 4 : 1

இரண்டாவது ஆய்வின்படி

தாமிர (II) ஆக்ஸைடின் எடை	1·15 கிராம்
தாமிரத்தின் எடை	0·92 கிராம்
ஆக்ஸிஜன் எடை	0·23 கிராம்
0·92 கிராம் தாமிரத்துடன் இணையும் ஆக்ஸிஜனின் எடை	0·23 கிராம்

ஒரு கிராம் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடும் தாமிரத்தின் எடை $\frac{0.92}{0.23} = 4$

தாமிரம் : ஆக்ஸிஜன் விகிதம் = 4 : 1

இவ்விரண்டு சோதனைகளிலும் பயன்பட்ட தாமிரம் (II) ஆக்ஸைடில் உள்ள தாமிரம் : ஆக்ஸிஜன் விகிதம் சமமாகவும், ஒரு குறிப்பிட்ட திட்டமான அளவிலும் உள்ளது. எனவே இது திட்ட விகித விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

3. மடங்கு விகித விதி (Law of Multiple Proportions)

இரண்டு வேறுபட்ட தனிமங்கள் கூடிச் சில சமயங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களைக் கொடுப்பதும் உண்டு.

சான்றாக ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய இரு தனிமங்களும் சேர்ந்து நீர், ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு ஆகிய இரு சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. இவற்றில் ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் கூடும் எடை விகிதங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சேர்மம்	ஹைட்ரஜனின் எடை	ஆக்ஸிஜனின் எடை
நீர் (H_2O)	1·008 கிராம்	8 கிராம்
ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு (H_2O_2)	1·008 கிராம்	16 கிராம்

1·008 கிராம் நிலையான எடையுள்ள ஹைட்ரஜனோடு கூடும் ஆக்ஸிஜனின் வெவ்வேறு எடைகள் 8 கிராம், 16 கிராம் ஆகும். இவ்விரு சேர்மங்களிலும் ஹைட்ரஜனின் நிலையான எடையோடு கூடும் ஆக்ஸிஜனின் எடைகளின் விதம் 8 : 16 அல்லது 1 : 2. இவ் விகிதத்தில் உள்ள எண்கள் சிறிய முழு எண்களாக உள்ளன.

இதேபோல் நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய இரு தனிமங்களும் கூடி நான்குவித ஆக்ஸைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. அவைகளில் நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் எடை இயைபுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

சேர்மம்	நைட்ரஜன் எடை	ஆக்ஸிஜன் எடை
நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு	14 கி	8 கி
நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு	14 கி	16 கி
நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடு	14 கி	32 கி
நைட்ரஜன் பெண்டாக்ஸைடு	14 கி	40 கி

இங்கு நைட்ரஜன் எடையான 14 கிராமுடன் கூடும் ஆக்ஸிஜனின் வேறுபட்ட எடைகள் 8, 16, 32 ஆகும். ஆகவே குறிப்பிட்ட நிலையான 14 கிராம் எடையுள்ள நைட்ரஜனோடு கூடும் ஆக்ஸிஜன் மாறுபட்ட எடைகளின் விகிதம் 8:16:32 ஆகும். அதாவது 1:2:4 ஆகும். இவ்விகிதத்திலும் உள்ள எண்கள் எளிய முழு எண்கள் ஆகும். ஆகவே மேற்கண்ட சான்றுகளில்

அடங்கி உள்ள உண்மையைக் கீழ்கண்டவாறு ஜான் டால்டன் என்ற விஞ்ஞானி 1803 ஆம் ஆண்டு ஒரு விதியாகக் கூறினார்.

படம். 6-C
ஜான் டால்டன்

"இரண்டு தனிமங்கள் இணைந்து ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களைக் கொடுக்கும்போது குறிப்பிட்ட எடையுள்ள ஒரு தனிமத்துடன் சேரும் மற்றொரு தனிமத்தின் வெவ்வேறு எடைகள் சிறிய முழு எண் விகிதத்தில் இருக்கின்றன".

விளக்கக் கணக்கு

ஓர் உலோகத்தின் 0·429 கி. 0·450 கி. எடையுள்ள வேறுபட்ட உலோக ஆக்ஸைடுகள், ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கம் அடைந்து முறையே 0·381 கி., 0·359 கி. உலோகத்தைக் கொடுக்கிறது. இந்த அளவுகள் மடங்கு விகிதவிதியை நிரூபிக்கின்றன எனக்காட்டு.

முதல் ஆக்ஸைடு

உலோக ஆக்ஸைடின் எடை = 0·429 கிராம்

உலோகத்தின் எடை = 0·381 கிராம்

∴ 0·381 கிராம் உலோகத்துடன் கூடிய ஆக்ஸிஜனின் எடை = 0·048 கிராம்

∴ 1 கிராம் உலோகத்துடன் கூடும் ஆக்ஸிஜனின் எடை $= \frac{0.048}{0.381}$

= 0·126 கிராம்

இரண்டாவது ஆக்ஸைடு

உலோக ஆக்ஸைடின் எடை = 0·450 கிராம்

உலோகத்தின் எடை = 0·359 கிராம்

∴ 0·359 கிராம் உலோகத்துடன் கூடும் ஆக்ஸிஜனின் எடை = 0·091 கிராம்

∴ 1 கிராம் உலோகத்துடன் கூடும் ஆக்ஸிஜனின் எடை $= \frac{0\cdot091}{0\cdot359} = 0\cdot252$ கி.

∴ 1 கிராம் உலோகத்துடன் கூடும் ஆக்ஸிஜனின் எடை விகிதம் 0·126:0·252 = 1:2. இது ஓர் எளிய விகிதமாகும். எனவே இது மடங்கு விதியைக் காட்டுகிறது.

வினாக்கள்

1. வேதிக் கூடுகை விதிகள் யாவை?

2. பொருண்மை அழியா விதியைக் கூறுக.

3. மடங்கு விகித விதியைத் தருக.

4. பொருண்மை அழியா விதியை நிரூபிக்கச் செய்யும் சோதனையைக் கூறுக.

5. காரீய நைட்ரேட்டு, பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் வினை புரிவதால் தோன்றும் வீழ்படிவு யாது?

6. வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசல், சோடியம் குளோரைடு கரைசலுடன் வினைபுரிவதால் தோன்றும் வீழ்படிவு யாது?

7. பொருண்மை அழியா விதி, மாறா விகித விதி, மடங்கு விகித விதி ஆகியவற்றை முதன்முதலில் கண்டுபிடித்த விஞ்ஞானிகள் பெயர்களைத் தருக.

8. சூடாக்கப்பட்ட தாமிரம் (II) ஆக்ஸைடின் மேல் ஹைட்ரஜன் வாயுவைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்? சமன்பாடு தருக.

9. மாறா விகித விதியைக் கூறுக.

10. 0·8 கிராம் தாமிர ஆக்ஸைடு ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கம் அடைந்து 0·64 கிராம் தாமிரத்தைக் கொடுக்கிறது. 1 கிராம் தாமிரம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து 1·25 கிராம் தாமிர ஆக்ஸைடைக் கொடுத்தது. இந்த அளவுகள் மாறா விகித விதியை நிரூபிக்கின்றன எனக் காட்டு.

தெரிந்து கொள்

நீரை எம்முறையில் தயாரித்தாலும் அதில் ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் முறையே எடைப்படி 1:8 என்ற விகிதத்தில் கூடியிருக்கும்.

4. வாயுக்களின் இயக்கக் கொள்கை

பொருள்கள் திண்ம, நீர்ம வாயு நிலைகளில் அமைந்துள்ளன. எந்நிலையில் பொருள்கள் இருப்பினும் அவை நுண்ணிய மூலக்கூறுகளால் ஆனவை.

திண்ம நிலை

இந்நிலையிலுள்ள பொருள்களில் மூலக்கூறுகள் மிக நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இம்மூலக்கூறுகள் தங்களுக்குரிய இடங்களிலேயே நிலை பெற்றுள்ளன. ஆகவே திண்மங்களுக்குக் குறிப்பிட்ட உருவம், பருமன் அமைப்பு ஆகியவை உண்டு.

நீர்ம நிலை

இந்நிலையிலுள்ள பொருள்களில் மூலக்கூறுகள் மிக நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டிருந்தாலும் அவை தங்களுக்குரிய இடங்களிலிருந்து பெயர்ந்து, ஓரிடத்திலிருந்து பிற இடங்களுக்கு நகரக் கூடியவைகளாக உள்ளன. திரவங்களுக்கும் குறிப்பிட்ட பருமனளவு உண்டு. ஆனால் அவற்றிற்கெனத் தனிப்பட்ட உருவம் கிடையாது.

வாயு நிலை

இந்நிலையிலுள்ள பொருள்களில் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாக அமைக்கப்படாமலும், எளிதில் இடம்விட்டு இடம் நகரக் கூடியனவாயும் உள்ளன. வாயுக்களுக்குத் திட்டமான பருமனளவு கிடையாது, உருவமும் கிடையாது. திரவங்களையும் வாயுக்களையும் பாய்மங்கள் (Fluids) என்பார்கள். வாயு எந்தக் கலத்தில் இருந்தாலும் அதை முழுவதும் நிரப்பிவிடும். மற்றும் வாயுவானது வரம்பில்லாமல் பரவும் தன்மை பொருந்தியது. வாயு அழுத்தத்தினால் பெரிதும் பருமனளவில் குறையும் தன்மையும் உடையது. இதற்குக் காரணம் என்ன? வாயுக்களுக்கு அழுத்தம் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது? வாயுக்கள் பரவுகின்றன என்பதற்கு ஆதாரங்கள் என்ன?

இவைகளுக்கான விடைகளைச் சில ஆய்வுகள் மூலம் அறிவோம்.

வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் பரவுகின்றன என்பதை விளக்கும் ஆய்வுகள்

மணம் பரவுதல்

ஆல்கஹால் உள்ள ஒரு சீசாவைத் திறந்து முகர்ந்து பார். சற்றுத் தொலைவில் இருந்து முகர்ந்தால் ஏதாவது மணத்தை அறிய முடிகிறதா? ஒரு குறிப்பிட்ட மணம் புலனாவதை அறிவாய். இதற்குக் காரணம் யாது? மோட்டார் வாகனங்களில் பெட்ரோல்

நிரப்பும்போது பெட்ரோல் கொட்டிவிட்டால் அது ஆவியாகி அதன் மணத்தை அறிகிறோம். இதேபோல் ஆய்வுக் கூடத்தில் அம்மோனியா நீர்க்கரைசல் உள்ள சீசாவைத் திறந்து முகர்ந்தால் நெடிய மணத்தை அறிகிறோம். மேற்கண்ட அனுபவங்களுக்கு காரணம் என்ன?

மேற்கண்ட பொருள்கள் மூலக்கூறுகள் என்னும் நுண் துகள் களால் ஆனவை. ஆல்கஹால் உள்ள சீசாவை திறந்ததும் அது ஆவியாகிறது. ஆவியான ஆல்கஹாலின் மூலக்கூறுகளை நாம் நம் கண்களால் காண முடிவதில்லை. நாம் சற்றுத் தொலைவில் இருப்பினும் அவற்றின் மணத்தை உணருகிறோம். இதற்குக் காரணம் ஆல்கஹாலின் மூலக்கூறுகள் காற்றுடன் கலந்து நம் நாசித் துவாரங்களை வந்து அடைந்திருக்கவேண்டும். ஆகவே இந்த ஆய்வு கண்ணுக்குப் புலப்படாத மூலக்கூறுகள் சலனமடைகின்றன என்பதைத் தெளிவாக்குகிறது. இதேபோல் அம்மோனியா, பெட்ரோல் ஆகிய நீர்மங்கள் ஆவியாகி அவற்றின் மூலக்கூறுகள் இடம் பெயர்ந்து காற்றுடன் கலந்து, சலனமடைந்து நம் நாசித்துவாரங்களை வந்து அடைவதால்தான் அவைகளின் மணங்களை நாம் அறிகிறோம். நம் வீடுகளில் சமையல் செய்யும் போது சமையலறைகளில் செய்யப்படும் பொருள்களின் மணத்தை நம்மால் உணர முடிவதன் காரணத்தைத் தற்போது அறிவீர்கள் அல்லவா?

மூலக்கூறுகளின் பருமன்

மூலக்கூறுகள் மிகமிகச் சிறியன. எனவே இவற்றை ஆற்றல் மிக்க நுண்ணோக்கிகளின் உதவியாலும் காணமுடியாது. ஆனால் விஞ்ஞானிகள் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வழியாக நோக்கின் வாயுக்களின் மூலக்கூறுகளின் இருப்பை அறியலாம் என்று கூறுகிறார்கள். மேலும் ஒரு துளி நீரில் ஏறத்தாழ 13×10^{16} மூலக்கூறுகள் உள்ளன என்பதிலிருந்து மூலக்கூறுகள் மிகமிகச் சிறியவை என்பது தெளிவாகும்.

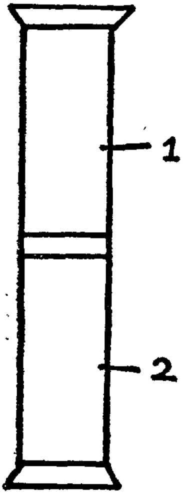
மூலக்கூறுகளின் நிறை

மூலக்கூறுகளின் பருமன் மிகச் சிறியது என்பதை அறிந் தீர்கள். எனவே அவற்றின் நிறை (mass) மிகமிகக் குறைவாகும். மேலும் வெவ்வேறு பொருள்களின் மூலக்கூறுகள், வெவ்வேறு நிறை உடையதாக உள்ளன. இதனைச் சில ஆய்வின் மூலம் அறியலாம்.

மூலக்கூறுகளின் நிறை அறிய உதவும் ஆய்வு 1

ஹைட்ரஜன் உள்ள வாயுஜாடி மேல், காற்று உள்ள வாயு ஜாடியைக் கவிழ்த்து, ஹைட்ரஜன் நிரம்பிய ஜாடியின் வாயை மூடி இருக்கும் தட்டை எடுத்துவிடு. சற்று நேரம் கழித்து

காற்று இருந்த ஜாடியினுள் ஓர் எரியும் குச்சியை நுழை. அவ் வாயு 'பாப்' என்ற ஓசையுடன் எரிவதைக் காணலாம். இது ஹைட்ரஜனுடைய பண்பாகும். இதேபோல் முதலில் ஹைட்ரஜன் இருந்த ஜாடியினுள் ஓர் எரியும் குச்சியை நுழை. எவ்வித மாறுதலும் காணப்படாது. இதிலிருந்து அறிவது என்ன? கீழ் ஜாடியில் இருந்த ஹைட்ரஜன், காற்று இருந்த ஜாடியினுள் சென்றுள்ளது என்றும், ஹைட்ரஜன் இருந்த ஜாடியினுள் காற்று சென்றுள்ளது என்றும் தெரிகிறதல்லவா? இச் சோதனையிலிருந்து ஹைட்ரஜன் மூலக் கூறு களின் நிறை காற்று மூலக்கூறுகளின் நிறையை விடக் குறைவு என்பது தெளிவாகிறது.

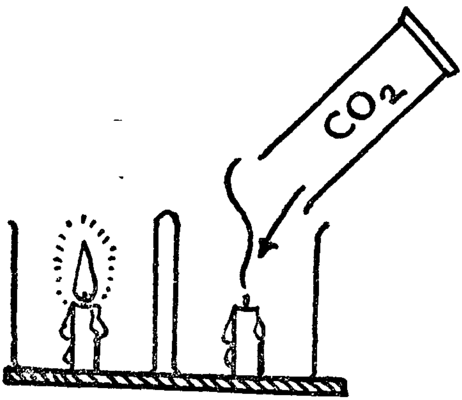


1. காற்று
2. ஹைட்ரஜன்

படம். 7

ஆய்வு. 2

ஓர் எரியும் சிறிய மெழுகுவர்த்தியை ஒரு பீக்கரினுள் பொருத்து. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு நிரம்பிய ஒரு வாயுஜாடியை முகவையின்மீது சற்று சாய்ந்தபடி கவிழ்த்து வை. சற்று நேரத்தில் மெழுகுவர்த்தி அணைந்து விடுவதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு காற்று இருந்த ஜாடியை அடைந்து சுவாலைக்குக் காற்று கிடைக்காமல் செய்கிறது. இவ் ஆய்விலிருந்துரு கார்பன்-டை-



கார்பன்டை ஆக்சைடை ஊற்றுதல்

படம். 8

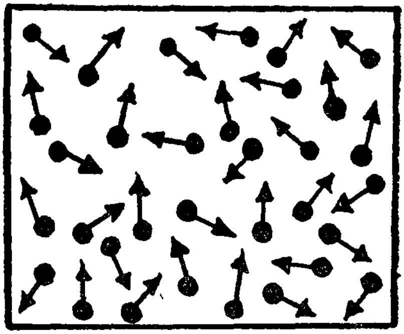
ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறுகளின் நிறை காற்றின் மூலக்கூறுகளின் நிறையை விட அதிகம் என்பது தெளிவாகிறது.

மேற்கூறிய இரு ஆய்வுகளில் ஹைட்ரஜனின் மூலக்கூறுகள் மேல் நோக்கிய ஜாடியை அடைவதில் இருந்தும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறுகள் எரியும் மெழுகுவர்த்தி உள்ள முகவையை அடைவதில் இருந்து மூலக்கூறுகள் சலனம் அடைகின்றன என்பதும் தெரிகிறது. இவ்வுண்மையை நாம் அன்றாட வாழ்க்கையில் காணும் ஒரு நிகழ்ச்சியிலிருந்தும் அறியலாம்.

ஆய்வு

வீட்டுக்கூரையில் இருக்கும் நுண் துளைகள் வழியாக சூரிய ஒளி வீட்டினுள் ஒரு கற்றையாக விழுவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அதில் பல நுண்ணிய துகள்கள் தொடர்ந்து இங்குமங்குமாக முறையற்றுச் சலனமடைகின்றன. இதற்குக் காரணம் என்ன?

ஒளிக்கற்றையில் நகருகின்ற நுண்துகள்கள் தூசுகள் ஆகும். காற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகள் தொடர்ந்து முறையின்றி இங்குமங்குமாக சலனமடையும்போது தூசிகள் மீது மோதுகின்றன. அதன் விளைவாக தூசிகள் முறையின்றி நகருகின்றன. இதிலிருந்து



மூலக்கூறுகளின் இயக்கம்

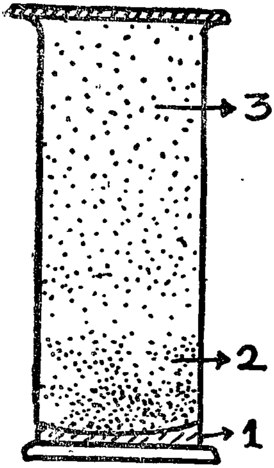
படம். 9

அறிவது என்ன? பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் தொடர்ந்து முறையின்றி, ஓய்வின்றி, இங்குமங்குமாக நகர்கின்றன எனத் தெரிகிறதல்லவா?

ஆய்வு

ஒரு வாயுச் சாடியை எடுத்துக்கொள். அதனுள் சில துளிகள் புரோமின் நீர்மத்தை ஊற்றிச் சாடியின் வாயைக் கண்ணாடித் தட்டால் மூடு. என்ன நிகழ்கிறது என்று பார். வாயுச் சாடியில் இடப்பட்ட புரோமின் நீர்மம் ஆவியாகிறது.

இதனால் உண்டாகும் புரோமின் ஆவி சிறிது சிறிதாக நாலா பக்கமும் பரவி, வாயுச் சாடி முழுவதும் நிரம்புகிறது. இதிலிருந்து புரோமின் ஆவியிலுள்ள மூலக்கூறுகள் நகருகின்றன என்பதும் காற்றிலுள்ள மூலக் கூறுகளுடன் அவை கலக்கின்றன என்பதும் தெரிகிறதல்லவா? இவ்வாறு வாயு மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று கலப்பதை **வாயு விரவல் (diffusion)** என்பர்.



புரோமின் ஆவி விரவல்
1. நீர்ம புரோமின்
2. அடர்வு புரோமின் ஆவி
3. அடர்வு குறை புரோமின் ஆவி

படம். 10

காற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகள் மிகவும் நெருக்கமான இடைவெளி இல்லாமல் இருந்தால் புரோமின் மூலக்கூறுகள் அவற்றிற்கு இடையே புகுந்து கலந்து விரவ முடியாதல்லவா? எனவே இந்த ஆய்விலிருந்து வாயுவின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே அதிக இடைவெளிகள் உள்ளன என்பது தெளிவு.

வாயுவின் அழுத்தம்

வாயுக்களுக்கு எல்லாத் திசைகளிலும் அழுத்தம் உண்டு என்பதை நாம் அறிவோம். இவ்வழுத்தம் ஏற்படக் காரணம் யாது என்பதை ஓர் ஆய்வினால் அறியலாம்.

ஆய்வு

ஒரு கால்பந்தில் இருக்கும் இரப்பர் பையை எடுத்து அதனுள் காற்றடிக்கும் பம்பால் ஓரளவு காற்றைச் செலுத்து. இரப்பர் பையை அழுத்திப்பார். ஓரளவு பை அமுங்குவதைக் காணலாம். மேலும் இரப்பர் பையில் அதிக அளவு காற்றைச் செலுத்தி அழுத்திப் பார். இந்நிலையில் அதிக ஆற்றலுடன் அழுத்தினால் மட்டுமே பை அமுங்குகிறது. மேலும் அழுத்தும் கை ஒரு எதிர் விசையால் தாக்கப்படுவதை உணர்கிறோம்.

இரப்பர் பையினுள் காற்றைச் செலுத்தச் செலுத்த அதனுள் இருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் அதிகமாகிறது. இதனால் காற்று மிகுந்த அழுத்தத்துடன் இரப்பர் பையின் சுவர்களை வெளிநோக்கி விசையுடன் தள்ளுகிறது. நாம் மேல்பக்கம் இருந்து அழுத்தினால் இரப்பர் பையின் உட்பகுதியிலிருந்து ஏற்படும் காற்றின் அழுத்தம் அதிகமாயிருப்பதால் பை அமுங்குவதில்லை.

வாயுவிலுள்ள மூலக்கூறுகள் இங்குமங்குமாக முறையற்று இயங்குகின்றன என்பதை அறிவீர்கள்.

இரப்பர் பையினுள் உள்ள காற்றின் மூலக்கூறுகள் இயங்கும் போது அவை இரப்பர் பையின் சுவர்களை முட்டி மோதுகின்றன. மூலக்கூறுகள் விசையுடன் இரப்பர்ச் சுவர்களில் மோதுவதால்தான் வாயுவிற்கு அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இரப்பர் பையில் அதிக அளவு காற்றைச் செலுத்தினால் பையினுள் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாவதால் சுவர்களின்மீது ஏற்படும் மோதல் களின் எண்ணிக்கையும் அதிகமாகிறது. எனவே அழுத்தம் அதிகமாகிறது.

இதிலிருந்து ஒரு வாயுவின் அழுத்தம் அதன் மூலக்கூறுகள், அதிலுள்ள கலனின் சுவர்களின்மீது விசையுடன் மோதுவதால் ஏற்படுகிறது எனத் தெரிகிறதல்லவா?

மூலக்கூறுகளின் மோதல்களின் மீள்தன்மை

ஓர் உயரமான சுவருக்கு எதிரில் சற்றுத் தூரத்தில் நின்று கொண்டு ஓர் இரப்பர்ப் பந்தைச் சுவரின் மீது வீசிப் பார். பந்து சுவரின் மீது மோதி மீண்டும் வருகிறதல்லவா? பந்து சுவரின் மீது மோதும்போது தன் இயக்க ஆற்றலை இழப்பதில்லை. அதனால் தான் பந்து மீண்டும் எதிர் திசையில் இயங்குகிறது. இத்தன்மை மீள் தன்மை எனப்படும்.

இதே சோதனையை ஒரு கல்லைச் சுவரின் மீது வீசிச் செல்தால், கல் சுவரின்மீது மோதி கீழே விழுகிறது. காரணம் என்ன? கல் சுவரில் மோதியதும் தன் இயக்க ஆற்றலை இழக்கிறது. ஆனால் பந்து சுவரில் மோதினால் அது தன் இயக்க ஆற்றலை இழக்காமல் மீண்டும் எதிர் திசையில் மீள்கிறது.

இதேபோல் வாயுவிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் மீள் தன்மை உடையன. எனவே ஒரு வாயுவிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அது இருக்கும் கலனின் சுவர்கள் மீது மோதிய பிறகும் இயக்க ஆற்றலை இயக்காமல் தொடர்ந்து இயங்குகின்றன. ஆகவே மூலக்கூறு மோதல்கள் மீள் தன்மையுடன் நிகழ்கின்றன. மேலும் வாயுவின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் மோதல்களால் குறையாமல் நிலையாக உள்ளது.

வெப்பநிலையும் வாயு மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலும்

நல்ல வெய்யில் இருக்கும் நேரத்தில் சைக்கிளை வைத்தால் சில நேரங்களில் சைக்கிளில் உள்ள இரப்பர்க் குழாய் பலத்த ஓசை

டன் வெடிப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள் அல்லவா? இதற்குக் காரணம் என்ன?

வெப்பத்தால் சைக்கிளிலுள்ள இரப்பர்க் குழாயினுள் இருக்கும் காற்றின் வெப்பநிலை அதிகமாகிக் காற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகமாகிறது. இரப்பர்க் குழாயின் சுவர்கள்மீது காற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகளால் ஏற்படும் மோதல்கள் அதிகமாகின்றன. அதனால் அழுத்தம் அதிகமாகிக் குழாய் வெடிக்கிறது.

காற்று நிரம்பிய பலூனை ஓர் எரியும் சுடரில் அது படாதவாறு பிடித்தால் அது வெடிக்கிறது. இதற்குக் காரணம் என்ன? பலூனிலுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. ஆகவே அதிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. மேலும் இதன் விளைவாக பலூனின் சுவர்கள் மீது காற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகளால் ஏற்படும் மோதல்கள் அதிக விசையுடன் நடக்கின்றன. ஆகவே பலூன் வெடிக்கிறது.

இதிலிருந்து வாயு மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலின் அளவு வாயுவின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து நேர்விகிதத்தில் அதிகரிக்கும் என்பது தெளிவாகிறது.

வாயுக்களின் இயக்கப் பண்புக் கொள்கை

மேற்கூறப்பட்ட ஆய்வுகளில் கண்ட முடிவுகளிலிருந்து வாயுக்கள் பற்றிய கொள்கை ஒன்று உருவாக்கப்பட்டது. இது வாயுக்களின் இயக்கப் பண்புக் கொள்கை எனப்படுகிறது. இக் கொள்கை ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல் என்பவர் 1860-ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார், இந்தக் கொள்கையின் அடிப்படைப் புனைவுகள் பின்வருமாறு தொகுத்து அளிக்கப்படுகிறது :

1. எல்லா வாயுக்களும் மூலக்கூறுகள் என்னும் துகள்களால் ஆனவை.

2. 'வாயுவின் மூலக்கூறுகள், நிலையாக நில்லாமல் எல்லாத் திசைகளிலும் தொடர்ந்து, முடிவின்றி ஒழுங்கற்ற முறையில் இங்குமங்குமாக இயங்குகின்றன.'

3. வாயுவின் மூலக்கூறுகள் இயங்கும்போது ஒன்றுடன் ஒன்றும், ஒன்றோடு மற்றொன்றும் மோதிக் கொள்கின்றன. மேலும் கலனின் சுவர்கள் மீதும் மோதுகின்றன.

4. வாயுவின் மூலக்கூறுகள் மீள்தன்மை உடையன வாதலால் மோதல் காரணமாக அவற்றில் இயக்க ஆற்றல் இழக்கப் படுவதில்லை.

5. வாயு மூலக்கூறுகள் கலனின் சுவர்கள் மீது விசையுடன் மோதுவதால் ஏற்படும் விளைவே வாயுவின் அழுத்தம் ஆகும்.

6. வாயு மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் வாயுவின் வெப்ப நிலையுடன் நேர்விகிதத் தொடர்பைப் பெற்றுள்ளது.

7. வாயுநிலையில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே குறிப்பிடத் தக்க அளவு கவர்ச்சி இல்லை. ஆதலால் மூலக்கூறுகள் கட்டுப் பாடின்றி இயங்க முடிகிறது.

8. வாயு இருக்கும் கலத்தின் பருமனோடு ஒப்பிடும்போது மூலக்கூறுகளின் பருமன் மிகவும் குறைவு. ஆகையால் அதைப் புறக்கணித்துவிடலாம்.

வினாக்கள்

1. *திறந்த ஆல்கஹால் சீசாவிலிருந்து ஆல்கஹாலின் மணத்தை எவ்வாறு நாம் உணருகிறோம்?*

2. எல்லாப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகளும் ஒரே நிறை உடையனவா?

3. வெவ்வேறு பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு நிறை உடையவை என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

4. புரோமின் ஆவி விரவுவதிலிருந்து என்ன அறிவாய்?

5. வாயுவிற்கு அழுத்தம் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது?

6. ஒரு வாயுவின் அழுத்தம் எவ்விரு காரணிகளைப் பொருத்தது?

7. வாயு மூலக்கூறுகளால் ஏற்படும் மோதல்கள் எத் தகையன? இதனால் ஏற்படும் விளைவு என்ன?

8. வெப்ப நிலை உயர்வால் ஒரு வாயுவின் பருமன் அதிக மாவதேன்?

9. வாயுக்களின் இயக்கக் கொள்கையின் அடிப்படைப் புனைவுகளைக் கூறுக.

10. காற்று நிரம்பிய பலூன் ஒன்றை வெய்யிலில் வைத்தால் என்ன நிகழும்? ஏன்?

தெரிந்து கொள்

வாயுவின் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதால் அதிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகமாகிறது. எனவே மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளிகள் அதிகமாக வாயுவின் பருமன் அதிகமாகிறது.

5. அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கை—வாயுக்களைப் பற்றிய கூடுகைப் பருமனளவு

விதி

வாயுக்கள் ஒன்றோடொன்று வினைபுரிந்து கூடி வாயுக்களையே வினை பொருளாகக் கொடுக்கின்ற வேதிவினைகள் உண்டு. சான்றாக ஹைட்ரஜன் வாயு, குளோரின் வாயுவுடன் கூடி ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு உருவாகிறது.

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$$

பருமனளவுப்படி ஒரு பங்கு ஹைட்ரஜன் ஒரு பங்கு குளோரினுடன் கூடி இரண்டு பங்கு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உருவாகிறது. இம்மூன்று வாயுக்களும் ஒரே வெப்ப அழுத்த நிலையில் இருந்தால் அவைகளின் பருமனளவுகள் $H_2:Cl_2:HCl = 1:1:2$ என்ற விகிதத்தில் இருக்கும்.

இதேபோல் ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன் ஆகிய இரு வாயுக்களும் ஒன்று கூடி அம்மோனியா வாயு கிடைக்கிறது.

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

இங்கு இரு பங்கு பருமனளவுள்ள நைட்ரஜன், மூன்று பங்கு பருமனளவுள்ள ஹைட்ரஜனோடு கூடி இரு பங்கு பருமனளவுள்ள அம்மோனியாவைக் கொடுக்கிறது. இங்கு கூடும் வாயுக்களின் பருமனளவு, உருவாகும் வாயுக்களின் பருமனளவு ஆகியவற்றின் விகிதம் $N_2 : H_2 : NH_3 = 1:3:2$ ஆகும்.

மேற்கண்ட சான்றுகளால் வாயுக்கள் ஒன்றோடொன்று கூடி, வினைபொருளும் வாயுவாக இருக்கும்போது கூடும் வாயுக்களின் பருமனளவுக்கும், உருவாகும் வாயுவின் பருமனளவுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் சிறிய முழு எண்ணாக உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

இவ்வுண்மையை கே லூசாக் என்ற விஞ்ஞானி 1804ஆம் ஆண்டு ஒரு விதியாக வெளியிட்டார். இவ்விதி அவர் பெயராலேயே வாயுக்களின் பருமன் பற்றிய கே லூசாக் விதி என வழங்கப்படுகிறது. கே லூசாக்கின் விதி வாயுக்கள் பங்கு பெறும் வேதிவினைகளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

இவ்விதியைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுத்துக் கூறலாம். வாயுக்கள் வினைப்படும்போது, வினைப்படும் வாயுக்களின் பருமனளவும், வினையால் விளைந்த வாயுவின் பருமனளவும் ஒரே வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில், சிறிய முழு எண்கள் விகிதத்தில் உள்ளன.

அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கை

டால்டனின் அணுக்கொள்கையின்படி அணுக்கள் சிறிய முழு எண்கள் விகிதத்தில் கூடுகின்றன. கே லூசாக்கின் பருமன் அளவு விதி, வினைப்படும் வாயுக்களின் பருமனளவுகளும், விளைந்த வாயுவின் பருமனளவும் சிறிய, முழு எண்கள் விகிதத்தில் இருக்க வேண்டும் என்று கூறுகிறது. இவ்விரண்டு விதிகளிலிருந்தும் வாயுக்களின் பருமனளவுகளுக்கும் அவைகளில் உள்ள அணுக்களுக்கும் ஏதேனும் தொடர்பு கொண்டிருக்கவேண்டும் என ஊகிக்க வேண்டியுள்ளது. இக்கருத்தைப் பயன்படுத்தி பெர்சிலியஸ் (Berzelius) என்பவர் ஒரு கருதுகோளை வெளியிட்டார். இதற்கு "பெர்சிலியஸ் கருதுகோள்" (Berzelius hypothesis) எனப் பெயர்.

இக்கொள்கை பின்வருமாறு :

"ஒரே வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் பருமனளவுள்ள எல்லா வாயுக்களும் சம எண்ணிக்கையுள்ள அணுக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன"

இந்தக் கொள்கையை ஹைட்ரஜனும் குளோரினும் கூடும் வேதிமாற்றத்திற்குப் பயன்படுத்தினால் முடிவு முரண்பாடாக எவ்வாறு அமைகிறது என்று பார்ப்போம்.

ஒரு பருமனளவு ஹைட்ரஜன், ஒரு பருமனளவு குளோரினுடன் கூடி இரண்டு பருமனளவு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவைக் கொடுக்கிறது. (எல்லா வாயுக்களும் ஒரே வெப்ப நிலையிலும் அழுத்த நிலையிலும் இருக்கும்). பெர்சிலியஸ் கொள்கையின்படி ஒரு பருமனளவு வாயுவில் 'n' அணுக்கள் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். எனவே, n ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் + n குளோரின் அணுக்கள் → 2n ஹைட்ரஜன் குளோரைடு கூட்டணுக்கள். சமன்பாட்டின் இரு பக்கத்திற்கும் பொதுவான 'n'ஐ நீக்கி விட்டால் 1 ஹைட்ரஜன் அணு + 1 குளோரின் அணு → 2 ஹைட்ரஜன் குளோரைடு கூட்டணுக்கள்.

ஆகையால் ஒரு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறு வருவதற்கு $\frac{1}{2}$ அணு ஹைட்ரஜனும், $\frac{1}{2}$ அணு குளோரினும் தேவைப் படுகின்றன. இந்த முடிவு அணுக்கள் சிறு முழு எண் விகிதத்தில் தங்களுக்குள் கூடும் என்ற டால்டன் அணுக்கொள்கைக்கு மாறாக இருக்கிறது. அணுக்களை அதனினும் எளிதாகப் பிளக்க முடியாது என்ற அணுக் கொள்கைக்கும் முரணாக உள்ளது. ஆகவே பெர்சிலியஸ் கொள்கை அல்லது கருதுகோள் புறக்கணிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. ஆகையால் 1811ஆம் ஆண்டு அவோகேட்ரோ என்னும் இத்தாலிய விஞ்ஞானி பொருள்கள் மூலக்கூறுகள் என்ற துகள்களாலானவை என்னும் உண்மையை வெளியிட்டார். மூலக்கூறுகள் அணுக்களாலானவை. வேதிமாற்றங்கள் ஏற்படும்போது மூலக் கூறுகள் அணுக்களாகப் பிரிந்து ஒன்றோடொன்று கூடுகின்றன. மூலக்கூறுகளுக்குத் தனித்தியங்கும் தன்மை உண்டு. ஆனால் அணுக்களுக்குத் தனித்தியங்கும் தன்மை கிடையாது. இந்த உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட அவோகேட்ரோ கொள்கை பின்வருமாறு :

அவோகேட்ரோ
படம். 11

ஒரே வெப்ப நிலை, அழுத்த நிலையிலுள்ள பல வாயுக்களின் பருமனளவுகள் சமமானால், அவற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும்.

இக்கொள்கையை ஹைடிரஜனும், குளோரினும் கூடி ஹைடிரஜன் குளோரைடு உண்டாகும் வேதிமாற்றத்திற்கும் பொருத்தினால்,

(1 பருமன் ஹைட்ரஜன்) + (1 பருமன் குளோரின்) →
(2 பருமன் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு)

ஒரு பருமன் அளவுள்ள வாயுவில் n மூலக்கூறுகள் இருப்பன வாகக் கொண்டால், (n மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன்) + (n மூலக் கூறுகள் குளோரின்) → (2n மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு).

எனவே,

ஒரு மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன்	+	ஒரு மூலக்கூறு குளோரின்	→	இரண்டு மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

ஒரு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறில், குறைந்தது ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவும், ஒரு குளோரின் அணுவும் இருக்க வேண்டும். எனவே இரண்டு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக் கூறுகளில் மொத்தம் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருக்க வேண்டும். இதனால் ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருக்கவேண்டும். இதேபோல் ஒரு குளோரின் மூலக்கூறில் இரண்டு குளோரின் அணுக்கள் இருக்க வேண்டும். எனவே இந்த வினையைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்:

$$\boxed{H \mid H} + \boxed{Cl \mid Cl} \longrightarrow \boxed{HCl} + \boxed{HCl}$$

மேலும் வாயுக்கள் பங்கு பெறும் வினையில் ஒரு மூலக்கூறு, ஒரு பருமனைக் குறிக்கிறது. எனவே மேற்குறிப்பிட்ட சான்றில் ஒரு மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன், ஒரு மூலக்கூறு குளோரின், இரு மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் குளோரைடைக் கொடுப்பதால் அவைகளின் கன அளவு விகிதம் 1:1:2 ஆகும். எனவே அவோ கேட்ரோ கொள்கையானது கே லூசாக்கின் பருமனளவு விதியை நன்கு விளக்குகிறது.

அணுகட்டு எண்ணை நிர்ணயித்தல்

அணுக்கள் கூடி மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. ஆகவே மூலக்கூறுகள் அணுக்களால் ஆகியிருக்க வேண்டும்.

ஒரு தனிமத்தின் மூலக்கூறு ஒன்றில் இருக்கும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, அத்தனிமத்தின் அணுகட்டு எண் எனப்படும்.

ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், குளோரின் போன்ற சாதாரண வாயுக்களின் அணுகட்டு எண்களை அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கையைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம்.

ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கட்டு எண்ணில் இருந்து அத் தனிமத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடினை எழுதலாம்.

ஹைட்ரஜனின் அணுக்கட்டு எண்ணும், வாய்பாடும்

ஒரு பருமனளவுள்ள ஹைட்ரஜன், ஒரு பருமனளவுள்ள குளோரினுடன் கூடி, இரண்டு பருமனளவுள்ள ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை உருவாக்குவதைக் கண்டோம். அதாவது,

1 பருமன் ஹைட்ரஜன்	+	1 பருமன் குளோரின்	→	2 பருமன் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

ஒரு பருமனளவு வாயுவில் 'n' மூலக்கூறுகள் இருப்பதாகக் கொண்டால், அவோகேட்ரோவின் கொள்கைப்படி,

n மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன்	+	n மூலக்கூறுகள் குளோரின்	→	2n மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

எனவே,

$\frac{1}{2}$ மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன்	+	$\frac{1}{2}$ மூலக்கூறு குளோரின்	→	1 மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

அணுக்களைச் சிதைக்க முடியாது. எனவே ஒரு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறில் குறைந்தது ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு இருக்கவேண்டும். இந்த ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு $\frac{1}{2}$ மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனில் இருந்து கிடைத்திருக்கவேண்டும். எனவே $\frac{1}{2}$ மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனில் குறைந்தது ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு இருக்க வேண்டும். இதனால் ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் குறைந்தது இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருந்தாகவேண்டும். இதனால் ஹைட்ரஜனின் அணுக்கட்டு எண் 2.

∴ ஹைட்ரஜனின் மூலக்கூறு வாய்பாடு = H_2. இதேபோல் குளோரின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு Cl_2 எனவும், அதன் அணுக்கட்டு எண் 2 எனவும் புரிகிறது அல்லவா?

சில வாயுக்களும், அவற்றின் அணுக்கட்டு எண்களும்

வாயுவின் பெயர்	அணுக்கட்டு எண்	மூலக்கூறு வாய்பாடு
ஹைட்ரஜன்	2	H_2
குளோரின்	2	Cl_2
ஆக்ஸிஜன்	2	O_2
நைட்ரஜன்	2	N_2
நியான்	1	Ne
ஓசோன்	3	O_3

கிராம் மூலக்கூறு எடை

மூலக்கூறு எடையைக் கிராமில் கூறினால் அது கிராம் மூலக்கூறு எடை எனப்படும். ஹைட்ரஜனின் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2. ஆகவே அதன் மூலக்கூறு எடை $1 \times 2 = 2$. ஆக்ஸிஜனின் மூலக்கூறு வாய்பாடு O_2. அதன் மூலக்கூறு எடை $16 \times 2 = 32$. இதேபோல் நைட்ரஜனின் மூலக்கூறு வாய்பாடும், மூலக்கூறு எடையும் முறையே N_2 ; $2 \times 14 = 28$ ஆகும்.

ஒத்த வெப்பநிலையும், ஒத்த அழுத்தமும் உள்ளபோது ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவிலும் ஒரே எண்ணிக்கை உள்ள மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அம்மதிப்பு $6{\cdot}023 \times 10^{23}$. இது ஒரு மாறாத, நிலையான மதிப்புடையது. இதையே அவோகேட்ரோ எண் என்பர்.

ஆகவே ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள ஹைட்ரஜனோ, ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள ஆக்ஸிஜனோ அல்லது ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள எந்த வாயுவை எடுத்துக் கொண்டாலும் அதில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை சமமாகும். இதன் மதிப்பு அவோகேட்ரோ எண்ணான $6{\cdot}023 \times 10^{23}$ ஆகும்.

இதிலிருந்து ஒத்த அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் இருக்கும் போது வாயுக்களில் சம எண்ணிக்கையுள்ள மூலக்கூறுகள் இருந்தால் அவற்றின் பருமனளவுகள் எவ்வாறு இருக்கவேண்டும்? அவைகளின் பருமனளவுகளும் சமமாகத்தானே இருக்கவேண்டும். அதாவது ஒத்த வெப்பநிலை, அழுத்தம் உள்ள வாயுக்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை சமமானால் அவை சம பருமனளவு உள்ளனவாக இருக்கின்றன. இது அவோகேட்ரோ விதியின்

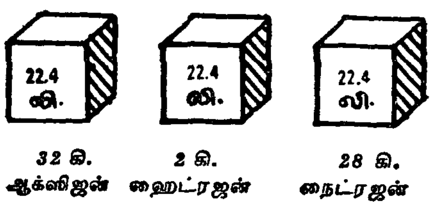
மறுதலை அல்லவா? ஆகவே இம்மறுதலை வடிவத்தைக் கீழ்க் கண்டவாறு இயம்பலாம் :

"ஒத்த வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றில் சம எண்ணிக்கையுள்ள மூலக்கூறுகளைக்கொண்ட வாயுக்கள் அனைத்தும் சம பருமன் உடையனவாக இருக்கும்."

மோலார் பருமன்

திட்ட வெப்பநிலை அழுத்தங்களில் (Standard Temperature and Pressure-*STP*) ஒவ்வொரு வாயுவின் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை $6{\cdot}023 \times 10^{23}$ என்பதை முன்பே கூறினோம்.

ஆகவே திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில் ஒரு கிராம் மூலக் கூறு எடைக்குச் சம்மான வெவ்வேறு வாயுக்களை எடுத்துக் கொண்டால் அவை அனைத்திலும் உள்ள மூலக்கூறு எண்ணிக்கை சமமாக இருப்பதால் அவோகேட்ரோவின் மறுதலை விதிப்படி அவைகளின் பருமனளவுகளும் சமமாகத்தான் இருக்க வேண்டும் அல்லவா? ஆகவே திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலை (*STP*) யில் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள எல்லா வாயுக்களும் அடைக்கும் பருமன் 22·4 லிட்டர் என்று ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். எனவே திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலை (*STP*) யில் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள வாயுவின் பருமன் **22·4** லிட்டர் ஆகும். இதை மோலார் பருமன் என்பர். எந்த வாயுவாக இருந்தாலும் மோலார் பருமன் ஒரே மதிப்புள்ளதாகத் தான் இருக்கும். வேறுவிதமாகக் கூறினால் மூலக்கூறு எடை 32 கிராம் கொண்ட ஆக்ஸிஜன், மூலக்கூறு எடை 2 கிராம் கொண்ட ஹைட்ரஜன், மூலக்கூறு எடை 28 கிராம் கொண்ட நைட்ரஜன் ஆகிய எல்லா வாயுக்களும் திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலை (*STP*) யில் அடைக்கும் பருமன் 22·4 லிட்டர் ஆகும். சில வாயுக்



மோலார் பருமன்
படம். 12

களின் கிராம் மூலக்கூறு எடைகளும், திட்ட வெப்ப நிலை அழுத் தத்தில் அவற்றின் மோலார் பருமனளவுகளும் தரப்பட்டுள்ளன.

வாயுவின் பெயர்	மூலக்கூறு வாய்பாடு	கிராம் மூலக்கூறு எடை (கிராம்)	கிராம் மூலக்கூறு பருமன் (லிட்டர்)
ஹைட்ரஜன்	H_2	2	22·4
ஆக்ஸிஜன்	O_2	32	22·4
நைட்ரஜன்	N_2	28	22·4
குளோரின்	Cl_2	71	22·4

திட்ட வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள ஒரு வாயுவின் கிராம் மூலக்கூறு பருமன் அல்லது மோலார் பருமன் 22·4 லிட்டர் ஆகும்.

வினாக்கள்

1. வாயுக்களின் பருமன் பற்றிய கே லூசாக் விதியைக் கூறுக.
2. பெர்சீலியஸ்ஸின் கற்பிதக் கொள்கையைக் கூறுக.
3. அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கையைக் கூறுக.
4. அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கையின் மறுதலையைக் கூறுக.
5. ஒருதனிமத்தின் அணுக்கட்டு எண் என்றால் என்ன?
6. ஃஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், குளோரின் ஆகியவற்றின் அணுக்கட்டு எண் எவ்வளவு?
7. ஹைட்ரஜனின் அணுக்கட்டு எண்ணினை அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி வருவி.
8. கிராம் மூலக்கூறு எடை என்றால் என்ன?
9. ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் கிராம் மூலக்கூறு எடை எவ்வளவு?
10. S.T.P. என்றால் என்ன?
11. திட்ட வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் 32 கிராம் ஆக்ஸிஜனின் பருமனளவு என்ன?

6. மூலக்கூறு எடை

அணுக்கள் கண்ணுக்குப் புலனாகாத மிக நுண்ணிய துகள்களாகும். ஓர் ஊசி முனையில் இலட்சக்கணக்கான அணுக்களை அடுக்கலாம். ஒரு கிராம் எடையுள்ள ஹைட்ரஜனில் அறுநூறு ஆயிரம் மில்லியன், மில்லியன், மில்லியன் அணுக்கள் உள்ளன. மிகவும் இலேசான ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடை $1{\cdot}7 \times 10^{-24}$ கிராம் ஆகும். ஹைட்ரஜனைப் போல் 16 மடங்கு எடையை ஆக்ஸிஜன் அணு பெற்றிருக்கிறது. 12 மடங்கு எடை கார்பன் அணுவைக் குறிக்கிறது. ஆதலின் ஓர் அணுவின் எடையை அல்லது ஒரு மூலக்கூறின் எடையைக் கிராமில் கூறுவதால் சிறிதும் பயனில்லை என்பது தெளிவாகிறது.

எனவே, ஒரு தனிமத்தின் அணு எடையை ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடையுடன் ஒப்பிட்டு, ஒப்பிடு முறையில் (relative method) அணு எடைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு ஒப்பிடும் முறையில் எடைகள் காணும்போது எல்லாத் தனிமங்களையும்விட இலேசான ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடை ஒன்று என்று கொள்ளப்பட்டது. இதன் அடிப்படையில் ஒரு தனிமத்தின் அணு எடையைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுத்துக் கூறலாம்:

ஒரு தனிமத்தின் அணு எடை என்பது அத்தனிமத்தின் ஓர் அணுவின் எடைக்கும், ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடைக்குமுள்ள விகிதமாகும்.

ஒரு தனிமத்தினுடைய அணு ஒன்றின் எடை, ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின். எடையைவிட எத்தனை மடங்கு கனமாக உள்ளதோ அந்த எண்ணிக்கை அந்த தனிமத்தின் அணு எடை (atomic weight) ஆகும். அதாவது,

$$\text{தனிமத்தின் அணு எடை} = \frac{\text{தனிமத்தினுடைய அணு ஒன்றின் எடை}}{\text{ஹைட்ரஜன் அணு ஒன்றின் எடை}}$$

இதுபோல் ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறு ஒன்றின் எடை, ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடையைவிட எத்தனை மடங்கு 'கனமாக உள்ளதோ அந்த எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடை (molecular weight) ஆகும். அதாவது

$$\text{மூலக்கூறு எடை} = \frac{\text{பொருளின் மூலக்கூறு ஒன்றின் எடை}}{\text{ஹைட்ரஜன் அணு ஒன்றின் எடை}}$$

தற்போது, ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதிலாக கார்பன்-12 (carbon-12) என்ற அணுவின் பன்னிரண்டில் ஒரு பங்கு, அடிப்படை எடையாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனால் அணு எடை, மூலக்கூறு எடை முதலியன பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகின்றன :

'ஒரு தனிமத்தின் அணு எடை என்பது, அந்தத் தனிமத்தின் ஓர் அணு, ஒரு கார்பன்-12 அணுவில் பன்னிரெண்டில் ஒரு பங்கை விட எத்தனை மடங்கு அதிகமாக உள்ளதோ, அந்த எண்ணிக்கை ஆகும்'

$$\text{அதாவது, அணு எடை} = \frac{\text{தனிமத்தின் அணு ஒன்றின் எடை}}{\frac{1}{12} \times \text{ஒரு கார்பன்-12 அணுவின் எடை}}$$

"ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடை என்பது அந்தத் தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் ஒரு மூலக்கூறு, ஒரு கார்பன் - 12 அணுவில் பன்னிரண்டில் ஒரு பங்கை விட எத்தனை மடங்கு அதிகமாக உள்ளதோ அந்த எண்ணிக்கை ஆகும்".

$$\text{அதாவது மூலக்கூறு எடை} = \frac{\text{பொருளின் ஒரு மூலக்கூறின் எடை}}{\frac{1}{12} \times \text{ஒரு கார்பன்-12 அணுவின் எடை}}$$

ஆவி அடர்த்தி

திண்மங்கள், நீர்மங்கள் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி மதிப்பு இவ்வளவு கிராம்/மிலி. என்று கூறப்படும். ஆனால், வாயுக்களின் அடர்த்திகள் மிக மிகக் குறைவு. ஆகையால் அவ்வாறு கூறப்படுவதில்லை. ஒரு வாயுவின் அடர்த்தி ஹைட்ரஜன் வாயுவின் அடர்த்தியுடன் ஒப்பிட்டுக் கூறப்படுகிறது.

ஒரே வெப்ப நிலை, அழுத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனளவு வாயுப் பொருளின் எடைக்கும், அதே பருமனளவு ஹைட்ரஜன் வாயுவின் எடைக்கும் இடையேயுள்ள விகிதத்தைக் குறிக்கும் எண் ஆவி அடர்த்தி எனப்படும். ஆவி அடர்த்தியும் ஒப்படர்த்தியும் ஒன்றுதான்.

$$\text{ஒத்த வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் ஒரு வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி} = \frac{\text{ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள வாயுவின் எடை}}{\text{அதே பருமனுள்ள ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

அல்லது

ஒரே வெப்பநிலை அழுத்தத்தில்

$$\text{ஆவி அடர்த்தி} = \frac{\text{1 லிட்டர் வாயுவின் எடை}}{\text{1 லிட்டர் ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

$$= \frac{\text{வாயுவின் அடர்த்தி}}{\text{ஹைட்ரஜனின் அடர்த்தி}}$$

எனவே ஒரு வாயுவின் அடர்த்திக்கும் ஹைட்ரஜன் அடர்த்திக்கும் உள்ள விகிதம் அவ்வாயுவின் ஒப்படர்த்தியாகும். ஆவி அடர்த்தி ஒரு விகித மதிப்பாகையால் அதற்கு அலகுகள் இல்லை; வெறும் எண்ணாகக் குறிக்கப்படுகிறது

ஆவி அடர்த்திக்கும், மூலக்கூறு எடைக்கும் உள்ள தொடர்பு

ஒரு வாயுவின் அடர்த்திக்கும், அந்த வாயுவின் மூலக்கூறு எடைக்கும் உள்ள தொடர்பினை அவோகேட்ரோவின் கற்பிதக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி வருவிக்கலாம்.

$$\text{ஒரு வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி} = \frac{\text{ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள வாயுவின் எடை}}{\text{அதே பருமனுள்ள ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

(ஒரே வெப்ப நிலை அழுத்தத்தில்)

ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனளவுள்ள வாயுவில் 'n' மூலக்கூறுகள் உள்ளதாகக் கொள்வோம். அதே வெப்பநிலை அழுத்தத்தில் அதே பருமனளவுள்ள ஹைட்ரஜனில், அவோகேட்ரோ கற்பிதக் கொள்கைப்படி 'n' மூலக்கூறுகள் இருக்குமல்லவா ?

எனவே ஒரு வாயுவின்

$$\text{ஆவி அடர்த்தி} = \frac{n \text{ மூலக்கூறுகள் வாயுவின் எடை}}{n \text{ மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

$$= \frac{1 \text{ மூலக்கூறு வாயுவின் எடை}}{1 \text{ மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உள்ளன.

எனவே, ஒரு வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி

$$= \frac{1 \text{ மூலக்கூறு வாயுவின் எடை}}{2 \times 1 \text{ ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடை}}$$

$$\text{ஆனால் மூலக்கூறு எடை} = \frac{1 \text{ மூலக்கூறு வாயுவின் எடை}}{1 \text{ ஹைட்ரஜன் அணு எடை}}$$

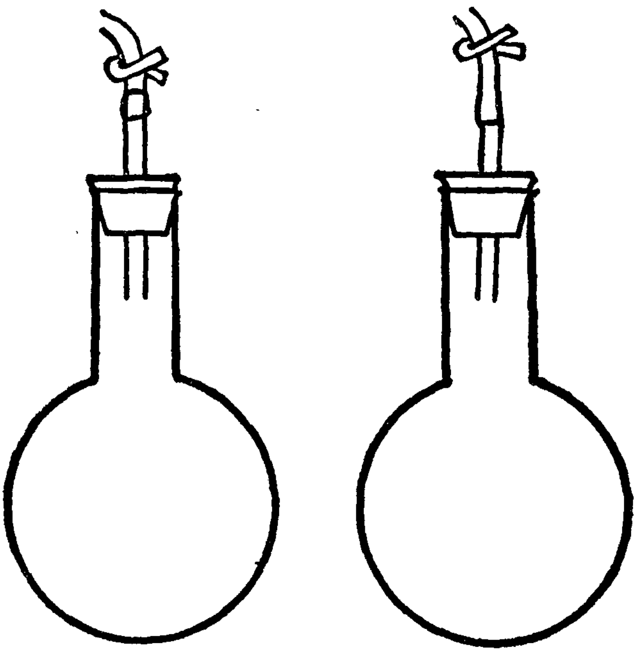
$$\therefore \text{ஆவி அடர்த்தி} = \frac{\text{வாயுவின் மூலக்கூறு எடை}}{2}$$

$$\therefore \text{ஒரு வாயுவின் மூலக்கூறு எடை} = 2 \times \text{ஆவி அடர்த்தி}.$$

மூலக்கூறு எடையைக் காணல்

ஆய்வு - ரெனால்டுமுறை

கொள்ளளவு, எடை ஆகியவற்றில் முற்றிலும் ஒத்த இரு பெரிய குடுவைகளை எடுத்துக்கொள். இவை இரண்டிலும் உள்ள காற்றினை, ஒரு வெற்றிடமாக்கும் பம்ப்பின் மூலம் முற்றிலும் நீக்கு. இந்நிலையில் ஒரு வேதித்தராசின் ஒரு புயத்தில் ஒரு குடுவையையும், மற்றொரு புயத்தில் மற்றொரு குடுவையையும் கட்டித் தொங்கவிடு. இப்போது தராசுக்கோல் கிடைமட்ட நிலையில் இருக்கும். இந்நிலையில் தெரிந்த வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவை உள்ள, ஆவி அடர்த்தி கண்டறிய வேண்டிய வாயுவால் குடுவையை நிரப்பு. வாயுவை நிரப்பியதால் எடையில் ஏற்படும் அதிகரிப்பைக் காலிக் குடுவை உள்ள தராசுத் தட்டில் போடும் எடைகளால் அறியலாம். ஏற்படும் எடை அதிகரிப்பு குடுவையில்



ரெனால்டு முறை—ஆவி அடர்த்தி காணல்
படம். 13

நிரம்பியுள்ள வாயுவின் எடையாகும். வாயுவின் எடை x கிராம் என்போம்.

பிறகு குடுவையிலுள்ள வாயுவை முற்றிலும் நீக்கிவிட்டு அதே வெப்பநிலை, அதே அழுத்தம் உள்ள ஹைட்ரஜன் வாயுவால் குடுவையை நிரப்பி எடை காணவேண்டும். முன்போல் எடையில் ஏற்படும் அதிகரிப்பைக் கணக்கிடு. இது ஹைட்ரஜனின் எடை y கிராம் ஆகும்.

இந்த ஆய்வில் ஒத்த வெப்ப, அழுத்த நிலையில் ஒரே பருமனுள்ள வாயுவின் எடையும், அதே பருமனுள்ள வாயுவான ஹைட்ரஜனின் எடையும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆகவே வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி

$$= \frac{\text{குடுவையிலுள்ள வாயுவின் எடை}}{\text{அதே குடுவையில் நிரம்பிய ஹைட்ரஜனின் எடை}}$$

வாயுவின் எடை $= x$ கிராம்

ஹைட்ரஜனின் எடை $= y$ கிராம்

$\therefore$ வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி $= \frac{x}{y}$

வாயுவின் மூலக்கூறு எடை $= 2 \times$ வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி

$$= 2 \times \frac{x}{y}.$$

விளக்கக் கணக்கு—1

கந்தக-டை-ஆக்ஸைடின் ஆவி அடர்த்தி 32. அதன் மூலக்கூறு எடை எவ்வளவு?

மூலக்கூறு எடை $= 2 \times$ ஆவி அடர்த்தி

$$= 2 \times 32 = 64$$

$\therefore$ கந்தக-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு எடை $= 64$

விளக்கக் கணக்கு—2

S.T.P. இல் உள்ள *400* மிலி. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் எடை *0·80* கி. S.T.P.இல் உள்ள *500* மிலி. ஹைட்ரஜன் எடை *0·045* கி. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் ஆவி அடர்த்தியையும், மூலக்கூறு எடையையும் கணக்கிடுக.

தீர்வு

S.T.P. இல் *400* மிலி. CO_2 இன் எடை $= 0{\cdot}80$ கி.

$\therefore$ S.T.P.ல் *1000* மிலி. CO_2இன் எடை $= \frac{0{\cdot}80}{400} \times 1000$

$= 2{\cdot}0$ கி.

S.T.P.ல் 500 மிலி. ஹைட்ரஜனின் எடை $= 0{\cdot}045$ கி.

∴ S.T.P.ல் 1000 மிலி. ஹைட்ரஜனின் எடை $= 0{\cdot}045 \times 2 = 0{\cdot}09$ கி.

∴ கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் ஆவி அடர்த்தி

$$\frac{\text{S.T.P.ல் 1000 மிலி. } CO_2\text{ன் எடை}}{\text{S.T.P.ல் 1000 மிலி. } H_2\text{ன் எடை}} = \frac{2{\cdot}0}{0{\cdot}09} = 22{\cdot}2$$

∴ கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் மூலக்கூறு எடை $= $ ஆவி அடர்த்தி $\times 2$

$= 22{\cdot}2 \times 2 = 44{\cdot}4$

விளக்கக் கணக்கு—3

ஹைட்ரஜன் சல்பைடின் ஆவி அடர்த்தியைக் கணக்கிடுக. $(H=1,\ S=32)$

ஹைட்ரஜன் சல்பைடின் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2S

மூலக்கூறு எடை $= (2 \times 1) + 32 = 2 + 32 = 34$

∴ ஆவி அடர்த்தி $= \frac{\text{மூலக்கூறு எடை}}{2} = \frac{34}{2} = 17$

∴ ஹைட்ரஜன் சல்பைடின் ஆவி அடர்த்தி $= 17$

வினாக்கள்

1. அணு எடை, மூலக்கூறு எடை ஆகியவற்றை வரையறு.
2. கார்பன்-12ஐ ஒப்பீடாகக் கொண்டு ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடையை வரையறு.
3. ஒரு வாயுவின் ஆவி அடர்த்தி என்றால் என்ன?
4. ஒரு வாயுவின் ஆவி அடர்த்திக்கும் மூலக்கூறு எடைக்கும் உள்ள தொடர்பினை வருவி.
5. ரெனால்டு முறைப்படி ஒரு வாயுவின் மூலக்கூறு எடையைக் காணும் ஆய்வினை விரிவாகக் கூறுக.

சிந்தனைக்கு

ரெனால்டு முறைப்படி ஒரு வாயுவின் மூலக்கூறு எடையைக் காணும் ஆய்வில் இரண்டு குடுவைகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஏன்? ஒரு குடுவையை ஏன் பயன்படுத்தக் கூடாது?

7. அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள்

வேதிச் சேர்மங்கள் பலவகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புகள் என்ற பிரிவுகளாகும்.

அமிலங்களும் அவற்றின் பண்புகளும்

அமிலங்கள் பயனுள்ள வேதிப்பொருள்கள் ஆகும். அமிலம் என்ற சொல் 'புளிப்பு' (Acidus) என்று பொருள்படும். அன்றாட வாழ்வில் நாம் பயன்படுத்தும் பழங்கள், உணவுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றில் அமிலங்கள் உள்ளன. ஆகவேதான் அவைகள் புளிப்பாக உள்ளன. நாம் பயன்படுத்தும் பொருள்களையும் அவற்றிலுள்ள அமிலங்களையும் கீழே அட்டவணையில் காண்போம் :

பொருள்	அமிலம்
ஆப்பிள் பழம்	மாலிக் அமிலம் (Malic acid)
எலுமிச்சம் பழம்	சிட்ரிக் அமிலம் (Citric acid)
திராட்சைப் பழம்	டார்டாரிக் அமிலம் (Tartaric acid)
புளித்த பால்	லாக்டிக் அமிலம் (Lactic acid)

மேலும் இரைப்பை நீரில் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் உள்ளது.

அமிலங்களின் வகைகள்

அமிலங்களைக் கரிம அமிலங்கள் (Organic acids), தாது அமிலங்கள் (Mineral acids) என்ற இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அசிடிக் அமிலம், சிட்ரிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம், டார்டாரிக் அமிலம் முதலியவை கரிம அமிலங்களுக்கு உதாரணங்களாகும். ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் முதலியவை தாது அமிலங்களாகும். இம் மூன்று தாது அமிலங்களும் ஆய்வகங்களில் அதிகம் பயன்படும். எனவே இவற்றைப் பொது அமிலங்கள் (Common acids) என்பர். தாது அமிலங்களில் இருவகையுண்டு. ஆக்ஸிஜன் அடங்கிய அமிலங்களை ஆக்ஸி அமிலங்கள் (Oxy acids) என்பர். நைட்ரிக் அமிலமும், கந்தகஅமிலமும், ஆக்ஸி அமிலத்திற்கு உதாரணங்களாகும். ஆக்ஸி அமிலங்கள் அலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து

உண்டான அமிலங்களாகும். உதாரணமாகக் கந்தக அமிலம் கந்தக-திரி-ஆக்஡ைஸடு நீரில் கரைந்து கிடைக்கும் அமிலமாகும். ஹைறடிரோ குளோரிக் அமிலம், ஹைறடிரோ புரோமிக் அமிலம் போன்ற அமிலங்களில் ஆக்ஸிஜன் இல்லை. இவைகளை ஆக்ஸிஜனற்ற அமிலங்கள் அல்லது 'ஹைடிரமிலங்கள் (Hydracids) என்கிறோம். பொது அமிலங்களின் பொதுவான குணங்களைக் கீழ்க் கண்ட ஆய்வுகள் வெளிப்படுத்துகின்றன :

அமிலத்தின் சுவை : ஆய்வு 1

ஒரு முகவையில் பாதிக்குமேல் நீர் எடுத்துக் கொண்டு அதில் ஏதேனும் ஓர் அமிலத்தின் இரண்டு அல்லது மூன்று சொட்டுகளை ஊற்றி நன்றாகக் கலக்கு. இவ்வாறு கிடைத்த அமிலம் கலந்த நீரைச் சுவைத்துப்பார். அது புளிப்பாக உள்ளது. ஆகவே அமிலங்கள் புளிப்புச் சுவை உடையவை என்று அறிகிறோம்.

அமிலங்களும், காட்டிகளும் : ஆய்வு 2

100 மிலி. அளவுள்ள மூன்று முகவைகளை எடுத்துக்கொள். ஒவ்வொன்றிலும் சிறிதளவு நீர்த்த ஹைறட்ரோகுளோரிக் அமில்த்தை எடுத்துக் கொள். முதல் முகவையில் உள்ள அமிலத்துடன் ஒன்று அல்லது இரண்டு துளிகள் நீல லிட்மஸ் (blue litmus) கரைசலைச் சேர். இரண்டாவது முகவையில் உள்ள அமிலத்துடன் மெத்தில் ஆரஞ்சு (methyl orange) கரைசலையும், மூன்றாவதில் உள்ளதுடன் பினால்ப்தலீனையும் (phenolphthalein) சேர்த்து ஏதேனும் நிறமாற்றம் நிகழ்கிறதா என்று பார். மேற்கண்ட ஆய்வில் நீல லிட்மஸ் சிவப்பாகவும், மெத்திலீன் ஆரஞ்சு இளஞ்சிவப்பாகவும், பினால்ப்தலீன் நிற மற்றதாகவும் மாறுவதைக் காணலாம்.

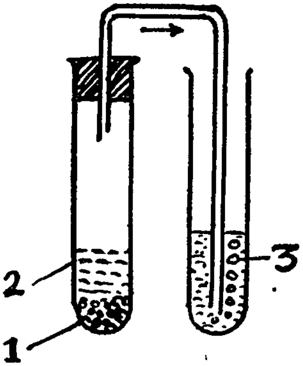
எனவே அமிலங்கள் நீல லிட்மஸை சிவப்பாகவும், மெத்தலீன் ஆரஞ்சை இளஞ்சிவப்பாகவும் பினால்ப்தலீனை நிறமற்றதாகவும் மாற்றுகின்றன என்று அறிகிறோம்.

கார்பனேட்டுக்களுடன் அமிலத்தின் வினை : ஆய்வு 3

ஓர் ஆய்வுகுழாயில் சிறிதளவு சோடியம் கார்பனேட் திண்மத்தை எடுத்துக்கொள். அதனுடன் சில துளிகள் ஹைறட்ரோகுளோரிக் அமிலம் சேர்த்து என்ன நிகழ்கிறது என்று பார்.

அடுத்து ஒரு பக்கக் குழாய் பொருத்தப்பட்ட அடைப்பானால் ஆய்வுகுழாயை மூடு. பக்கக் குழாய் வழியாகக் குபுகுபுவென

ஒரு வாயு வெளிப்படுகின்றது. புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட சுண்ணாம்புத் தெளிவு நீரில் தோய்த்த கண்ணாடிக் குச்சியை



கார்பனேட்டுகளுடன்
அமிலத்தின் வினை
1. சோடியம் கார்பனேட்
2. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்
3. தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீர்
படம். 14

இவ்வாயு சேகரிக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு ஆய்வுகுழாயினுள் நுழைத்தால் சுண்ணாம்புத்தெளிவு பால்போல் மாறுகின்றது.

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ஆதலின் அமிலங்கள் கார்பனேட்டுகளிலிருந்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுவை வெளியேற்றுகின்றன என்று அறிகிறோம்.

உலோகங்களுடன் அமிலத்தின் வினை : ஆய்வு 4

ஓர் ஆய்வுகுழாயில் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை எடுத்துக், கொண்டு, அத்துடன் ஒரு சிறிய துத்தநாகம் அல்லது மக்னீசியம் நாடா அல்லது இரும்புத் துண்டைச் சேர்த்து என்ன நிகழ்கிறது என்று கவனி. உலோகம் அமிலத்திலிருந்து ஒரு வாயுவை வெளிப்படுத்துகிறது.

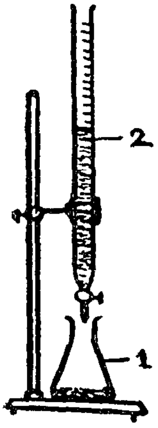
அடுத்து ஆய்வுகுழாயைப் பக்கக்குழாய் இணைக்கப்பட்ட ஓர் இரப்பர் அடைப்பானால் மூடி, வெளிவரும் வாயுவை ஓர் ஆய்வுகுழாயில் சேகரி. சேகரிக்கப்பட்ட வாயுவினுள் ஓர் எரியும் குச்சியைச் செலுத்தினால் அமிலத்திலிருந்து வெளிவரும் வாயு 'பாப்' (pop) என்ற சப்தத்துடன் எரிகின்றது. ஆதலின் இவ்வாயு ஹைடிரஜன் என்பது தெளிவாகிறது.

$$Mg + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$$

நீர்த்த அமிலங்கள் துத்தநாகம், இரும்பு, மக்னீசியம் போன்ற உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து ஹைடிரஜன் வாயுவை வெளி விடுகின்றன என்பதை அறிகிறோம்.

அமிலம் காரத்தை நடுநிலையாக்கல் : ஆய்வு 5

தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட ஒரு பியூரெட்டில் (burette) நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை எடுத்துக் கொள்.



நடுநிலையாக்கல்
1. முகவை
2. பியூரெட்
படம்: 15

ஒரு முகவையில் சிறிதளவு எரிசோடாக் கரைசலை (caustic soda) எடுத்துக்கொண்டு அதனுடன் இரண்டு துளிகள் பினால்ப்தலீன் சேர். கரைசல் இளஞ் சிவப்பு நிறமாக (pink colour) மாறும்.

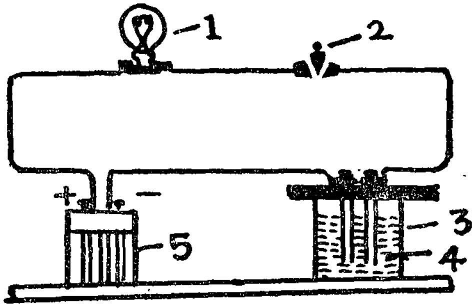
பியூரெட்டில் உள்ள அமிலத்தைச் சிறிது சிறிதாக எரி சோடாக் கரைசலுடன் சேர். முகவையிலுள்ள கரைசலைக் கலக்கிக் கொண்டேயிரு. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அமிலம் சேர்க்கப் பட்டதும் இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறையும். முகவையில் உள்ள கரைசலை ஒரு பீங்கான் தகழியில் ஊற்றி, அது வறண்டுபோகும் அளவிற்கு நன்கு சூடுபடுத்தி, ஆவியாக்கு. கடைசியில் தகழியில் உப்பு எஞ்சுவதைப் பார்.

$$Na(OH) + HCl \rightarrow NaCl + H_2O \uparrow$$

எனவே அமிலங்கள் காரத்தை நடுநிலையாக்குகின்றன. இதனால் உப்பு உருவாகிறது.

அமிலத்தின் மின் கடத்தும் தன்மை

படத்தில் காட்டியபடி மின்கல அடுக்கு, செருகு சாவி, கார்பன்



படம். 16
1. பல்பு 2. செருகு சாவி 3. வோல்டாமீட்டர்
4. அமிலம் 5. மின்கல அடுக்கு

வோல்டாமீட்டர், மின்சார பல்பு ஆகியவற்றை தொடராடுக்கில் இணை. முகவையில் சிறிதளவு நீர்த்த கந்தக அமிலம் எடுத்துக் கொள். செருகு சாவியைச் செருகி மின்சுற்றைப் பூர்த்தி செய்து என்ன நிகழ்கிறது என்று பார். மின்சார பல்பு மின்சுற்று பூர்த்தியானதும் ஒளிர்கிறது. மின்சுற்று, கார்பன் மின்வாய்கள் உள்ள வோல்டா மீட்டரில் உள்ள நீர்த்த அமிலத்தால் பூர்த்தி ஆவதால் மின்சார பல்பு ஒளிர்கிறது. மேலும் கார்பன் மின்வாய் களில் இருந்து வாயுக்கள் வெளிவருகின்றன. இந்த ஆய்வில் இருந்து அமிலங்கள் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் மின் பகுளிகள் என்று அறியப்படுகிறது.

மேற்கண்ட ஆய்வுகளின் விளைவுகளிலிருந்து கீழ்க்கண்ட வாறு அமிலத்திற்கு இலக்கணம் கூறலாம் :

புளிப்புச் சுவை உடையதும், நீல லிட்மஸ் காட்டியைச் சிவப்பாக மாற்றுவதும், உலோகங்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப் படுகின்ற ஹைடிரஜனைத் தன்னகத்தே கொண்டதும், கார்பனேட்டு களைச் சிதைத்துக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுவை வெளியாக்கு வதும், காரத்தோடு கூடி உப்பையும் நீரையும் கொடுப்பதுமான, ஹைடிரஜன் அடங்கிய சேர்மங்கள் அமிலங்கள் ஆகும்.

அமிலங்கள் பெறப்படும் விதங்கள்

அமிலங்கள் பலவகைகளில் பெறப்படுகின்றன. அவற்றில் சில பின்வருமாறு:

1. நேரடிக் கூடுகை

தனிமங்களை நேரடியாகக் கூடும்படிச் செய்து அமிலங்களை உண்டாக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

ஹைடிரஜன், குளோரினுடன் நேரடியாகக்கூடி ஹைடிரஜன் குளோரைடு அமிலத்தையும், ஹைடிரஜன் புரோமினுடன் கூடி ஹைடிரஜன் புரோமைடு அமிலத்தையும் கொடுக்கிறது.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$$
$$H_2 + Br_2 \rightarrow 2\ HBr$$

2. உப்புக்களிலிருந்து அமிலங்களைப் பெறுதல்

சில உப்புக்களை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் சில அமிலங்கள் வெளியாகின்றன.

எடுத்துக்காட்டுகள்

(அ) ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம்

$$NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} NaHSO_4 + HCl$$

(ஆ) நைட்ரிக் அமிலம்

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} NaHSO_4 + HNO_3$$

3. அலோக ஆக்ஸைடு நீரில் கரைவதால் உண்டாதல்

அலோகங்களின் ஆக்ஸைடுகளை நீரில் கரைப்பின் அமிலங்கள் உண்டாகின்றன. அதை ஓர் ஆய்வின் மூலம் அறியலாம்.

ஆய்வு

ஆக்ஸிஜன் நிரம்பிய மூன்று வாயுச் சாடிகளை எடுத்துக்கொள். ஓர் எரிகரண்டியில் சிறிதளவு கரியை வைத்து அதை முதல் ஜாடியினுள் எரியச்செய். இதே போல் இரண்டாவது ஜாடியினுள் கந்தகத்தையும், மூன்றாவது ஜாடியினுள் பரஸ்பரத்தையும் எரியச் செய். இதனால் சாடியினுள் தோன்றும் வாயுக்களை நீர் விட்டுக் கரைத்து கிடைக்கும் கரைசல்களுடன் நீல லிட்மஸ் கரைசலைச் சேர்த்து, நிறமாற்றம் ஏற்படுகிறதா என்று பார்.

கார்பன், கந்தகம், பாஸ்பரஸ் ஆகியவை ஆக்ஸிஜனில் எரிந்து முறையே கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு, பாஸ்பரஸ் (V) ஆக்ஸைடு ஆகியவற்றை உண்டாக்குகின்றன.

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$$

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

$$4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$$

இந்த ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து அமிலங்கள் உண்டாகின்றன. அவைகள் முறையே கார்பானிக் அமிலம், கந்தசஅமிலம், பாஸ்பாரிக் அமிலம் ஆகியவை ஆகும்.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$
$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$
$$2\,P_2O_5 + 6\,H_2O \xrightarrow{\Delta} 4\,H_3PO_4$$

இதேபோல் நீரில் கரைந்து அமிலங்களைக் கொடுக்கின்ற அலோக ஆக்ஸைடுகள் அமில ஆக்ஸைடுகள் என்பர். நீரில் கரைந்து அமிலங்களைக் கொடுக்கும் அலோக ஆக்ஸைடுகளை நீரற்ற அமிலம் (acid anhydride) என்பர். இவற்றை அமில நீரிலி என்றும் கூறுவர்.

அமிலநீரிலி	குறியீடு	கிடைக்கும் அமிலங்கள்	குறியீடுகள்
கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு	SO_2	கந்தச அமிலம்	H_2SO_3
கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு	CO_2	கார்பானிக் அமிலம்	H_2CO_3
கந்தக திரி-ஆக்ஸைடு	SO_3	கந்தக அமிலம்	H_2SO_4
பாஸ்பரஸ் (V) ஆக்ஸைடு	P_2O_5	பாஸ்பாரிக் அமிலம்	H_3PO_4

காரங்கள், அவற்றின் பண்புகள்

அமிலங்களோடு உப்புக்களையும், நீரையும் கொடுக்கும் பொருள்கள் காரங்கள் எனப்படும். உலோக ஆக்ஸைடுகளும், உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளும் அமிலங்களோடு உப்புக்களையும், நீரையும் கொடுப்பதால் அவை காரங்கள் (bases) ஆகும். அம்மோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு அமிலத்தோடு உப்பையும், நீரையும் கொடுப்பதால் இதுவும் காரம் ஆகும்.

சோடியம் ஆக்சைடு, பொட்டாசியம் ஆக்சைடு, கால்சியம் ஆக்சைடு ஆகியவை நீருடன் வினைபுரிந்து உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. இந்த உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் நீரில் கரைவதால் அவை கரைகாரங்கள் (alkalis) எனப்படும்.

$$K_2O + H_2O \rightarrow 2\,KOH$$
$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2\,NaOH$$

பொதுவாக **உலோக ஆக்சைடுகள் அல்லது ஹைட்ராக்சைடுகள் அமிலங்களோடு உப்பையும் நீரையும் கொடுத்தால் அவை பொதுவாகக் காரங்கள் (Bases) என்று வழங்கப்படும்.**

தாமிர (II) ஆக்சைடு, துத்தநாக ஆக்சைடு, மெக்னீசிய ஆக்சைடு ஆகியவை இவ்வகைக் காரங்களுக்கு எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும். கரைகாரங்கள் எல்லாம் காரங்களே. ஆனால் காரங்கள் அனைத்தும் கரைகாரங்கள் அல்ல.

ஓர் அமிலத்திற்கும், காரத்திற்கும் இடையேயான வினைகள் சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

MgO	+ 2 HCl	$\longrightarrow$	$MgCl_2$	+ H_2O
ஆக்சைடு	அமிலம்		உப்பு	நீர்
$Mg(OH)_2$	+ 2 HCl	$\longrightarrow$	$MgCl_2$	+ 2 H_2O
ஹைட்ராக்சைடு	அமிலம்		உப்பு	நீர்

எனவே காரம் என்பது அமிலத்துடன் வினை புரிந்து உப்பையும், நீரையும் உருவாக்கும் உலோகத்தின் ஆக்சைடு அல்லது ஹைட்ராக்சைடு ஆகும்.

காரங்களின் பண்புகளைச் சில ஆய்வுகளின் மூலம் காண்போம் :

காரத்தின் சுவையும், தன்மையும் : ஆய்வு 1

ஒரு முகவையில் 50 மிலி. நீர் எடுத்துக்கொள். அதனுடன் 0·5 கிராம் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு சேர்த்துக் கிடைக்கும் கரைசலில் இரு சொட்டுக்களை விரல்களுக்கு இடையே எடுத்து நெருடு. அடுத்து மிக நீர்த்த கரைசலில் ஒரு துளியை எடுத்து நாவில் இட்டுச் சுவை. **காரக் கரைசல் தொடுவதற்கு வழவழப்பாகவும், விரும்பத்தகாத காரச் சுவை உடையதாயும் இருப்பதை உணர்வீர்கள்.**

காரமும் காட்டிகளும் : ஆய்வு 2

மூன்று ஆய்வுகுழாய்களில் ஒவ்வொன்றிலும் சிறிதளவு நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை எடுத்துக்கொள். முதல் ஆய்வுகுழாயில் ஓரிரு துளிகள் சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசலையும், இரண்டாம் ஆய்வுக் குழாயில் மெத்தில் ஆரஞ்சையும், மூன்றாவதில் பினால்ப்தலீனையும் சேர்த்து நிகழும் மாற்றத்தைக் கவனி.

காரங்கள் சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசலை நீலமாகவும், மெத்தில் ஆரஞ்சை மஞ்சளாகவும், பினால்ப்தலீனை இளஞ் சிவப்பாகவும் மாற்றுகின்றன என்பதை அறிகிறோம்.

அமிலத்துடன் காரத்தின் வினை : ஆய்வு 3

ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் 5 மிலி. நீரை எடுத்துக்கொண்டு அதில் 0·5 கிராம் சோடியம் ஹைராக்சைடைக் கரையச்செய். கிடைக்கும் கரைசலுடன் ஓரிரு துளிகள் பினால்ப்தலீன் சேர்.

இதனுடன் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைத் துளித் துளியாகச் சேர். இதனால் ஒரு நிலையில் கரைசல் நிறமற்றதாக மாறும்.

இக் கரைசலை ஒரு பீங்கான் தகழியில் வறண்டுபோகும் அளவிற்குக் காய்ச்சு. இறுதியில் தகழியில் உப்புத் தங்குவதைக் காணலாம்.

காரம் + அமிலம் $\longrightarrow$ உப்பு + நீர்

இதிலிருந்து காரங்கள் அமிலங்களை நடுநிலையாக்கி உப்பையும் நீரையும் கொடுக்கும் என்பது தெரிகிறது.

அம்மோனியா உப்பு கரைகாரத்துடன் வினை : ஆய்வு 4

ஓர் ஆய்வுகுழாயில் 3 மிலி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை எடுத்துக்கொள். அத்துடன் 3 மிலி. அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்த்துச் சிறிது சூடுபடுத்து. வெளியாகும் வாயுவின் மணத்தை முகர்ந்துபார். ஆய்வுகுழாயின் வாயருகே சிவப்பு லிட்மஸ் தாளை வைத்து, ஏதேனும் நிறமாற்றம் ஏற்படுகிறதா என்று பார்.

கரைகாரங்கள் அம்மோனியம் உப்புகளிலிருந்து அம்மோனியாவை விடுவிக்கின்றன.

அம்மோனியம் சிவப்பு லிட்மஸ்ஸை நீல நிறமாக மாற்றுகிறது. வெளிவரும் வாயு அம்மோனியா ஆகும்.

உலோக உப்புடன் கரைகாரத்தின் வினை : ஆய்வு 5

ஓர் ஆய்வுகுழாயில் 3 மிலி. தாமிர சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக்கொள். அதனுடன் 3 மிலி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைச் சேர். என்ன நிகழ்கிறது என்று பார்.

கரைகாரங்கள் உலோக உப்புக்களின் கரைசல்களில் இருந்து கரையாத ஹைட்ராக்சைடுகளைக் கொடுக்கின்றன.

காரத்தின் மின் கடத்தும் தன்மை : ஆய்வு 6

படம். 16ல் காட்டியபடி மின்கல அடுப்பு, செருகு சாவி, கார்பன் வோல்டாமீட்டர், மின்சார பல்பு ஆகியவற்றை தொடரடுக்கில் இணைத்து முகவையில் சிறிதளவு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை எடுத்துக் கொள். செருகு சாவியைச் செருகி மின்சுற்றைப் பூர்த்திசெய்து என்ன நிகழ்கிறது என்று கவனி. மின்சுற்று பூர்த்தியானதும் மின்சார பல்பு ஒளிர்கிறது. மின்சுற்று கார்பன் வோல்டாமீட்டரில் உள்ள சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலால் பூர்த்தி ஆவதால் மின்சார பல்பு ஒளிர்கிறது. மேலும் கார்பன் மின்வாய்களிலிருந்து வாயுக்கள் வெளிவருகின்றன. இந்த ஆய்விலிருந்து காரங்கள் மின் கடத்தும் திறன் உடைய மின்பகுளிகள் என அறிகிறோம்.

மேற்கூறிய ஆய்வுகளின் விளைவால் காரத்தின் இலக்கணத்தைப் பின்வருமாறு இயம்பலாம் :

"அமிலங்களோடு வேதிவினை புரிந்து உப்பையும், நீரையும் கொடுப்பதும், சிவப்பு லிட்மஸ்ஸை நீல நிறமாக மாற்றுவதும், நீரில் கரையும், கரையாததுமான உலோக ஆக்சைடு அல்லது உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் காரங்கள் ஆகும்".

கரைகாரங்களின் வகைகள்

காரங்களை எரிகாரங்கள் (caustic alkalis), மென்காரங்கள் (mild alkalis) என்றும் வகைப்படுத்தலாம். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகிய இரண்டும் எரிகாரங்களாகும். ஏனெனில் இவை துணி, காகிதம், மரம் முதலியவைகளை அரித்துக் கூழாக்குகின்றன. எரிகாரங்களின் இயல்பைப் பெறாத கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு, அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகியவை மென்காரங்கள்.

அமிலம் காரங்கள் பற்றிய அர்ஹீனியஸ் கொள்கை

அர்ஹீனியஸ் கொள்கைப்படி மின்சாரத்தைக் கடத்தும் பொருள்கள் நீரில் கரைந்து அயனிகளைக் கொடுக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக சோடியம் குளோரைடு நீரில் கரைந்து சோடியம் அயனியையும், குளோரைடு அயனியையும் கொடுக்கும்.

$$NaCl \longrightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவை மின்சாரத்தைக் கடத்தும் பொருள்களாதலால் அவை நீரில் கரைந்து பிரிகை அடையும். **அர்ஹீனியஸ் கொள்கைப்படி நீரில் கரைந்து பிரிகையடைந்து ஹைட்ரஜன் அயனியைக் கொடுக்கவல்ல பொருள்கள் அமிலங்கள் எனப்படும்.** எடுத்துக்காட்டாக ஹைட்ரஜன் குளோரைடு நீரில் கரைந்து, பிரிகை அடைந்து ஹைட்ரஜன் அயனியைக் கொடுக்கிறது. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு ஓர் அமிலமாகும்.

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$
$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$
$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

ஆகவே அமிலங்களை **"ஹைட்ரஜன் அயனி வழங்கிகள்"** எனக் கூறலாம்.

இதேபோல் **நீரில் கரைந்து பிரிகை அடைந்து ஹைட்ராக்சில் அயனியை (OH^-) தரவல்ல பொருள்கள் காரங்கள் எனப்படும்.** எடுத்துக்காட்டாக

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$$

ஆகவே காரங்களை **ஹைட்ராக்சில் அயனி வழங்கிகள்** எனக் கூறலாம்.

உப்புக்கள்

அன்றாட வாழ்வில் உப்பு என்று கூறும்போது சோடியம் குளோரைடு என்ற சேர்மத்தைக் குறிப்பிடுகிறோம். வேதியியல் நூலின்படி காரங்களும், அமிலங்களும் வேதிவினை புரிந்து உண்டாகும் பொருள்கள் உப்புகளாகும். அமிலங்களிலுள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எளிதில் வெளியேற்றப்படும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உலோகங்கள் அல்லது அம்மோனியம் உறுப்பினால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டுக் கிடைக்கும் சேர்மங்கள் உப்புக்கள் எனப்படும்.

உப்புக்களின் வகைகள்

உப்புக்கள் **இயல்பான உப்புக்கள், அமில உப்புக்கள், கார உப்புக்கள்** எனப் பலவகைப்படும்.

உப்புக்கள் உருவாதல்

1. அமிலத்தோடு உலோகத்தைச் சேர்த்து உப்பு உண்டாக்குதல்

துத்தநாகத்தை நீர்த்த கந்தக, அமிலத்தோடு சேர்த்தால் துத்தநாக சல்பேட் என்ற உப்புக் கரைசல் உண்டாகும். ஹைட்ரஜன் துத்தநாகத்தால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டு வெளியேறும்.

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

உலோக ஆக்சைடோடு அமிலங்களைச் சேர்த்து உப்பு உருவாக்கலாம். அப்பொழுது உலோக ஆக்சைடில் உள்ள ஆக்சிஜன் அமிலத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜனுடன் கூடி நீர் உண்டாகிறது.

$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

2. காரங்களோடு அமிலங்களைச் சேர்த்து நடுநிலையாக்கல் முறையில் உப்பு உருவாதல்

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற காரங்களோடு அமிலங்களைச் சேர்த்தால், காரத்தன்மை அமிலத் தன்மையற்ற உப்பும், நீரும் உண்டாகின்றன.

இந்த வேதி மாற்றத்தை நடுநிலையாக்கல் (neutralization) என்பர்.

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

3. உலோக கார்பனேட்டுக்களோடு அமிலங்களைச் சேர்த்து உப்புகளைத் தயார் செய்தல்

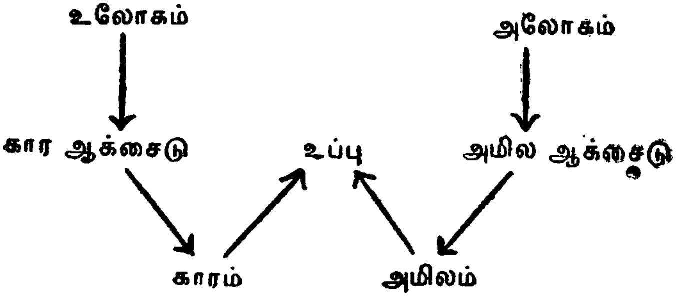
உலோகக் கார்பனேட்டுக்களோடு அமிலங்களைச் சேர்த்தால் உப்புக்கள், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, நீர் முதலியவை கிடைக்கின்றன. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயு வெளியேறும். உப்புக் கரைசல்கள் தங்கும். கரைசல்களை ஆவியாக்கினால் உப்பு கிடைக்கும்.

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$$

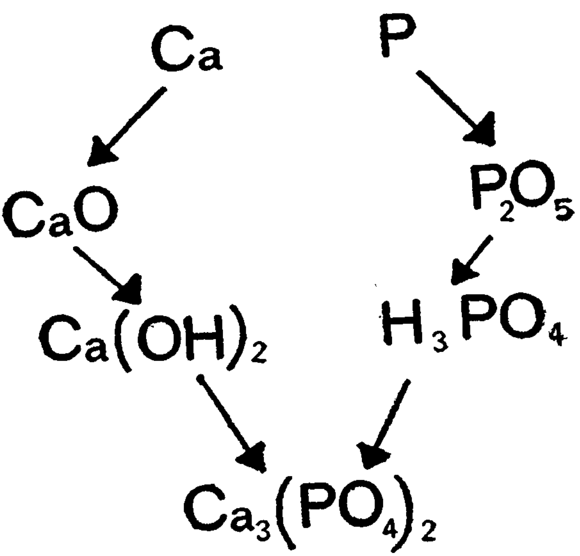
உப்புக்களுக்குப் பெயரிடும் முறை

ஓர் உப்பில் பெயரின் முதல் பகுதி உலோகத்தையும், பிற்பகுதி அவ்வுப்பை உண்டாக்கிய அமிலத்தின் பெயரையும் குறிக்கும்.

உதாரணமாக தாமிர ஆக்சைடு, கந்தக அமிலத்தோடு வினை புரிந்து தாமிர சல்பேட் உப்பு உருவாகிறது. தாமிரம் உலோகப் பகுதி. சல்பேட்டு எனப்படுவது அவ்வுப்பை உண்டாக்கிய அமிலத்தின் பகுதியாகும். கந்தக அமிலத்திலிருந்து கிடைக்கின்ற உப்புக்கள் சல்பேட்டுக்களாகும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தி



உப்பு ஏற்படும் முறை
படம் 16-A



உப்பு ஏற்படும் முறை—எடுத்துக்காட்டு
படம் 16-B

லிருந்து கிடைக்கும் உப்புக்கள் குளோரைடுகளாகும். நைட்ரிக் அமிலத்திலிருந்து கிடைக்கின்ற உப்புக்கள் நைட்ரேட்டுக்களாகும்.

வீரியம் மிகு, வீரியம் குறைந்த காரங்கள், அமிலங்கள்

அமிலங்களும் காரங்களும் வினைபுரிந்து உப்புக்களும், நீரும் உண்டாகும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் ஆகிய அமிலங்கள் வீரிய மிக்க அமிலங்கள் (strong acids) எனப்படும்.

இதேபோல் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகியவை வீரியம் மிக்க காரங்கள் (strong bases) ஆகும்.

கார்பானிக் அமிலம், அசிடிக் அமிலம் ஆகியவை வீரியம் குறைந்த அமிலங்கள் (weak acids) ஆகும். அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு, இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு போன்ற காரங்கள் வீரியம் குறைந்த காரங்கள் (weak bases) ஆகும்.

உப்புக்கள் வீரியமிகு அமிலமும், வீரிய மிகு காரமும் வினை புரிவதன் விளைவாக உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டு சோடியம் குளோரைடு.

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

வீரியமிகு காரமான சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும், வீரியம் குறைந்த அமிலமான கார்பானிக் அமிலமும் வினைபுரிந்து சோடியம் கார்பனேட் உப்பு உண்டாகிறது.

$$2\ NaOH + H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

வீரியம் குறைந்த காரமான இரும்பு (III) ஹைட்ராக்சைடும், வீரியமிகு ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் வினைபுரிவதால் இரும்பு (III) குளோரைடு உப்பு உண்டாகிறது.

$$Fe(OH)_3 + 3\ HCl \rightarrow FeCl_3 + 3\ H_2O$$

உப்புக்களை நீராற் பகுத்தல்

மூன்று ஆய்வுகுழாய்களில் சோடியம் குளோரைடு, சோடியம் கார்பனேட், இரும்பு (III) குளோரைடு ஆகியவற்றின் நீர்த்த கரைசல்களைத் தனித்தனியே சிறிதளவு எடுத்துக்கொள். ஒவ்வொரு கரைசல்களிலும் நீல, சிவப்பு லிட்மஸ் தாள் கொண்டு நனைத்து அவற்றின் அமில, காரப்பண்புகளைக் கண்டறிக.

சோடியம் குளோரைடு கரைசல் சிவப்பு, நீல லிட்மஸ் தாளில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்துவது இல்லை. எனவே **சோடியம் குளோரைடு உப்பு நடுநிலைத்தன்மை உடையது**. இது நீருடன் வினை புரிவதில்லை.

சோடியம் கார்பனேட் உப்புக் கரைசல், சிவப்பு லிட்மஸ் தாளை நீல நிறமாக மாற்றுகிறது. ஏன்? அதாவது சோடியம் கார்பனேட் உப்பாக இருப்பினும் அதன் நீர்க்கரைசல் காரத் தன்மை உடையதாக இருக்கிறது. காரணம் சோடியம் கார்பனேட் என்ற உப்பு நீருடன் நீராற்பகுப்பு வினையில் ஈடுபட்டு வீரியமிகு காரத்தையும், வீரியம் குறைந்த அமிலத்தையும் கொடுக்கிறது. இதைப் பின்வரும் சமன்பாடு விளக்குகிறது :

$$\underset{\text{உப்பு}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{நீர்}}{H_2O} \rightarrow \underset{\text{காரம்}}{2\,NaOH} + \underset{\text{அமிலம்}}{H_2CO_3}$$

இரும்பு (III) குளோரைடு கரைசல் அமிலத்தன்மை உடையதாக உள்ளது. இவ்வுப்பு நீருடன் நீராற்பகுத்தல் வினைபுரிந்து வீரியம் குறைந்த காரத்தையும், வீரிய மிக்க அமிலத்தையும் கொடுக்கிறது. இதைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம் :

$$\underset{\text{உப்பு}}{FeCl_3} + \underset{\text{நீர்}}{3\,H_2O} \longrightarrow \underset{\text{காரம்}}{Fe(OH)_3} + \underset{\text{அமிலம்}}{3\,HCl}$$

ஆகவே இரும்பு (III) குளோரைடு கரைசல் அமிலத்தன்மையுடையது. நீராற்பகுத்தல் வினையில் உப்பானது நீருடன் வினை புரிந்து அமிலத்தையும் காரத்தையும் கொடுக்கிறது. அமிலமும், காரமும் வினைபுரிந்து உப்பையும் நீரையும் கொடுக்கும் வினையை **நடுநிலையாக்கல்** (Neutralization) என்கிறோம். ஆகவே உப்பு நீரோடு வினைபுரிந்து அமிலத்தையும் காரத்தையும் கொடுக்கும் **நீராற்பகுத்தல்** (Hydrolysis) வினையை நடுநிலையாக்கல் வினைக்கு எதிரான வினை என்பர்.

மேலே கூறப்பட்ட ஆய்வுகளில் இருந்து கீழ்க்கண்ட உண்மைகள் அறியப்படுகின்றன :

1. வீரியம் மிகுந்த அமிலம், வீரியம் மிகு காரம் ஆகியவை வினைபுரிவதன் விளைவாக உருவாகும் சோடியம் குளோரைடு, பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ஆகிய உப்புக்கள் நீருடன் நீராற்பகுத்

தல் வினையில் ஈடுபடுவது இல்லை. ஆகவே அவைகளின் நீர்க் கரைசல்கள் நடுநிலைத்தன்மை உடையனவாக உள்ளன.

2. வீரியமிகு காரமான சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்சியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்றவை வீரியம் குறைந்த அமிலங்களான கார்பானிக் அமிலம், அசிட்டிக் அமிலம் ஆகியவற்றுடன் வினை புரிவதன்காரணமாக உருவாகும் உப்புக்களான சோடியம் கார்பனேட், பொட்டாசியம் அசிடேட்டு போன்ற உப்புக்கள் நீருடன் நீராற்பகுத்தல் வினையில் ஈடுபட்டு வீரியமிகு காரமான பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு முதலியவற்றைக் கொடுப்பதால் அவைகளின் நீர்க் கரைசல்கள் காரத்தன்மை உடையனவாக உள்ளன.

3. வீரியம் குறைந்த காரமான அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு, இரும்பு (III) ஹைட்ராக்சைடு போன்றவை வீரியமிகு அமிலங்களான ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் முதலியவற்றுடன் வினை புரிவதன் விளைவாக உருவாகும் உப்புக்களான இரும்பு (III) குளோரைடு, அலுமினியம் சல்பேட் போன்ற உப்புக்கள் நீருடன் நீராற்பகுத்தல் வினைபுரிந்து வீரிய மிகு அமிலங்களான ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் போன்றவற்றைக் கொடுப்பதால் அவ்வுப்பின் நீர்க்கரைசல்கள் அமிலத்தன்மை உடையனவாக உள்ளன.

வினாக்கள்

1. ஆய்வகத்தில் பெரிதும் பயன்படும் பொது அமிலங்கள் கூறுக.
2. அமிலம் என்றால் என்ன ?
3. அமிலங்களின் வகைகள் யாவை ? உதாரணங்கள் தருக.
4. அமிலங்களின் பொதுப் பண்புகளைக் கூறுக.
5. காரங்கள் என்றால் என்ன ? உதாரணங்கள் தருக.
6. கரை காரங்கள் என்றால் என்ன ? உதாரணங்கள் தருக.
7. கரை காரங்களின் வகைகள் யாவை ?
8. காரங்களின் பொதுப்பண்புகளைத் தொகுத்துரைக்க.
9. காரங்களின் கரைசல்களும், அமிலக் கரைசல்களும் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை உடையன என்பதனைக் காட்டும் ஆய்வினை விவரிக்க.
10. மென்காரங்கள் இரண்டு கூறுக.

11. உப்புக்கள் என்றால் என்ன ?

12. உப்புக்கள் உருவாகும் வகைகளைபற்றிக் கூறி ஒவ்வொன்றிற்கும் எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

13. உப்புக்கள் எவ்வாறு பெயரிடப்படுகின்றன ?

14. நடுநிலையாக்கல் என்றால் என்ன ?

15. நீராற்பகுத்தல் என்றால் என்ன ? எத்தகைய உப்புக்கள் நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன என்பதை எடுத்துக் காட்டுகளுடன் விளக்குக.

16. அர்ஹீனியஸ் கொள்கைப்படி அமிலம், காரம் என்பதனை வரையறு.

தெரிந்து கொள்

காரங்களுக்கு ஆங்கிலத்தில் Alkalis என்று பெயர். இச்சொல் Al-kali (சாம்பல்) என்ற அராபியச் சொல்லிலிருந்து வந்தது. விறகுகளை எரித்துக் கிடைக்கும் சாம்பலிலிருந்து முதன்முதல் காரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டதால் இப்பெயர் ஏற்பட்டது.

சிந்தனைக்கு

1. அலுமினியம் சல்பேட்டு உப்பாக இருப்பினும், அதன் நீர்க் கரைசல் அமிலத்தன்மை உள்ளதாக இருக்கிறது. நீல லிட்மஸ் கரைசலைச் சிவப்பாக மாற்றுகிறது. ஏன் ?

2. மஞ்சள் கறைபட்ட துணியின் மேல் சோப்பைப் போடும் போது, கறைபடிந்த இடங்கள் சிவப்பாக மாறுவதேன் ?

8. குளோரின்

மூலக்கூறு குறியீடு : Cl_2 **மூலக்கூறு எடை : 70·92**

ஆக்சிஜன், ஹைடிரஜன் போன்ற தனிமங்களைப்போல் குளோரினும் வாயு நிலையிலுள்ள ஓர் அலோகத் தனிமம் ஆகும். 1810-ஆம் ஆண்டில் டேவி (Davy) என்ற விஞ்ஞானி குளோரின் ஒரு தனிமம் என்பதை நிரூபித்தார். அவரே இதற்குப் 'பசுமை கலந்த மஞ்சள்' என்ற பொருள் தரும் 'குளோரின்' என்ற பெயரையும் கொடுத்தார். 1774-ஆம் ஆண்டில் ஷீலி (Scheely) என்ற விஞ்ஞானி ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தையும், மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடையும் சேர்த்துச் சூடாக்கி குளோரின் வாயுவை முதன் முதலாகத் தயார் செய்தார். 1915- இல் முதல்

உலகப்போரின்பொழுது ஜெர்மானியர்கள் குளோரின் வாயுவைக் கொண்டு எதிரிகளை மூச்சடைக்கச் செய்தனர்.

இயற்கையில் குளோரின் கிடைப்பு

குளோரின் வினைதிறன் மிக்க தனிமம். எனவே இது இயற்கையில் தனித்த நிலையில், தனிமமாகக் கிடைப்பதில்லை. கடல் நீரிலிருந்து கிடைக்கும் சோடியம் குளோரைடு, மக்னீசியம் குளோரைடு, கால்சியம் குளோரைடு, பொட்டாசியம் குளோரைடு போன்றவைகளில் குளோரின் அடங்கியுள்ளது. அன்றாட வாழ்விலும், வேதித் தொழிற்கூடங்களிலும் பயன்படும் சாதாரண உப்பான சோடியம் குளோரைடு குளோரினின் மிக முக்கியமான சேர்மம் ஆகும்.

குளோரின் தயாரித்தல்

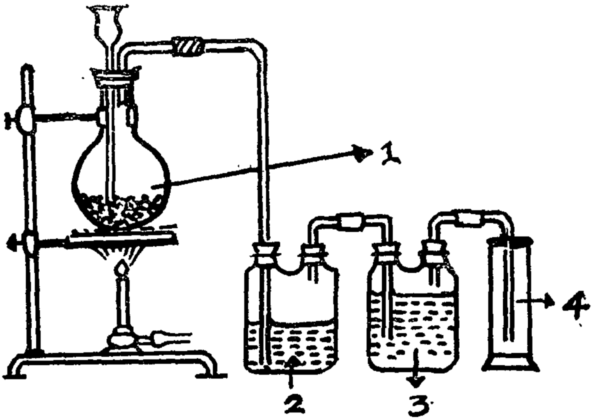
பெருமளவில் தேவைப்படும்போது குளோரின் காஸ்ட்னெர்—கெல்னர் (Castner-Kellner) முறைப்படி தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில், சோடியம் குளோரைடு கரைசல் மின்னாற்பகுப்பு (Electrolysis) அடைந்து நேர் மின்வாயில் குளோரின் வெளிப் படுகிறது.

ஆய்வகத்தில் குளோரின் தயாரித்தல்

ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்திலிருந்து குளோரின் தயாரிக்கப் படுகின்றது. இந்த அமிலம் ஹைடிரஜனும், குளோரினும் சேர்ந்த சேர்மம் ஆகும். ஆதலால் இந்த அமிலத்திலிருந்து ஹைடிரஜனை ஆக்ஸிகரணம் செய்தால் குளோரின் கிடைக்கும். ஆய்வகத்தில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்திலிருந்து ஹைடிரஜனை ஆக்ஸி கரணம் செய்ய மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடு என்ற ஆக்ஸிகரணியை அமிலத்துடன் சேர்த்து சூடாக்குவார்கள்.

படம் 17ல் காட்டியபடி ஆய்வுக்கருவிகளை அமைத்துக்கொள். அடிப்பக்கம் உருண்டையான குடுவையில் கருமை நிறமுள்ள மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடுத்தூள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. குடுவை ஓர் இரு துவாரமுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் நன்றாக இறுக மூடப்பட்டுள்ளது. ஒரு துவாரத்தின் வழியே நீண்ட காம்புடைய திசில் புனலொன்று செருகப்பட்டுள்ளது. புனலின் கீழ்முனை குடுவையின் அடிப்பாகத்தைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்க வேண்டும். இவ்வாறு இல்லாவிட்டால் வேதிவினை நிகழும்போது குளோரின் வாயு திசில் புனல் வழியாக வெளியேறிவிடும். அடைப் பானில் உள்ள மற்றொரு துவாரத்தின் வழியாக் ஒரு போக்குக்

குழாய் செருகப்பட்டுள்ளது. போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி நீருள்ள ஒரு கழுவுக் குடுவையோடு இணைக்கப்பட்டு அதிலுள்ள



குளோரின் தயார் செய்தல்

(1) மாங்கனீஸ்-டை-ஆக்சைடு + அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் (2) நீர் (3) அடர் கந்தக அமிலம் (4) குளோரின்

படம். 17

நீரில் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. கழுவுக் குடுவையோடு இணைக்கப் பட்டுள்ள மற்றொரு போக்குக் குழாயின் வெளிநுனி இரண்டாவது கழுவுக்குடுவையினுள் செருகப்பட்டுள்ளது. அதில் அடர் கந்தக அமிலம் உள்ளது. இரண்டாவது கழுவுக் குடுவையுடன் இணைக் கப்பட்டுள்ள போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி ஒரு வாயு ஜாடியில் முடிவடைகிறது. திசில் புனல் வழியாக அடர் ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலத்தை ஊற்றிக் குடுவையை வெப்பப்படுத்த வேண்டும். அப்போது ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலமும், மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடும் வேதிவினை புரிந்து குளோரின் வாயு உண்டாகும். மங்கனீசு குளோரைடும், நீரும் உடன் வினை பொருள்களாகும்.

வேதிவினை

$$MnO_2 + 4\,HCl \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2 \uparrow$$

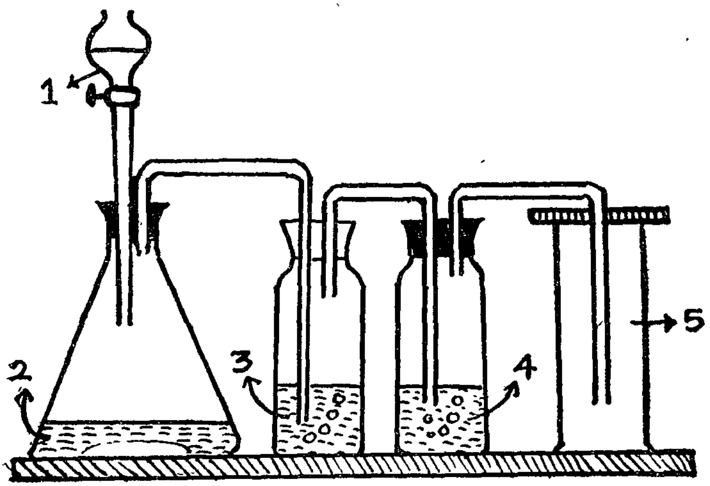
குளோரின் வாயுவோடு ஓரளவு ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவும் வெளிவரும். கழுவுக் குடுவையிலுள்ள நீர் வழியாக

வாயுக்கலவை செலுத்தப்படும்போது அதிக அளவு கரையும் திறனுள்ள ஹைடிரஜன் குளோரைடு நீரில் கரைந்துவிடும். குளோரின் சிறிதளவுதான் நீரில் கரையும். கரையாத மிகுதியான குளோரின் வாயு இரண்டாவது கழுவுக் குடுவைக்குள் செல்லும். அங்குள்ள அடர் கந்தக அமிலம் வாயுவிலுள்ள நீரை உறிஞ்சி விடும். உலர்ந்த குளோரின், வாயு ஜாடியில் உள்ள காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி (Upward Displacement) செய்து நிரம்புகின்றது. குளோரின், ஜாடியில் கீழ் நோக்கி நிரம்பும். காற்று மேல் நோக்கி வெளியேறும்.

(குறிப்பு : மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடு, சோடியம் குளோரைடு ஆகியவை அடங்கிய கலவையைக் குடுவையில் எடுத்துக் கொண்டு புனல் வழியாக அடர்கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிச் சூடாக்கி குளோரின் தயார் செய்யலாம். இதுவும் முன்சொன்ன முறையைப் போன்றது).

தூய்மையான குளோரின் தயார் செய்தல்

மிகத் தூய்மையான குளோரினைச் சாதாரண வெப்ப



தூய்மையான குளோரின் தயார் செய்தல்
1. அடர் அமிலம் 2. பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் 3. நீர்
4. அடர்கந்தக அமிலம். 5. குளோரின்.
படம் 18.

நிலையில் தயார் செய்ய அடர் ஹைடிரோ-குளோரிக் அமிலத்தோடு பொட்டாசியம்-பர்மங்கனேட்டு என்ற ஆக்சிகரணியைச்

சேர்க்கின்றார்கள். அப்போது வெப்பப்படுத்துதல் இன்றியே தூய்மையான குளோரின் தொடர்ச்சியாக வெளிவருகின்றது.

$$2\,KMnO_4 + 16\,HCl \rightarrow 2\,KCl + 2\,MnCl_2 + 8\,H_2O + 5\,Cl_2 \uparrow$$

(**குறிப்பு :** குளோரின் வாயு நீரின் வழியாகச் செல்லும்போது அதிலுள்ள ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் கரைந்து தங்கி விடும். அடுத்து அடர்கந்தக அமிலத்தின் வழியாகச் செல்லும் போது, குளோரினில் உள்ள ஈரம் நீக்கப்படும் குளோரின் தூய்மை அடைந்து உலர்ந்து வெளியேறும்).

குளோரினின் இயற்பியல் பண்புகள்

இது பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு. நீரில் கரையும். இந்நீருக்குக் குளோரின் நீர் என்று பெயர். இவ்வாயு காற்றைவிட சுமார் 2½ மடங்கு கனமானது. இது நெடியுள்ள மணமுடையது. இதைச் சுவாசித்தால் மூக்கு, தொண்டை ஆகியவைகளிலுள்ள மென்மையான சிலேட்டுமப் படலம் அழிந்து விடும்.

வேதியியல் பண்புகள்

தனிமங்களோடு வினை : குளோரின் மிக்க வினைத்திறன் உள்ளது. ஆதலின் இதில் அலோக, உலோகத் தனிமங்கள் நேராகக்கூடி குளோரைடுகளைக் கொடுக்கின்றன.

அலோகங்களுடன் வேதிவினை : (1) குளோரின் நிரம்பிய வாயு ஜாடியின் மீது ஹைடிரஜன் நிரம்பிய வாயு ஜாடியைக் கவிழ்த்து வெயிலில் வை. அப்போது இவ்விரண்டு வாயுக்களும் பலத்த ஓசையுடன் ஒன்றுகூடி ஹைடிரஜன் குளோரைடு என்ற வாயுவைக் கொடுக்கின்றன.

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\,HCl$$

(2) வெண்பாஸ்வரத் துண்டு ஒன்றை எரிகரண்டியில் வைத்து அதைக் குளோரின் ஜாடியில் நுழைத்தால் பாஸ்வரம் பிரகாசமாக எரிந்து பாஸ்பரஸ் (III) குளோரைடு உண்டாகின்றது.

$$2\,P + 3\,Cl_2 \rightarrow 2\,PCl_3$$

உலோகங்களுடன் வேதிவினை : (1) குளோரின் நிரம்பிய ஜாடியில் சூடாக்கப்பட்ட ஆண்டிமனி தூளைப் போடு. அது தீப்பொறியுடன் எரிந்து வெண்மை நிறப்புகை உண்டாகின்றது. இப்புகை நச்சுத் தன்மையுள்ள ஆண்டிமனி (III) குளோரைடாகும்.

$$2\ Sb + 3\ Cl_2 \rightarrow 2\ SbCl_3$$

(2) ஓர் எரிகரண்டியில் சிறு துண்டு சோடியத்தை வைத்து அந்தக் குளோரின் வாயுவுள்ள ஜாடியில் நுழைத்தால் அது பிரகாசமாக எரிந்து சோடியம் குளோரைடைக் கொடுக்கின்றது.

$$2\ Na + Cl_2 \rightarrow 2\ NaCl$$

(3) சூடாக்கப்பட்ட மெல்லிய தாமிரத் தகடு ஒன்றைக் குளோரின் நிரம்பிய சாடியில் நுழைத்தால் தாமிரம் எரிந்து, தாமிரக் குளோரைடாக மாறிவிடுகின்றது.

$$Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$$

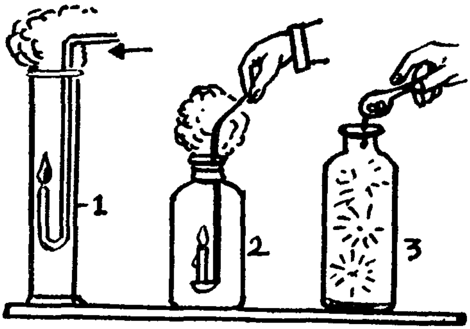
ஹைடிரஜன் மீது நாட்டம் : குளோரினுக்கு ஹைடிரஜன் மீது மிகுந்த வேதி நாட்டம் உள்ளது. இதைக் கீழ்க்கண்ட ஆய்வுக்களால் அறியலாம் :

(1) சூடான டர்பென்டைனில் (கற்பூரத்தைலம்) தோய்த்த ஒரு காகிதத்தைக் குளோரின் நிரம்பிய வாயுச் சாடியில் நுழைத்தால் வெண்மையான புகை உண்டாகிறது. காகிதம் கறுப்பாக மாறும். வெளிவரும் வெண்புகை ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஆகும். டர்பன்டைனிலுள்ள ஹைட்ரஜனுடன் குளோரின் வினை புரிவதால் காகிதம் கறுப்பாக மாறுகிறது.

$$C_{10}H_{16} + 8\ Cl_2 \rightarrow 10\ C + 16\ HCl \uparrow$$

(2) ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியைக் குளோரின் ஜாடிக்குள் நுழை. மெழுகுவர்த்தி மங்கிய சுவாலையுடன் எரியும். அப்போது அடர்த்தியான கரிப்புகை உண்டாகும். ஏனெனில் குளோரின்

மெழுகுவர்த்தியிலுள்ள ஹைட்ரஜனுடன் கூடி ஹைடிரஜன் குளோரைடு உண்டாவதால் கார்பன் வெளியேறுகிறது.



குளோரினின் வேதிப் பண்பு
1. ஹைட்ரஜன் எரிதல் 2. மெழுகு எரிதல் 3. ஆண்டிமணி எரிதல்.
படம் 19.

இவ்விரண்டு சோதனைகளும் குளோரினுக்கு ஹைடிரஜன் மீதுள்ள நாட்டத்தைத் தெளிவுபடுத்துகின்றன.

எரிகாரங்களுடன் வினை

குளோரின் காரங்களுடன் வினைபுரிகின்ற முறையும், அவ் வினையால் விளைந்த பொருள்களின் தன்மையும், வினையில் பங்குபெறும் காரக்கரைசலின் அடர்த்தியையும் வினை நிகழ்கின்ற வெப்ப நிலையையும் பொறுத்துள்ளன.

(1) குளிர்ந்த, நீர்த்த சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசலில் செலுத்தினால் சோடியம் குளோரைடும், சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்டும், நீரும் உண்டாகும்.

$$2\,NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaClO + H\ O$$

(2) சூடான, அடர் எரிசோடா கரைசலுடன் வினைபட்டுக் குளோரின், சோடியம் குளோரேட்டையும், சோடியம் குளோரைடையும் நீரையும் தருகிறது.

$$6\,NaOH + 3\,Cl_2 \rightarrow 5\,NaCl + NaClO_3 + 2\,H_2O$$

இதேபோல் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்ஸைடுடன் குளோரின் வேதிவினை புரிகிறது.

சலவைத்தூள் உண்டாதல்

குளோரினை நீற்றுச் சுண்ணாம்பில் செலுத்தினால், அது குளோரினை உறிஞ்சி சலவைத்தூளாக மாறும். ஓர் அறையில் நீற்றுச் சுண்ணாம்பைத் துவாரங்களுள்ள தட்டுகளில் பரப்புவார்கள். அறையின் வெப்பநிலை 30°C-40°C இருக்க வேண்டும். இப்போது குளோரினை அறைக்குள் செலுத்தினால் நீற்றுச் சுண்ணாம்பு குளோரினை கிரகித்துச் சலவைத்தூளாக மாறும். இதற்கு 24 மணி நேரமாகும்.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

சலவைத்தூள் வெண்ணிறமான குளோரின் மணமுடைய தூளாகும். இதைப் பருத்தித்துணிகளை வெளுப்பதற்கும், கிருமி நாசினியாகவும் பயன்படுத்துவர்.

நிறம் நீக்கும் பண்பு (Bleaching Property)

ஈரமான வண்ண மலர்கள் சிலவற்றைக் குளோரின் வாயுவுள்ள ஒரு சாடியினுள் போடு. சிறிது நேரத்திற்குள் அவை தம் நிறங்களை இழக்கின்றன. ஆதலின் குளோரின் ஒரு நிறம் நீக்கியாகும். குளோரின் நிறம் நீக்குவதற்குக் காரணம் யாது? குளோரின் நீரிலுள்ள ஹைடிரஜனோடு கூடி அதிலுள்ள ஆக்ஸிஜனை வெளிப்படுத்துகிறது. வெளிப்படும் அணுநிலை ஆக்ஸிஜன் வீரியமுள்ளதாயிருப்பதால் அது நிறப்பொருளோடு கூடி அதை ஆக்ஸிகரணம் செய்கிறது. ஆதலின் பொருளின் நிறம் நீங்குகிறது. எனவே குளோரின் நிறம் நீக்கும் பண்பு ஆக்ஸிஜனேற்றப் பண்பாகும்.

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$$
$$HClO \rightarrow HCl + (O)$$
$$(O) + \text{நிறம்} \rightarrow \text{நிறமற்ற பொருள்}$$

இடப்பெயர்ச்சி வினை

பொட்டாசியம் புரோமைடுக் கரைசலில் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தினால், புரோமின் வெளியாகிக் கரைசல் மஞ்சள் நிறமாகிறது.

$$2\,KBr + Cl_2 \rightarrow 2\,KCl + Br_2 \uparrow$$

பொட்டாசியம் அயோடைடுக் கரைசலிலிருந்து குளோரின் அயோடினை வெளியேற்றுகிறது. கரைசல் பழுப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

$$2KI + Cl_2 \rightarrow 2KCl + I_2$$

இவ்விரண்டு வினைகளும் குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகியவைகளை விட வினைதிறன் மிக்கவை என்பதைக் காட்டுகிறது.

குளோரினைக் கண்டறிதல்

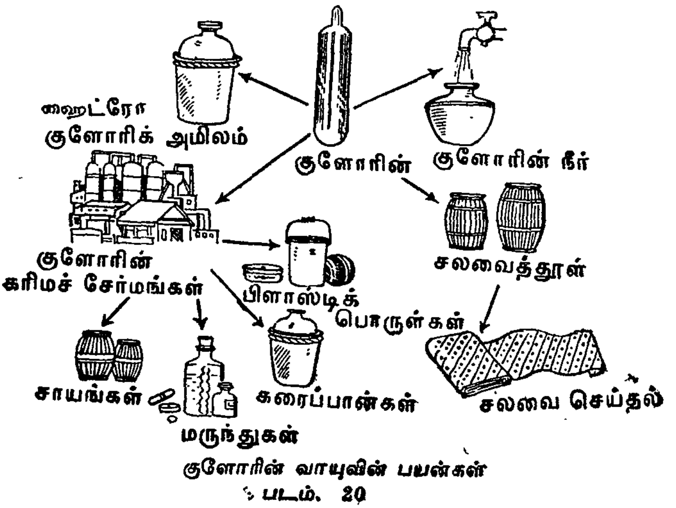
1. பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறத்திலிருந்தும், நெடியுள்ள வாசனையிலிருந்தும் இதை அறியலாம்.

2. ஈரமான வண்ணப் பூக்களை நிலையாக வெளுப்பதிலிருந்தும் இதை அறியலாம்.

3. பொட்டாசியம் அயோடைடில் தோய்த்த ஸ்டார்ச்சு காகிதத்தைக் குளோரின் வாயு நீலநிறமாக மாற்றும். (குளோரின் பொட்டாசியம் அயோடைடிலிருந்து அயோடினை இடப்பெயர்ச்சி செய்து அந்த அயோடின் ஸ்டார்ச்சுடன் வினையடைந்து கருநீல நிறம் உண்டாகிறது).

குளோரினின் பயன்கள்

1. குளோரின் சலவைத்தூள் தயார்செய்யப் பயன் படுகின்றது.



குளோரின் வாயுவின் பயன்கள்
படம். 20

2. பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, சோடியம் குளோரேட்டு, குளோரோபார்ம் போன்ற பொருள்கள் தயார் செய்யப்பயன்படு கிறது.

3. குளோரின் வாயுவைக் குடிநீரில் செலுத்தி அதிலுள்ள கிருமிகளை அழிக்கின்றார்கள்.

4. குளோரினோடு நேரிடையாக ஹைடிரஜனைச் சேர்த்துத் தற்காலத்தில் ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் தொழில் முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

5. நெசவுத் தொழிலில் நெய்த ஆடைகளை வெளுப்ப தற்குக் குளோரினைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

6. தங்கத்தை அதன் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கக் குளோரின் பயன்படுகிறது.

7. மரக்கூழையும், ஆடைகளையும், காகிதங்களையும் வெளுக்க இது பயன்படுகின்றது.

8. சாயங்கள், பல மருந்துகள், பூச்சிகொல்லிகள், நச்சு வாயுக்கள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப்பயன்படுகிறது.

உப்பீனிகள் (Halogens)

ப்ளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகிய தனிமங் கள் பல உலோகங்களுடன் வினைபட்டு உப்புக்களை உருவாக்கு கின்றன. இவ்வகை உப்புக்கள் கடலிலிருந்து கிடைக்கப்படும் சோடியம் குளோரைடு, மெக்னீசியம் குளோரைடு போன்ற கடல் உப்புக்களை ஒத்திருக்கும் சேர்மங்களாகும்.

இந்த நான்கு தனிமங்களும் அநேக உப்புக்களை உருவாக்கு வதால் இவைகளை 'உப்பை உருவாக்கித் தருவது' என்று பொருள்படும் 'ஹாலோஜன் (Halogen)' என்ற சொல்லால் குறிப் பிடுகின்றார்கள். இவற்றையே தமிழில் **உப்பு ஈனிகள்** அதாவது **உப்புக்களைக் கொடுப்பவை** என்ற கருத்துப்பட **உப்பீனிகள்** என அழைக்கின்றனர்.

ஆகவே ப்ளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகிய தனிமங்கள் உப்பீனிகள் குடும்பத்தைச் சார்ந்தவையாகும். இவை கள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் VII-A தொகுதியில் இடம் பெறுகின்றன.

இந்த நான்கு தனிமங்களும் தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஒரே தொகுதியில் காணப்படுவதால்,

(1) இவைகள் இயற்பியல், வேதிப்பண்புகளில் ஒத்திருக்கின்றன.

(2) அதே சமயத்தில் அணு எடை அதிகரிப்பிற்கு ஏற்ப பண்புகள் படிப்படியான மாற்றங்களுடன் இருக்கின்றன.

ப்ளுரினிலிருந்து, அயோடின் வரை உள்ள உப்பீனிகளின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை விளக்குகிறது :

பண்புகள்	ப்ளுரின்	குளோரின்	புரோமின்	அயோடின்
1. அணுஎடை	19	35·45	79·91	126·92
2. அணு எண்	9	17	35	53
3. இயற்பியல் நிலை	வாயு	வாயு	நீர்மம்	திண்மம்
4. நிறம்	இலேசான மஞ்சள்	பசுமை கலந்த மஞ்சள்	ஆரஞ்சு	ஊதா
5. வலு எண்	ஒன்று	ஒன்று	ஒன்று	ஒன்று
6. நீரில் கரை திறன்	சிறிதளவு கரையும்	சிறிதளவு கரையும்	குறைந் தளவு கரையும்	மிகக் குறைந்தளவு கரையும்
7. ஹைட்ரஜனுடன் வினை	மிக நன்கு வினை புரிகிறது	நன்கு வினை புரிகிறது	வெப்பப் படுத்தினால் மட்டுமே வினை புரியும்	அதிக வெப்ப நிலையில்தான் வினை புரியும்
8. உலோகங்களுடன் வினை	வெகு விரைவாக நிகழ்கிறது	விரைவாக நிகழ்கிறது	மெதுவாக நிகழ்கிறது	எளிதில் நிகழ்வதில்லை

வினாக்கள்

1. குளோரின் ஏன் தனித்த நிலையில் கிடைப்பதில்லை?

2. இயற்கையில் குளோரின் அடங்கியுள்ள சேர்மங்களைக் கூறுக.

3. குளோரின் பெருமளவில் எவ்வாறு பெறப்படுகிறது?

4. ஆய்வகத்தில் உலர்ந்த குளோரின் தயாரிக்கும் முறையினைப் படம் வரைந்து விரிவாகக் கூறுக.

5. குளோரினின் இயற்பியல் பண்புகள் யாவை?

6. குளோரினுக்கு ஹைட்ரஜன் மீது அதிக நாட்டமுள்ளது என்பதை அறிய இரு ஆய்வுகள் கூறுக.

7. பாஸ்பரஸ் உடன் குளோரின் எவ்வாறு வினைபுரியும்?

8. குளோரின் உலோகங்களுடன் வினை புரிவதற்கு இரண்டு சான்றுகள் கூறுக.

9. குளோரின் ஏன் அச்செழுத்துக்களை நீக்குவதில்லை?

10. குளோரின் தாவர நிறங்களை வெளுக்கும் தன்மையுடையது என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

11. குளோரின் எம்முறையில் தாவர நிறங்களை நீக்குகிறது?

12. அயோடினைவிட குளோரின் வினைத்திறன் மிக்கது என எவ்வாறு அறியலாம்?

13. குளோரினைக் கண்டறிய உதவும் சோதனைகளைக் கூறுக?

14. குளோரினிலிருந்து சலவைத்தூள் எவ்வாறு தயார் செய்யப்படுகின்றது?

15. குளோரினின் பயன்கள் யாவை?

16. உப்பீனிகள் என்றால் என்ன? அவ்வாறு அவை அழைக்கப்படக் காரணம் என்ன?

17. உப்பீனிகளின் பண்புகளை அட்டவணைப்படுத்திக் காட்டுக.

சிந்தனைக்கு

குளோரின் கார்பனுடன் சேராது. கார்பன்-டெட்ரா-குளோரைடு (carbon-tetra-chloride) என்ற பொருள் குளோரின், கார்பன் என்ற இரண்டு தனிமங்கள் மட்டும் சேர்ந்து உண்டான சேர்மம் ஆகும். இது எவ்வாறு உண்டாகியிருக்கலாம்?

தெரிந்து கொள்

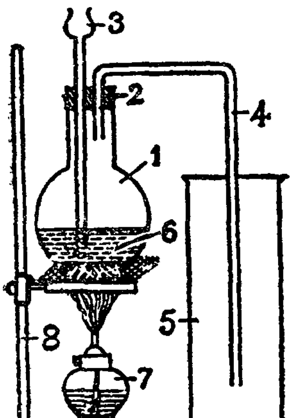
அச்சிடும் மையில் கார்பன் உள்ளது. குளோரின் கார்பனுடன் வினை புரிவதில்லை. இக்காரணத்தினால்தான் குளோரின் அச்சு எழுத்துக்களையோ பென்சில் கொண்டு எழுதிய எழுத்துக் களையோ நீக்குவதில்லை.

9. ஹைட்ரஜன் குளோரைடும் குளோரைடு உப்புகளும்

மூலக்கூறு குறியீடு : HCl **மூலக்கூறு எடை : 36·46**

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் வேதிப்பெயர் ஹைட்ரஜன் குளோரைடாகும். முதன் முதலில் **கிளாபர்** (Glouber) என்ற விஞ்ஞானி சாதாரண உப்போடு அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடாக்கி உண்டாகும் வாயுவை நீரில் கரைத்து இவ்வமிலத்தைத் தயார் செய்தார். உப்பிலிருந்து இந்த அமிலம் தயாரிக்கப்பட்டதால் இதற்கு **உப்புத் திராவகம்** (Muriatic acid) என்று பெயரிடப்பட்டது. **லாவாய்சியர்** என்ற விஞ்ஞானி எல்லா அமிலங்களிலும் ஆக்ஸிஜன் அடங்கியிருப்பதாகக் கூறினார். **டேவி** என்ற விஞ்ஞானி 1810ஆம் ஆண்டில் இவ்வமிலம் ஹைட்ரஜனும், குளோரினும் சேர்த்த சேர்மம் என்றும் இதில் ஆக்ஸிஜன் இல்லை என்றும் நிரூபித்தார்.



ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு தயாரித்தல்
1. குடுவை 2. இருதுளை அடைப்பான் 3. திசில்புனல் 4. போக்குக்குழாய் 5. வாயுஜாடி 6. சோடியம் குளோரைடு+அடர் கந்தக அமிலம் 7. சாராய விளக்கு 8. தாங்கி.
படம். 21

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு தயாரித்தல்

ஓர் உருண்டையான குடுவையில் சோடியம் குளோரைடு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. இதன் வாய் ஓர் இரு துவாரமுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக மூடப்பட்டுள்ளது. ஒரு துவாரத்தின் வழியாகத் திசில் புனல் ஒன்று செருகப்பட்டுள்ளது. அதன் கீழ் முனை குடுவையின் அடிவரை செல்கிறது. மற்றொரு துவாரத்

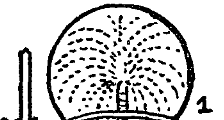
தில் செருகப்பட்டுள்ள போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி ஒரு வாயு ஜாடியில் முடிவடைகிறது. புனல் வழியாக அடர் கந்தக அமிலத்தை ஊற்றவேண்டும். இப்பொழுது குடுவையைச் சூடாக்கினால் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு உண்டாகின்றது. அது போக்குக் குழாய் வழியாக வெளிவந்து, வாயு ஜாடியில் அதிலுள்ள காற்றை மேல்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து நிரம்புகின்றது. ஏனெனில் இவ்வாயு காற்றைவிடக் கனமானது.

$$NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{அடர்}} NaHSO_4 + HCl \uparrow$$
$$2\,NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,HCl \uparrow$$

(குறிப்பு: உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு தேவையானால் குடுவையிலிருந்து போக்குக் குழாய் வழியாக வெளிவரும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவைக் கழிவு சீசாவில் உள்ள அடர் கந்தக அமிலத்தின் வழியாகக் கொப்பளிக்கச் செய்யவேண்டும். அப்போது அதிலுள்ள ஈரத்தை அடர் கந்தக அமிலம் உறிஞ்சி கொள்ளும். பிறகு உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை, காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி செய்து வாயு ஜாடியில் சேகரிக்க வேண்டும்).

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவின் இயற்பியல் பண்புகள்

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு நிறமற்ற, நெடியுடைய, காற்றைவிடக் கனமான வாயு. இஃது ஈரக் காற்றுடன் வெண்புகை உண்டாக்கக்கூடியது. இது நீரில் அதிக அளவில் கரையக்கூடியது. வெப்பநிலை 0°C ஆக இருக்கும்போது 1 க. செ. மீ. நீரில் 500 க. செ. மீ. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு கரைகிறது. இதன் மிகையான கரைதிறனை, ஊற்றுச் சோதனை மூலம் (Fountain Experiment) தெளிவுபடுத்தலாம்.



ஊற்றுச் சோதனை
1. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு நிறைந்த குடுவை
2. கூர்முனை குழாய்
3. நீல லிட்மஸ் கரைசல்.

படம். 22

ஆய்வு

ஓர் உலர்ந்த குடுவையில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை நிரப்பி அதன் வாயை ஓர் ஒரு துளை அடைப்பானால் மூடவேண்டும். அடைப்பானில் உள்ள துளை வழியாகக் கூர் முனையுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாயைச் செருகவேண்டும்.

குடுவைக்குள் குழாயின் கூரான முனையிருக்கவேண்டும். குழாயின் வெளி முனையை ஒரு முகவையிலுள்ள நீல லிட்மஸ் கரைசலில் இருக்கும்படி படத்தில் காட்டியபடி அமை. லிட்மஸ் கரைசல், குழாயின் வழியாக மேலே சென்று குடுவைக்குள் ஊற்றாகப் பாய்கிறது. அதன் நிறம் சிவப்பாக மாறுகிறது. இதற்குக் காரணம் யாது? ஹைட்ரஜன் குளோரைடுக்கு நீரின் மேலுள்ள நாட்டத்தின் காரணமாக லிட்மஸ் கரைசலைக் குழாய் வழியாக மேலே இழுத்து அதில் கரைந்தது. ஆதலின் குடுவைக்குள் அழுத்தம் குறைந்தது. வெளிக் காற்றின் அழுத்தத்தால் மேலும் மேலும் லிட்மஸ் கரைசல் குழாய் வழியாக ஏறிக் குடுவைக்குள் ஊற்றாகப் பாய்கிறது. அக்கரைசலில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு கரைந்தது. இது ஓர் அமிலத்தன்மையுள்ள கரைசல் ஆகையால், அது நீல லிட்மஸ் கரைசலை சிவப்பாக (சிவப்பு நிறமாக) மாற்றுகிறது.

வேதிப் பண்புகள்

1. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உள்ள வாயுச் சாடியில் ஓர் ஈரமான நீல லிட்மஸ் தாளைச் சிவப்பாக மாற்றுகிறது. ஏனெனில் இவ்வாயு நீரில் கரையும்போது ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாக மாறுகிறது.

2. ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் நுனியில் ஒரு துளி வெள்ளி நைட்ரேட் (Silver Nitrate) கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உள்ள வாயு ஜாடியில் குழாயை நுழை. இவ்வாயு வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் வினைபுரிந்து வெள்ளிக் குளோரைடு (Silver Chloride) என்னும் சேர்மத்தைத் தருகிறது. இஃது ஒரு வெண்ணிற வீழ்படிவாகத் தோன்றுகிறது.

$$HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$$

3. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உள்ள வாயுச் சாடியைத் திறந்து அதன்மீது அம்மோனியா நிரப்பிய வாயுச்சாடியைக் கவிழ்த்து வை. ஹைட்ரஜன்குளோரைடு, அம்மோனியாவுடன் வினை புரியும்போது அம்மோனியம் குளோரைடு என்னும் உப்பு உருவாகிறது. இது வாயுச் சாடியினுள் அடர்த்தியான வெண் புகையாகத் தோன்றுகிறது.

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

4. ஓர் எரிகரண்டியில் சிறிது சோடியத்தை எடுத்துக்கொள். இதைச் சூடுபடுத்தி எரியச் செய். எரியும் சோடியத்தை ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உள்ள வாயுசாடியினுள் நுழை. எரியும் சோடியம் இவ்வாயுவில் தொடர்ந்து எரிகிறது. இவ்வினையில் சோடியம் குளோரைடும், ஹைட்ரஜனும் உருவாகிறது.

$$2\,Na + 2\,HCl \rightarrow 2NaCl + H_2 \uparrow$$

வாயுவைக் கண்டறிதல்

1. அம்மோனியாக் கரைசலில் தோய்த்த ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியை ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உள்ள சாடியில் செலுத்தினால் அடர்த்தியான வெண்புகை உண்டாகும். இது அம்மோனியம் குளோரைடு ஆகும்.

2. வெள்ளி நைட்ரேட்டுக் கரைசலில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவைச் செலுத்தினால் வெண்ணிறத்தில் தயிர் போன்ற வீழ்படிவு உண்டாகும். இவ்வீழ்படிவு, வெள்ளி குளோரைடாகும்.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடின் பயன்கள்

இந்த வாயு நீரில் கரைந்து, ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைத் தருகிறது. இந்த அமிலம் ஆய்வகங்களிலும், வேதித் தொழிற் கூடங்களிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்

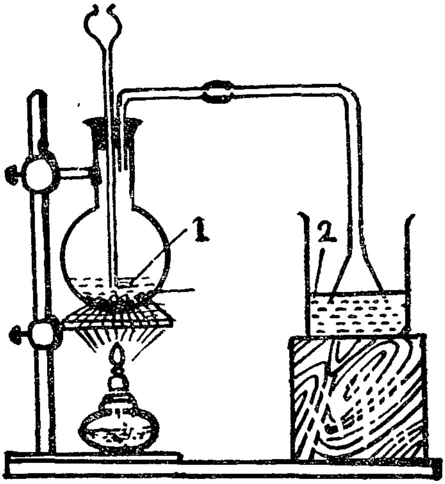
ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை நீரில் கரைத்தால் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு நீரில் அதிக அளவு கரையும் தன்மையுடையது. எனவே, இதை நீரில் கரைத்து ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் தயாரிக்கப் பின்வரும் முறையினைப் பயன்படுத்த வேண்டும் :

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் தயாரித்தல்

ஆய்வகத்தில் முன்பு விளக்கிய முறையில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவைத் தயாரிக்கவும். இந்த வாயு வெளியாகும் போக்குக் குழாயின் வெளி முனையுடன் ஒரு புனலை இரப்பர் குழாயில் இணைத்து, அப்புனலின் அகன்ற பாகம் கலனில் உள்ள

நீர்ப்பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்குமாறு அமை. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை இந்த அமைப்பின் வழியாக நீரினுள்



ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் தயார் செய்தல்
1. சோடியம் குளோரைடு + அடர் கந்தக அமிலம் 2. நீர்.
படம். 23

செலுத்து. வாயு நீரில் கரைந்து ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் கிடைக்கும்.

இயற்பியல் பண்புகள்

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் நிறமற்ற திரவம். ஈரக் காற்றில் புகையும் தன்மை உடையது. அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் சுமார் எடையளவில் 32% ஹைட்ரஜன்குளோரைடு வாயு கரைந்துள்ளது.

வேதிப்பண்புகள்

1. நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் உலோகங்களுடன் வேதிவினை புரிந்து ஹைட்ரஜனையும், உலோக குளோரைடையும் கொடுக்கிறது.

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$
$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$$

2. உலோக ஆக்சைடுகளும், ஹைட்ராக்சைடுகளும், கார்பனேட்டுக்களும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் கீழ்க் கண்டவாறு வினை புரிகின்றன.

$$MgO + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$$
$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$
$$CaCO_3 + 2\,HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

சிறப்புப் பண்புகள்

1. ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் சிறிதளவு வெள்ளி நைட்ரேட்டுக் கரைசலை எடுத்துக்கொள். அத்துடன் சிறிதளவு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர். ஒரு வெண்மையான தயிர் போன்ற வீழ்படிவு உண்டாகிறது. அது வெள்ளி குளோரைடு ஆகும்.

$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$$

2. சிறிதளவு அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு அத்துடன் சிறிதளவு மங்கனீசு-டை-ஆக்சைடைச் சேர்ந்துச் சூடாக்கு. பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ள குளோரின் வாயு வெளிப்படும்.

$$MnO_2 + 4\,HCl \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2 \uparrow$$

3. ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் சிறிதளவு ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை எடுத்துக்கொண்டு அத்துடன் காரீய நைட்டிரேட்டுக் கரைசலைச் சிறிதளவு சேர். அப்போது காரீய குளோரைடு என்ற வெண்மையான வீழ்படிவு உண்டாகும். ஆய்வுக்குழாயைச் சூடுபடுத்தினால் இவ்வீழ்படிவு கரைந்துவிடும். ஆய்வுக் குழாய் குளிர்ச்சியடைந்தவுடன் மீண்டும் இவ்வீழ்படிவு கரைசலிலிருந்து வெளிப்படும்.

$$Pb\,(NO_3)_2 + 2\,HCl \rightarrow PbCl_2 \downarrow + 2\,HNO_3$$

இவ்வமிலத்தைக் கண்டறிதல்

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மூன்று ஆய்வுகளைக் கொண்டு இவ்வமிலத்தைக் கண்டறியலாம்:

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்

1. இது குளோரின் வாயு தயாரிக்கவும், உலோகக் குளோரைடுகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

2. மூன்று பங்கு அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஒரு பங்கு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து திரவ அரசு (Aqua Regia) என்ற கலவை தயாரிக்கப்படுகின்றது. இத்திரவம் மற்ற அமிலங்களில் கரையாத தங்கம், பிளாட்டினம் போன்ற உலோகங்களைக் கரைக்கிறது.

3. காலிகோ பிரின்டிங் செய்வதிலும், சாயம் ஏற்றும் தொழிலிலும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.

4. இரும்பு மேல் துத்தநாக முலாம் பூசவும், வெள்ளீயம் பூசவும் இவ்வமிலத்தைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

5. இது ஆய்வகத்தின் ஒரு வேதிப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

6. கல்கரியைச் சுத்தம் செய்யவும், இரும்புத் தாதுவைச் சுத்தம் செய்யவும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.

குளோரைடுகள்

குளோரின் என்ற அலோகம் பல உலோகங்களோடு கூடிக் கிடைக்கும் சேர்மங்களைக் **குளோரைடுகள்** என்பர்.

குளோரைடுகள் உருவாதல்

1. குளோரின் சில உலோகங்களுடன் நேராகக் கூடி குளோரைடுகளைத் தருகிறது. எடுத்துக் காட்டாக சோடியம், குளோரினில் எரியும்போது சோடியம் குளோரைடு உருவாகிறது.

$$2\,Na + Cl_2 \rightarrow 2\,NaCl$$

2. சில உலோகங்கள் அல்லது அவற்றின் ஆக்சைடுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள், கார்பனேட்டுகள் ஆகியவை ஹைட்ரோக் குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து குளோரைடுகளைத் தருகின்றன. சில எடுத்துக்காட்டுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

$$Zn + 2\,HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$
$$MgO + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$$
$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$
$$CaCO_3 + 2\,HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

இயற்பியல் பண்புகள்

பெரும்பாலான குளோரைடுகள் வெண்மை நிறமுடையன வாக இருக்கும். சில குளோரைடுகள் நீலநிற முள்ளவை. பல குளோரைடுகள் நீரில் கரையும் தன்மையுடையன. ஆனால் காரீய குளோரைடு, வெள்ளி குளோரைடு ஆகியவை நீரில் கரையமாட்டா.

வேதிப் பண்புகள்

1. பொதுவாகக் குளோரைடுகளை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தினால், ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வெளியாகிறது.

$$NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} NaHSO_4 + HCl \uparrow$$

2. ஒரு குளோரைடுடன் மாங்கனீசு-டை-ஆக்சைடு போன்ற ஆக்சிஜனேற்றியைக் (Oxidising Agent) கலந்து கிடைக்கும் கலவையை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தினால் குளோரின் வாயு வெளியாகிறது.

$$2\,NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2\,H_2O + Cl_2 \uparrow$$

குளோரைடு உப்பைக் கண்டறிதல்

ஒரு குளோரைடு உப்பைக் கண்டறிய, அது வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் புரியும் வினை பயன்படுகிறது. சிறிதளவு குளோரைடு உப்பைக் காய்ச்சி வடித்த நீரில் கரைத்து, நைட்ரிக் அமிலத்தை யும், சிறிதளவு வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலையும் சேர்க்க வேண்டும். அப்போது வெள்ளி குளோரைடு என்னும் வெண்மை நிறத்தயிர் போன்ற வீழ்படிவு தோன்றுகிறது.

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$$

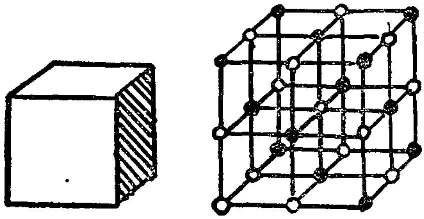
இந்த வீழ்படிவு, நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைவ தில்லை.

சோடியம் குளோரைடு படிகம்

சாதாரண உப்பான சோடியம் குளோரைடு ஒரு கனசதுரப் படிகம். இது படிகத்தின் புறத்தோற்றம் ஆகும்.

படிகத்தின் உள்ளமைப்பு

எக்ஸ்-கதிர்களை (X-rays)க் கொண்டு சோடியம் குளோரைடு படிகத்தை ஆராய்ந்து அதன் உள்ளமைப்பை அறிந்துள்ளார்கள்.



1 2

1. உப்பின் புறத்தோற்றம் 2. உப்பின் உள் அமைப்பு.
படம். 24

இப்படிகத்தில் நேர் மின்னேற்றம் தாங்கிய சோடியம் அயனிகளும், எதிர் மின்னேற்றம் தாங்கிய குளோரைடு அயனிகளும் அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ளன. எதிரான மின் சுமைகளைப் பெற்றுள்ள சோடியம் அயனிகளும், குளோரைடு அயனிகளும் ஒன்றை ஒன்று ஈர்க்கின்றன. சோடியம், குளோரைடு அயனிகளுக்கிடையேயுள்ள மின் ஈர்ப்பு விசை இப்படிகத்தின் அமைப்பை நிலைப்படுத்துகிறது.

சலவைத் தூள்

இது தயாரிக்கும் முறையைக் குளோரின் பாடத்தில் அதன் பண்புகளைப்பற்றிக் குறிப்பிடும்போது விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் தன்மைகளையும்; பயன்களையும் இங்கு பார்ப்போம்.

தன்மைகள்

சலவைத் தூள் வெண்மை நிறமுள்ள தூள். இது குளோரின் நெடியைக் கொண்டது. இது நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினை புரிந்து குளோரினைத் தருகிறது.

$$CaOCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + Cl_2 \uparrow$$

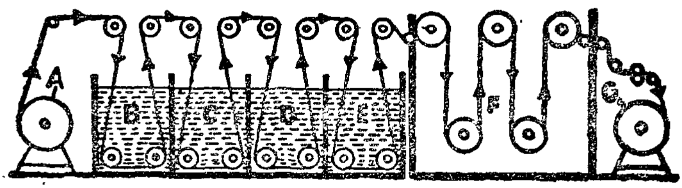
பயன்கள்

1. துணி, மரக்கூழ் முதலியவற்றை வெளுக்கச் சலவைத் தூள் (Bleaching Powder) பயன்படுகிறது.

2. இது ஒரு கிருமி நாசினியாகவும், குடிநீரைத் தூய்மை செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சலவைத் தூளைக்கொண்டு துணிகளை வெளுத்தல்

வெளுக்கவேண்டிய சாயத் துணிகளை முதலில் சலவைத் தூள் கரைசலில் நனைத்துப் பிறகு அவற்றை மிகவும் நீர்த்த அமிலம் உள்ள தொட்டியில் சிறிது நேரம் ஊறவைப்பார்கள். அப்பொழுது அமிலம் சலவைத் தூள் கரைசலோடு சேர்ந்து



துணிகளை வெளுத்தல்

A. வெளுக்கப்படாத துணி B. சலவைத்தூள் கரைசல் C. நீர்த்த அமிலம் D. குளோரின் நீக்கி E துய்மையான நீர் F. உலர்த்துதல் G சலவை செய்யப்பட்ட துணி.

படம். 25

குளோரினை வெளிப்படுத்துகிறது. அக்குளோரின் சாயத்துணிகளை வெளுக்கிறது. துணிகள் வெளுக்கப்பட்டவுடன் அவை சுத்த நீருள்ள தொட்டியில் நன்றாக அலசப்பட்டு கழுவப்படுகிறது. மேலும் குளோரினால் வெளுக்கப்பட்ட துணிகளால் குளோரின் சிறிது தங்கியிருக்கலாம். இக்குளோரின் துணியை அழித்துவிடும் ஆகையால் இக்குளோரினை நீக்குவதற்காக வெளுக்கப்பட்ட ஆடைகளை ஹைப்போ என்ற சோடியம் தயோ சல்பேட்டு கரைசலில் நனைத்து அலசிப் பிறகு உலர்த்துவார்கள்.

குளோரின் நீக்கிகள் (Antichlors)

குளோரின் அல்லது சலவைத்தூளால் வெளுக்கப்பட்ட துணிகளில் உள்ள அதிகப்படியான குளோரினை நீக்கும் பொருள்களுக்குக் குளோரின் நீக்கிகள் என்று பெயர், சோடியம் தயோசல்பேட், கந்தக-டை-ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு,

சோடியம் சல்பைட்டு முதலியன குளோரின் நீக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

வினாக்கள்

1. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு தயாரிக்கும் முறையை விவரிக்க.
2. ஹைட்ரஜன் குளோரைடின் இயற்பியல் பண்புகளையும், வேதிப் பண்புகளையும் தருக.
3. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு அம்மோனியாவுடன் எவ்வாறு வினைபுரியும் ?
4. வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு எவ்வாறு வினை புரியும் ?
5. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படும் முறையைப் படத்துடன் விவரிக்க.
6. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளைக் கூறுக.
7. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் சிறப்பு குணங்கள் யாவை ?
8. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் வேதிப் பெயரைக் கூறுக.
9. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் பயன்கள் யாவை?
10. திரவ அரசு என்றால் என்ன ? அதன் பயன் யாது?
11. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகள் யாவை ?
12. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் அதிகமாகக் கரையும் என்பதற்கு ஓர் ஆய்வு தருக.
13. குளோரைடுகள் உருவாகும் வினைகளைச் சான்றுடன் விளக்குக.
14. நீரில் கரையாத குளோரைடுகளுக்கு எடுத்துக் காட்டுகள் தருக.
15. குளோரைடுகளில் இருந்து எவ்வாறு குளோரினைத் தயாரிக்கலாம்.
16. குளோரைடு உப்புகளைக் கண்டறிய ஆய்வுகள் கூறுக.
17. சோடியம் குளோரைடு படிகத்தின் தோற்றத்தையும் உள்ளமைப்பையும் விவரிக்க.

18. சலவைத் தூள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது ?

19. சலவைத்தூளின் தன்மைகளையும் பயன்களையும் கூறுக.

20. சலவைத்தூளின் வேதிப்பெயரினையும், மூலக்கூறு வாய்பாட்டினையும் தருக.

சிந்தனைக்கு

அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைக் காற்றில் திறந்து வைத்தால் அது புகைகிறது. நாம் ஏப்பம் விடும்போது புளிப்புச் சுவையை உணர்கிறோம்.

தூய்மையற்ற ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் மஞ்சள் நிறமாக உள்ளது.

10. கந்தகம்

குறியீடு : S அணு எண் : 16 அணு எடை : 32·06
இணைதிறன் : 2, 4, 6

பழங்காலத்திலிருந்தே கந்தகம் நமது நாட்டில் பயன்பட்டு வந்துள்ளது. இதற்குச் சமஸ்கிருத மொழியில் "சுல்வாரி" (தாமிரத்தின் விரோதி) என்று பெயர். இப்பெயர் தான் லத்தீன் மொழியில் ஸல்பூரிகம் என்று மாறி, ஆங்கிலத்தில் ஸல்பர் என்று மருவி வந்துள்ளது. "சரகர்" என்ற ஆயுர்வேத மருத்துவர் "சிகிட்சா" என்ற நூலில் கந்தகத்தின் மருத்துவப் பயன்களைப் பற்றி கூறுகிறார். லாவாய்சியர் இது ஒரு தனிமம் என்று நிரூபித்தார். சீனர்கள் இதை வெடிமருந்து தயாரிக்கப் பயன்படுத்தினர் என்பதற்கு ஆதாரம் உள்ளது.

இயற்கையில் கந்தகம் கிடைப்பு

இது தனிம நிலையில் எரிமலைப் பிரதேசங்களான இத்தாலி, சிசிலி, ஜப்பான் முதலிய நாடுகளில் கிடைக்கிறது. அமெரிக்காவில் டெக்ஸாஸ், லூசியானா ஆகிய இடங்களில் தூய்மையான கந்தகம் பூமியின் அடியில் கிடைக்கிறது. இயற்கையில் கிடைக்கும் சல்பைடு, சல்பேட்டு தாதுப்பொருள்கள் கந்தகத்தின் சேர்மங்கள் ஆகும். ஜிப்சம், எப்சம், கிளாபர் உப்பு முதலிய சல்பேட்டுக்கள் இயற்கையில் ஏராளமாக உள்ளன.

இரும்பு பைரைட்ஸ்	(Iron pyrites)	FeS_2
துத்தநாக கந்தகை	(Zinc blende)	ZnS
கலீனா	(Galena)	PbS

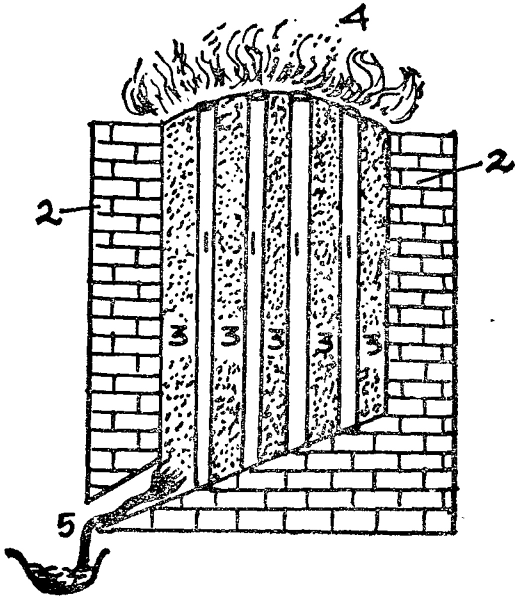
ஆகியவை இயற்கையில் கிடைக்கும் சல்பைடு சேர்மங்களாகும்.

கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

கந்தகம் சில இடங்களில் நிலப்பரப்பில் அல்லது சற்று ஆழத்தில் காணப்படுகிறது. இந்த இடங்களில் கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுக்க சிசிலியன் முறை பயன் படுத்தப்படுகிறது. வேறு சில இடங்களில் தரை மட்டத்திற்குக் கீழே வெகு ஆழத்தில் பாறைகளுக்கு அடியில் திண்மப் படிவங்களாகக் காணப்படுகிறது. இங்கெல்லாம் கந்தகம், ஃபிராஷ் முறையில் (Frasch Process) பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

சிசிலியன் முறை

எரிமலைப் பகுதிகளில் மண், பாறை இவைகளோடு கந்தகம் கலந்து இருக்கும். மண்ணோடு கூடிய அந்தக் கந்தகத்தை நிலப்



கந்தகத்தை எரித்தல்
1. காற்றுக்குழாய்கள் 2. கந்தகச்சூளை 3. கந்தகம்
4. கந்தகம் எரிதல் 5. உருகிய கந்தகம்
படம். 26

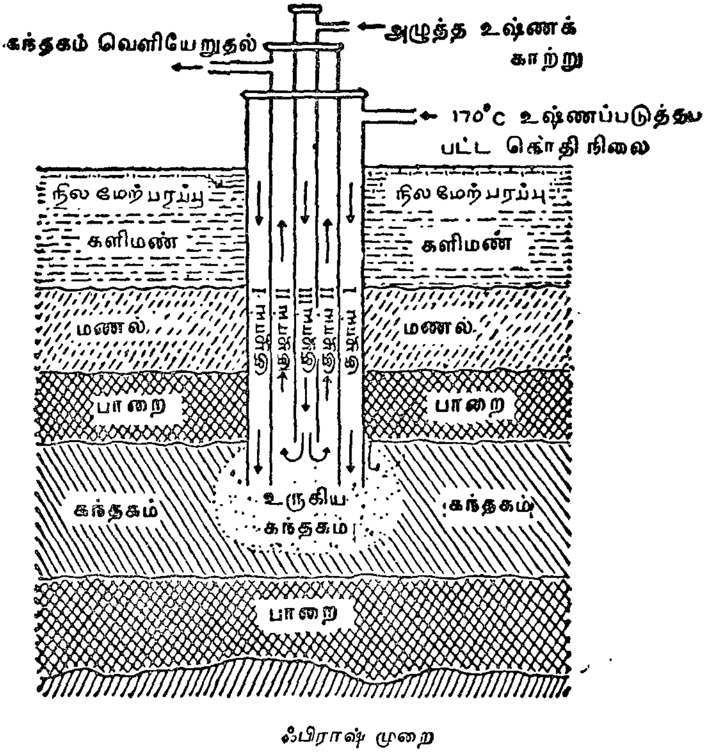
பரப்பிலிருந்து வெட்டியெடுத்துக் கந்தகச் சூளையில் நிரப்பு வார்கள். சூளையின் அடித்தளம் சாய்வாக இருக்கும். சூளை யின் நடுப்புறங்களில் ஆங்காங்கே காற்று நுழைவதற்கு ஏதுவாகச்

செங்குத்தான காற்றுக் குழாய்கள் உண்டு. இவ்வாறு குவிக்கப் பட்ட கந்தகத்தைத் தீயிட்டு எரியச் செய்வார்கள்.

மேற்புறத்திலுள்ள கந்தகம் தீப்பற்றி எரியும்போது ஏற்படும் அதிக அளவு வெப்பத்தால் உட்புறத்தில் உள்ள கந்தகம் உருகும். இந்த உருகிய கந்தகம் சாய்வான அடித்தளத்தில் வழிந்து வாணலிகளில் சேரும். வாணலிகளை அடைந்த கந்தகம் குளிர்ந்து திண்ம நிலையில் தூய்மையற்ற கந்தகத்தைக் கொடுக்கும்.

ஃபிராஷ் முறை

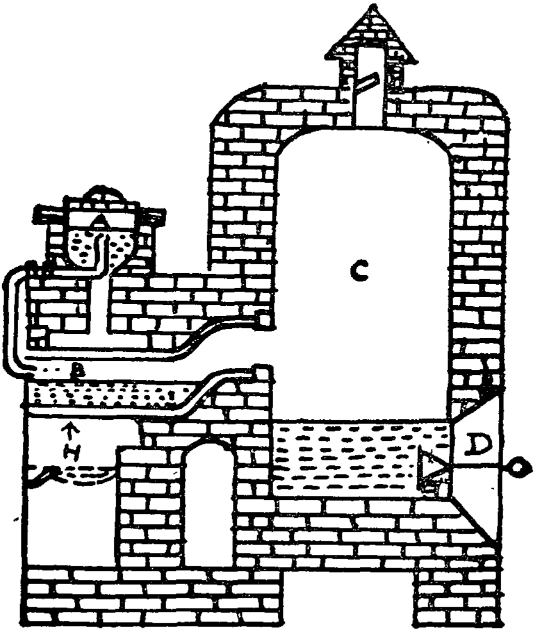
உலகில் கிடைக்கும் கந்தகத்தில் அதிக அளவு அமெரிக்கா வில் கிடைக்கின்றது. பூமியின் அடிப்பாகத்தில் சுமார் 250



ஃபிராஷ் முறை
படம். 27

மீட்டர் ஆழத்தில் கந்தகம் திண்ம நிலையில் படிவங்களாகக் காணப்படுகிறது. இது தூய்மையான கந்தகம். கந்தகம் இருக்கும்

இடம் வரை ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக உள்ள மூன்று எஃகுக் குழாய்கள் பூமியில் இறக்கப்படுகின்றன. வெளிக்குழாயின் வழியாக 170°C வரை சூடுபடுத்தப்பட்டு அழுத்தப்பட்ட கொதிநீர் (நீராவி) செலுத்தப்படுகிறது. கந்தகத்தின் உருகு நிலை சுமார் 114°C ஆகும். கொதி நீர் கந்தகப் படிவங்களை அடைந்து கந்தகத்தை உருகச் செய்கிறது. நடுக்குழாயின் வழியாக மிக அழுத்தமான வெப்பக் காற்று செலுத்தப்படுகிறது. அப்போது இடையிலே உள்ள குழாய் வழியாக உருகிய கந்தகம், நீர், காற்றுடன் நுரைத்த நிலையில் பூமியின் மேல்மட்டத்திற்கு வரும். இவ்வாறு வெளிவரும் உருகிய கந்தகத்தைப் பல மரத்தட்டுக்களில் செலுத்திக் குளிரவிட்டால் திண்ம நிலையில் கந்தகம்



கந்தகத்தை சுத்தம் செய்தல்

A. தூய்மையற்ற கந்தகம் B. கொதிக்கும் கந்தகம்
C. செங்கல் அறை D. அறைக்கதவு H. உஷ்ண அடுப்பு

படம். 28

கிடைக்கும். இவ்விதம் கிடைக்கும் கந்தகம் 99% தூய்மையானது. இம்முறையே ஃபிராஷ் என்ற விஞ்ஞானி 1903-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். ஆதலின் இதற்குப் ஃபிராஷ் முறை என்று பெயர்.

கந்தகத்தைத் தூய்மை செய்தல்

மண்ணிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் கந்தகம் தூய்மையான தன்று. இத் தூய்மை இல்லாக் கந்தகத்தைத் தூய்மை செய்ய ஒரு பெரிய இரும்பு வாலையில், உருகிய தூய்மையற்ற கந்தகத்தைக் கொட்டி அதைக் காய்ச்சவேண்டும். அப்போது கந்தக ஆவி வெளிப்படும். இந்த ஆவியை ஒரு பெரிய செங்கல்லால் ஆன அறையில் செலுத்திக் குளிரச் செய்வார்கள். முதலில் சுவர்களின் மீது இந்த ஆவி மஞ்சள் நிறத் தூளாகப் படிகிறது. இதைத் தூள் கந்தகம் (Flowers of Sulphur) என்பர். அறையின் வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும் பொழுது சுவரில் படிந்திருக்கும் கந்தகம் உருகி அறையின் அடிப்பாகத்தில் குழம்பாகத் தேங்கும். இவ்வுருகிய கந்தகத்தை அறையின் அடியில் உள்ள ஒரு துவாரத்தின் வழியாக வெளியேற்றி உருளை வடிவமான அச்சுக்களில் ஊற்றுவார்கள். அச்சுக்களில் கந்தகம் குளிர்ந்து உருளை வடிவக் கந்தகம் கிடைக்கும்.

கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்கள்

ஒரே தனிமம் வேறுபட்ட இயற்பியல் பண்புகளைப் பெற்றும், ஒத்த வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டும் திட நிலையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வடிவங்களில் காணப்படலாம். ஒரே தனிமம் இவ்வாறு வேறுபட்ட வடிவங்களில் காணப்படும் தன்மையைப் **புறவேற்றுமை வடிவத்துவம்** (Allotropy) என்று கூறுவர். தனிமத்தின் வேறுபட்ட வடிவங்களைப் **புறவேற்றுமை வடிவங்கள்** (Allotropes) என்பர்

சான்றுகள்

வ. எண்	தனிமம்	புறவேற்றுமை வடிவங்கள்
1.	பாஸ்பரஸ்	சிவப்பு பாஸ்பரஸ், வெள்ளை பாஸ்பரஸ்
2.	கார்பன்	கிராபைட், மரக்கரி, வைரம்
3.	கந்தகம்	சாய்சதுரக் கந்தகம், ஊசிவடிவக் கந்தகம், களிக் கந்தகம்

புறவேற்றுமை வடிவங்களும், அவைகளின் பண்புகளும்

கந்தகம் அநேக புறவேற்றுமை வடிவங்களில் காணப்படும் தனிமம் ஆகும். அதன் புறவேற்றுமை வடிவங்களில் முக்கிய

மானவை(1) சாய்சதுரக் கந்தகம் (Rhombic Sulphur) (2) ஊசிக் கந்தகம் (Monoclinic Sulphur) (3) களிக் கந்தகம் (Plastic Sulphur) ஆகும்.

1. சாய்சதுரக் கந்தகம் தயாரித்தல்

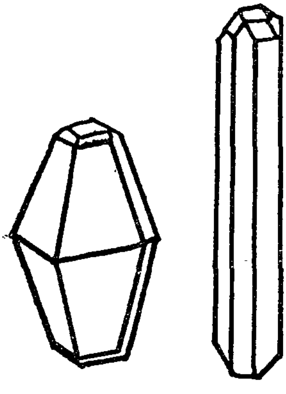
சிறிதளவு கந்தகத்தைக் கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தில் கரைத்துக் கிடைத்த கரைசலை ஒரு கண்ணாடிச் சிற்றகலில் ஊற்றிக் காற்றுப்படும்படி வை. கார்பன்-டை-சல்பைடு எளிதில் ஆவியாகிச் சென்றுவிடும். கந்தகம் சாய்சதுரவடிவில் அகலில் தங்கும். ஒரு குவிலென்சைக் கொண்டு அல்லது கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உதவியால் படிகங்களைப் பார்த்தால் அவற்றின் சாய்சதுர வடிவம் தெளிவாகத் தெரியும்.

தன்மைகள்

சாய்சதுரக் கந்தகம் இலேசான மஞ்சள் நிறமுடைய திண்மப் பொருள் ஆகும். இதன் அடர்த்தி எண் 2·1. இதன் உருகுநிலை 112·8°C. கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்களில் இதுவே நிலையானது. கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தில் இது கரையும்.

2. ஊசிக் கந்தகம் தயார் செய்தல்

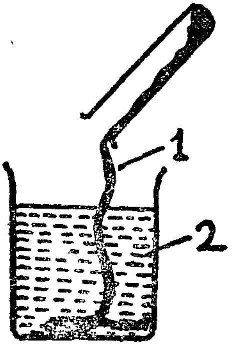
இதைப் பிரிஸ் உருவக் கந்தகம்(Prismatic Sulphur) என்றும் கூறுவர். ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் சிறிதளவு உருளைக் கந்தகத்தை எடுத்துக்கொள். அதை உருகித் திரவமாகும் வரைச் சூடாக்கு. பிறகு சூடு செய்வதை நிறுத்தி, அதை மெதுவாகக் குளிரச் செய்தால், திரவக் கந்தகத்தின் மேற்பரப்பில் ஓர் ஏடு படியும். வெப்பமான ஓர் இரும்புக் கம்பியினால் மேலேட்டின் மீது இரு துவாரங்கள் செய்து கிண்ணத்தைக் கவிழ்த்துத் திரவக் கந்தகத்தை வெளியே ஊற்று. இப்போது கிண்ணத்தின் பக்கங்களில் ஒரு குவி லென்ஸைக்கொண்டு சோதித்துப் பார்த்தால் ஊசிபோன்ற வடிவமுள்ள கந்தகம் பக்கங்களில் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இது சாய் சதுரக் கந்தகத்தை விட அதிக மஞ்சள் நிறத்தை உடையது. இதன் அடர்த்தி எண் 1·96. இதன் உருகுநிலை



1. சாய்வு சதுர கந்தகம் 2. ஊசி கந்தகம்
புற வேற்றுமை வடிவம்
படம். 29–30

119°C. இது கார்பன் - டை-சல்பைடு திரவத்தில் கரையும். இது சில நாள்கள் வைத்திருந்தால் சாய்சதுரக் கந்தகமாக மாறும்.

3. களிக் கந்தகம் தயாரித்தல்



களிக்கந்தகம் தயாரித்தல்
1. உருகிய கந்தகம்
2. நீர்
படம். 31

ஒரு கெட்டியான சோதனைக் குழாயில் கந்தகத்தை எடுத்துக்கொண்டு, அது கொதிக்கும்வரை சூடாக்க வேண்டும். திரவ நிலையிலுள்ள இக்கந்தகத்தைக் குளிர்ந்த நீருள்ள பீக்கரில் ஊற்றினால் நீருக்குள் ஊற்றப்பட்ட கந்தகம் திடீரென்று குளிர்ந்து களிக் கந்தகம் கிடைக்கிறது. இது இரப்பரைப்போல் இழுபடும் தன்மையுள்ளது. இதன் அடர்த்தி எண் 1·92. இது கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையாது. இதை நாள்பட வைத்திருந்தால் சாய்சதுரக் கந்தகமாக மாறிவிடும்.

கீழ்க்காணும் அட்டவணை இம்மூன்று வகைக் கந்தகங்களுக்கிடையேயுள்ள இயற்பியல் பண்புகளின் வேறுபாடுகளை விளக்குகிறது :

பண்புகள்	சாய்சதுரக் கந்தகம்	ஊசிக் கந்தகம்	களிக்கந்தகம்
1. நிறம்	வெளிர் மஞ்சள்	ஆழ்ந்த மஞ்சள்	பழுப்பு நிறம்
2. படிக நிலை	சாய்சதுரப் படிகம்	ஊசிவடிவப் படிகம்	படிக வடிவ மற்றது
3. ஒப்படர்த்தி	2·06	1·96	1·92
4. உருகு நிலை	112·8°C	119°C	குறிப்பிட்ட உருகுநிலை இல்லை
5. கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையும் தன்மை.	கரைகிறது	கரைகிறது	கரைவதில்லை
6. சாதாரண வெப்ப நிலையில் நிலைத் தன்மை	மிகவும் நிலையானது	நிலையற்றது, சாய்சதுரக் கந்தகமாக மாறுகிறது.	நிலையற்றது, சாய்சதுரக் கந்தகமாக மாறுகிறது.

இம்மூன்று வகைக் கந்தகமும் இயற்பியல் பண்புகளிலும், வடிவங்களிலும் வேறுபட்டு இருந்தாலும் அடிப்படையில் இம்மூன்றும் ஒரே வகைத் தனிமத்தின் அணுக்களால் ஆனது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட ஆய்வுகள் நிரூபிக்கின்றன:

1. சம எடையுள்ள இம்மூன்று வகைக் கந்தகங்களையும் தனித்தனியே காற்றில் எரித்து கந்தக-டை-ஆக்ஸைடாக மாற்றினால் சம எடை உள்ள கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு கிடைக்கிறது.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2 \uparrow$$

2. இம்மூன்று வகைக் கந்தகங்களையும் தனித்தனியே அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சூடாக்கும்போது கந்தக அமிலத்தையே கொடுக்கின்றன.

3. இம்மூன்று வகைக் கந்தகமும் ஒன்று மற்றொரு வகையாக மாறும் தன்மை பெற்றுள்ளது.

கந்தகத்தைச் சூடு செய்தல் ஆய்வு

ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் சிறிது கந்தகத்தை எடுத்துக்கொண்டு சூடாக்கினால் அது 115°C வெப்பநிலையில் உருகி மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவமாக மாறுகிறது. மேலும் சூடுபடுத்தினால் அது சுமார் 162°C வெப்பநிலையில் கருஞ்சிவப்பாக மாறிப் பாகு நிலையை அடைகிறது. இந்த நிலையில் ஆய்வுக் குழாயைக் கவிழ்த்தாலும் கூட கந்தகப்பாகு வெளியே கொட்டாது. மேலும் சூடுபடுத்தினால் 180°C வெப்பநிலையில் கந்தகத்தின் பாகுத் தன்மை அதிகமாகும். பாகு கருமை நிறத்தை அடையும். வெப்பநிலை 260°Cக்கு வரும்போது கந்தகம் திரும்பவும் உருகி, இளகித் திரவமாக மாறும். 444°C வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் உருகிய கந்தகம் கொதிக்க ஆரம்பித்துச் சிவந்த ஆரஞ்சு நிறமுள்ள ஆவியாக வெளியேறும். இவ்விதம் சூடுபடுத்திய கந்தகத்தைக் குளிரச் செய்தால் முன்பு ஏற்பட்ட மாறுதல்களே வரிசைக் கிரமமாகப் பின்போக்கில் ஏற்பட்டு முடிவில் திண்ம வடிவக்கந்தகம் கிடைக்கும்.

கந்தகத்தின் இயற்பியல் பண்புகள்

கந்தகம் ஒரு மஞ்சள் நிறத் தனிமம். இஃது ஓர் அலோகம். இஃது நீரில் கரையாது. ஆனால் கார்பன்-டை-சல்பைடிலும், பென்சீனிலும் கரையக்கூடியது.

வேதிப்பண்புகள்

1. கந்தகம் காற்றில் இளம் நீலநிற சுவாலையுடன் எரிந்து கந்தக-டை-ஆக்சைடாக மாறுகிறது.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2 \uparrow$$

2. கொதிக்கும் கந்தகம் ஹைட்ரஜனுடன் வினைபட்டு ஹைட்ரஜன் சல்பைடை உண்டாக்குகிறது.

$$H_2 + S \rightarrow H_2S \uparrow$$

3. செஞ்சூட்டிலுள்ள கார்பன் மீது கந்தக ஆவியைச் செலுத்தினால் கார்பன்-டை-சல்ஃபைடு தோன்றுகிறது.

$$C + 2S \rightarrow CS_2$$

உலோகங்களுடன் வினை

4. இரும்பு, தாமிரம் போன்ற உலோகங்கள் கந்தகத்துடன் சேர்த்துச் சூடுபடுத்தப்படும்போது உலோகச் சல்பைடுகள் தோன்றுகின்றன.

$$Fe + S \rightarrow FeS \qquad Cu + S \rightarrow CuS$$

அமிலங்களுடன் வினை

5. சூடான, அடர் நைட்ரிக்அமிலம் கந்தகத்தைக் கந்தக அமிலமாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்கிறது.

$$S + 6HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 \uparrow + 2H_2O$$

6. பாதரசம் கந்தகத்தோடு அரைக்கப்படும்போது அது தன் பளபளப்பை இழந்து கந்தகத்துடன் சேர்ந்து கறுப்புநிறப் பாதரச சல்பைடு ஆக மாறுகிறது.

$$Hg + S \rightarrow HgS$$

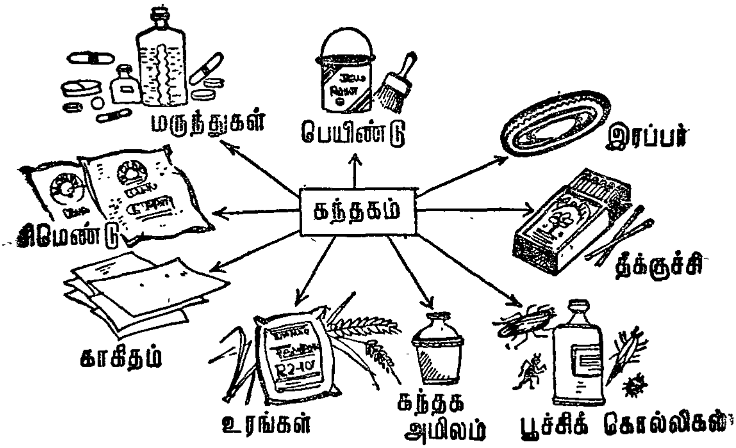
கந்தகத்தின் பயன்கள்

1. கந்தகம் மருந்துப்பொருள் (Sulpha Drugs) செய்யப் பயன்படுகிறது.

2. கார்பன்-டை-சல்பைடு, வெடிமருந்து, வாணங்கள், கந்தக அமிலம் முதலியவை தயார் செய்யும் தொழிலில் பயன்படுகிறது.

3. நெருப்புக்குச்சிகள் தயார் செய்யும் தொழிலில் பயன்படுகிறது.

4. சாயப்பொருள்கள் தயாரிக்கக் கந்தகம் பயன்படுகிறது.



கந்தகத்தின் பயன்கள்
படம். 31 a

5. சோடியம்-தயோ-சல்பேட், கால்சியம் சல்பைடு ஆகிய பொருள்கள் தயார் செய்யப் பயன்படுகிறது.

6. கந்தகத்தை எரித்து உண்டாகும் கந்தக-டை-ஆக்சைடைக் கொண்டு தொற்று நோய்க் கிருமிகளை அழிக்கிறார்கள்.

7. இது உரங்கள் தயார் செய்யும் தொழில்களிலும் பயன்படுகிறது.

8. சொறி சிரங்குகளுக்குச் சுந்தகக் களிம்பு சிறந்த மருந்தாகும்.

9. கந்தக (II) ஆக்சைடு, கந்தக (III) ஆக்சைடு, கந்தக அமிலம் ஆகியவை தயாரிக்கக் கந்தகம் பயன்படுகிறது.

10. கந்தகத்தை இரப்பருடன் சேர்த்து வல்கனைட்டு, எபொனைட்டு போன்ற பொருள்கள் தயார் செய்யப் படுகின்றன. இப்பொருள்கள் ஊற்றுப்பேனாக்கள் (Fountain Pens) செய்வதற்கும், மோட்டார் டயர்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

வினாக்கள்

1. கந்தகம் இயற்கையில் கிடைக்கும் இடங்களில் சில கூறுக.
2. கந்தகத் தாதுப்பொருள்கள் சில கூறுக.
3. எரிமலைப் பிரதேசங்களிலிருந்து உருளைக் கந்தகம் எவ்வாறு பெறப்படுகிறது ?
4. கந்தகம் சிசிலியன் முறையில் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது ?
5. ஃப்ராஷ் முறையில் தூய கந்தகத்தைப் பெறும் முறையை படத்துடன் விவரி.
6. கந்தகம் தூய்மை செய்யப்படும் முறையை விளக்குக.
7. கந்தகத்தைச் சூடாக்கினால் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கூறுக.
8. கந்தகத்தின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளை எழுதுக.
9. புறவேற்றுமை என்றால் என்ன ?
10. கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்கள் யாவை ?
11. கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்களை எவ்வாறு தயாரிக்கலாம் ?
12. மூன்று புறவேற்றுமை வடிவக் கந்தகங்களும் அடிப்படையில் ஒன்றே என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய் ?
13. கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்களுக்கு இடையேயுள்ள பண்புகளை ஒப்பிடுக.
14. கந்தகத்தின் பயன்களைக் கூறுக.
15. கந்தகத்தைக் கரைக்கும் திரவங்கள் இரண்டு கூறுக.
16. கந்தகம் காற்றில் எரியும் போது கிடைக்கும் சேர்மம் என்ன ?

தெரிந்துகொள்

1839ஆம் ஆண்டில் **சார்லஸ் குட் இயர்** என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானி இரப்பரும், கந்தகமும் கலந்த கலவையைத் தவறி அடுப்பில் சிந்திவிட்டார். பிறகு இக்கலவையை எடுத்தபோது

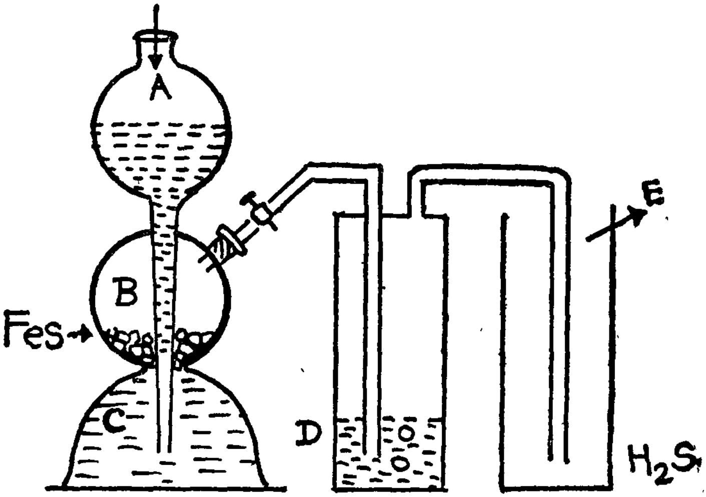
இரப்பருக்குமுன்பு இருந்ததைவிட மீள்சக்தி அதிகமாக இருந்தது. மேலும் வெப்பத்தினால் அதிகம் பாதிக்கப்படாமல் இருந்தது. இவ்வாறு அவர் வல்கனைஸ் செய்யும் முறையைத் தற்செயலாகக் கண்டறிந்தார்.

11. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு

மூலக்கூறு வாய்பாடு : H_2S **மூலக்கூறு எடை : 34**

கந்தகம், ஹைட்ரஜன் ஆகிய இரு தனிமங்கள் கொண்ட சேர்மமே ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ஆகும். தாதுநீர்களிலும், வெளி மண்டலத்திலும் இவ்வாயு ஓரளவு காணப்படுகிறது. முட்டைகள், தாவரங்கள் போன்ற கந்தகம் அடங்கிய கரிமச்சேர்மங்கள் அழுகும் போது ஹைட்ரஜன் சல்பைடு உண்டாவதால்தான் துர்நாற்றம் வீசுகிறது. இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு, நீரின் மூலக்கூறு வாய்பாடுடன் ஒத்து இருக்கிறது (H_2S, H_2O). ஆகவே கந்தகம், ஆக்சிஜன் ஆகியவை தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஒரே தொகுதியில் (VI வது தொகுதி) இடம் பெறுகின்றன.

ஆய்வகத்தில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு தயாரித்தல்



கிப்ஸ் உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜன் சல்பைடு தயாரித்தல்

A. மேல் குடுவை B. நடுக்குடுவை C. அடிக்குடுவை
D. அடர் கந்தக அமிலம் E. காற்று

படம். 32

இரும்பு (II) சல்பைடுடன் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைக் கொடுக்

கிறது. இவ்வேதிவினையைப் பயன்படுத்தி கிப்ஸ் கருவியைக் (Kipp's Apparatus) கொண்டு ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு ஆய்வகத்தில் தயார் செய்யப்படுகிறது.

கிப்ஸ் கருவியின் நடுக் குடுவையில் இரும்பு (II) சல்பைடுத் துண்டுகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் கிப்ஸ் கருவியின் மேல் குடுவை வழியாக ஊற்றப்படுகிறது. பிறகு நடுக் குடுவையில் உள்ள அடைப்பானைத் திறந்தால் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் அடிக்குடுவையில் இருந்து, அதற்கும் நடுக் குடுவைக்கும் உள்ள இடைவெளி வழியாக நடுக் குடுவையை அடைந்து, இரும்பு (II) சல்பைடுடன் வினை புரிகிறது. அப்போது ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு வெளிவருகிறது. நடுக்குடுவையிலுள்ள அடைப்பானைத் திறந்தால் இவ்வாயு வெளி வரும். வாயு தேவை இல்லாத நேரங்களில் அடைப்பானை மூட வேண்டும். அப்போது நடுக்குடுவையில் இருந்து அமிலம், அடிக் குடுவையை அடையும், ஏன்? இரும்பு (II) சல்பைடுக்கும், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்திற்கும் தொடர்பு நீங்குவதன் காரணமாக வேதிவினை நின்றுவிடும்.

$$FeS + 2\,HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S \uparrow$$

கிப்ஸ் கருவியிலிருந்து வெளிவரும் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு ஒரு போக்குக் குழாய் வழியே சென்று வாயுசாடியிலுள்ள காற்றை மேல்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து அதனுள் சேருகிறது. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு காற்றைவிட கனமானது.

கிப்ஸ் கருவியைப் பயன்படுத்த தேவையான நிபந்தனைகள்

1. வேதி வினைகளில் ஈடுபடும் பொருள்களில் ஒன்று திண்ம நிலையில் துண்டுகளாக இருக்கவேண்டும். மற்றொன்று நீர்ம நிலையில் இருக்கவேண்டும்.

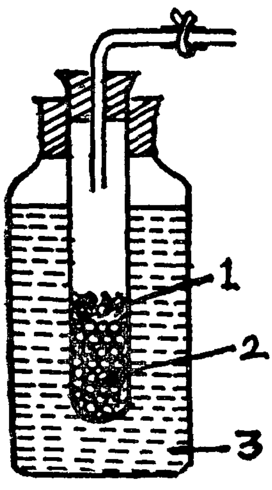
2. வேதிவினை ஆய்வு அறை வெப்பநிலையிலேயே நிகழ வேண்டும்.

3. தயாரிக்க வேண்டிய பொருள் வாயு நிலையில் இருக்க வேண்டும்.

கிப்ஸ் கருவி இல்லாத ஆய்வகங்களில் அதே தத்துவத்தை அடிப்படையாகக்கொண்ட ஓர் எளிய கருவியை நாமாக அமைத்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைத் தயாரிக்கலாம். கருவியை அமைத்தலும், தயாரித்தலும் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன:

எளிய முறையில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு தயாரித்தல்

சுமார் 500 மிலி. அளவுள்ள ஒரு வாயகன்ற கண்ணாடி புட்டியை, ஓர் அகன்ற நடுவில் துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் இறுகமூடு. அடைப்பானின் துளையின் வழியே தடித்த சுவருடைய ஓர் ஆய்வுக் குழாயைச் செருகு. ஆய்வுக் குழாயின் அடியில் சிறிய துளைகள் உள்ளன. ஆய்வுக் குழாயின் பாதிவரை சிறிய கண்ணாடிக் குண்டுகளோ அல்லது கற்களோ உள்ளன. ஆய்வுக் குழாயில் கண்ணாடிக் குண்டுகளுக்குமேல் இரும்பு (II) சல்பைடு உருளைத் துண்டுகளை வை. ஆய்வுக் குழாய் ஒரு துளை இரப்பர் அடைப்பானால் மூடப்பட்டுள்ளது. அடைப்பானில் உள்ள துளையின் வழியாக ஒரு பக்கக் குழாயைச் செருகு. பக்கக்குழாயின் நுனியில் ஓர் இரப்பர் குழாயை இணைத்து, இரப்பர்க் குழாயின் மறு நுனியில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயைச் செருகு. இரப்பர்க் குழாயின் நடுவில் ஒரு கிள்ளிப் பிடிப்பு (Pinch-Cock) உள்ளது. இப்போது அகன்ற அடைப்பானை நீக்கு. கண்ணாடிப் புட்டியினுள் முக்கால் பாகம் வரை நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை ஊற்று. ஆய்வுக்குழாயுடன் கூடிய அடைப்பானைப் புட்டியினுள் பொருத்தி மூடு.



எளிய முறையில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு தயாரித்தல்

1. இரும்பு சல்பைடு
2. கண்ணாடி குண்டுகள்
3. நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம்

படம். 33

கிள்ளிப் பிடிப்பைத் தளர்த்தினால் கண்ணாடிப்புட்டியில் உள்ள ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆய்வுக்குழாயின் அடிப் பாகத்தில் உள்ள துவாரத்தின் வழியாக ஆய்வுக்குழாயில் வந்தடையும். அப்போது ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், இரும்பு (II) சல்பைடுடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைத் தரும். இவ்வாயு பக்கக்குழாய் வழியாக வெளியேறும்.

வாயு தேவையில்லை என்றால் கிள்ளிப்பிடிப்பை மறுபடியும் இறுக்கிவிடவேண்டும். அப்போது ஆய்வுக்குழாயிலுள்ள வாயுவின் அழுத்தத்தால் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் அகன்ற

கண்ணாடிப்புட்டிக்குத் திருப்பி அனுப்பப்படும். ஆகவே இரும்பு (II) சல்பைடுக்கும், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்திற்கும் தொடர்பு நீங்குவதால் வேதிவினை நின்றுவிடும்.

வாயுவைக் கண்டறிதல்

அழுகிய முட்டை நாற்றத்திலிருந்து இவ்வாயுவைக் கண்டறியலாம். காரீய அசிடேட் கரைசலில் நனைத்த தாளின்மீது ஹைட்ரஜன் சல்பைடு பளபளப்பான கருமை நிறத்தை உண்டாக்குகிறது.

$$(CH_3\ COO_2)\ Pb + H_2S \rightarrow \underset{\text{கறுப்பு}}{PbS} \downarrow + 2\,CH_3\,COOH$$

மேற்கூறிய வினையில் இருந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடைக் கண்டறியலாம்.

இயற்பியல் பண்புகள்

இவ்வாயு நிறமற்றது ; அழுகிய முட்டையின் நாற்றமுடையது. காற்றைவிட கனமானது. நச்சுத்தன்மை உள்ளது. நீரில் நன்கு கரையும். நீர்க்கரைசலைக் கொதிக்க வைத்தால் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு வெளியேறும். இவ்வாயுவைக் குளிரச் செய்தால் $-60{\cdot}2°C$ வெப்பநிலையில் நிறமற்ற நீர்மமாகச் சுருங்கும். மேலும் குளிரச் செய்தால் $-83°C$ வெப்பநிலையில் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய திண்மமாக உறையும்.

வேதிப்பண்புகள்

எரிதல் : இவ்வாயுவை ஒரு ஜாடியில் நிரப்பி எரியும் தீக்குச்சியைக் கொண்டுசெல். தீக்குச்சி அணைந்து விடுகிறது. வாயு நீலநிறச் சுடருடன் எரிகிறது. வாயுச் சாடியின் பக்கங்களில் மஞ்சள் நிறக் கந்தகத்தூள் படிகிறது.

$$2\,H_2S + O_2 \rightarrow 2\,H_2O + 2\,S \downarrow$$

இவ்வினையிலிருந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடில் ஹைட்ரஜன், கந்தகம் ஆகியவை உள்ளன எனத் தெரிகிறதல்லவா ?

அமிலப்பண்பு

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு கரைந்த நீர்க்கரைசலில் நீல லிட்மஸ் தாளைத் தோய்த்து எடுத்தால் அது சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது. ஆகவே இது அமிலப்பண்புள்ள வாயு. ஹைட்ரஜன்

சல்பைடு வாயு கரைந்த கரைசல் ஹைட்ரோ சல்பூரிக் அமிலம் என வழங்கப்படுகிறது.

உலோக உப்புக்களோடு வினை

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைத் தாமிர சல்பேட், காரீய நைட்ரேட்டு, ஆண்டிமனி குளோரைடு போன்ற உலோக உப்புக் கரைசல்கள் வழியே செலுத்து.

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு மேற்கூறிய சேர்மங்களோடு வினைபுரிந்து கருமையான தாமிர சல்பைடும், ஆரஞ்சு நிற ஆண்டிமனி சல்பைடும், கருமையான பளபளப்பான காரீய சல்பைடு ஆகிய வீழ்படிவுகளாக கொடுக்கின்றது.

$$CuSO_4 + H_2S \rightarrow CuS \downarrow + H_2SO_4$$
கறுப்பு

$$2\,SbCl_3 + 3\,H_2S \rightarrow Sb_2S_3 \downarrow + 6\,HCl$$
ஆரஞ்சு

$$Pb(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow PbS \downarrow + 2\,HNO_3$$
கறுப்பு

ஆக்சிஜன் குறைத்தல் பண்பு

ஹைட்ரஜன் சல்பைடை அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுக் கரைசலில் செலுத்து. ஊதா நிறமுடைய பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுக் கரைசல் நிறமற்றதாகி விடுகிறது. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு கந்தகமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து வீழ்படிவாக வெளிப்படுகிறது.

$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,H_2S \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 8\,H_2O + 5\,S \downarrow$$

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவை அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் டை குரோமேட்டுக் கரைசலில் செலுத்து. ஆரஞ்சு நிற பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட் கரைசல் பச்சை நிறக் கரைசலாகிறது. கந்தகம் வீழ்படிவாக உண்டாகிறது.

$$3\,H_2S + K_2Cr_2O_7 + 4\,H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7\,H_2O + 3\,S \downarrow$$

மேற்குறிப்பிட்ட இரு வினைகளிலிருந்தும் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பான் என்பது தெரிகிறது.

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைக் குளோரின் நீர், புரோமின் நீர் ஆகியவற்றின் வழியாகச் செலுத்து. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு, குளோரினோடு வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உண்டா கிறது. அப்போது மஞ்சள் நிறக் கந்தகம் வீழ்படிவாக வெளிப்படுகிறது.

$$Cl_2 + H_2S \rightarrow 2\,HCl + S \downarrow$$

இதேபோல் புரோமின் நீருடன், ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் புரொமைடு உண்டாகிறது. அப் போதும் மஞ்சள் நிறக் கந்தகம் வீழ்படிவாக வெளிப்படுகிறது.

$$Br_2 + H_2S \rightarrow 2\,HBr + S \downarrow$$

ஹைட்ரஜன் சல்பைடின் பயன்கள்

1. பண்பறி பகுப்பாய்வு : ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவை உலோக உப்புக் கரைசல்களில் செலுத்தினால் அவ்வுலோகங்களின் சல்பைடுகள் வீழ்படிவாக வெளிப்படுகின்றன. இவ்வாறு உண்டான உலோக சல்பைடுகள் தங்களுக்கே உரித்தான நிறங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் கரைசல்களைப் பொறுத்து அவைகளின் கரைதிறன்களும் வேறுபடுகின்றன. இவ்வுலோக சல்பைடுகளின் நிறங்களிலிருந்தும், அவைகளின் கரைதிறன்களில் இருந்தும் உப்புக்களில் அடங்கியுள்ள உலோ கங்களை அடையாளம் கண்டுகொள்ள முடியும். ஆகவே ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு பண்பறிபகுப்பு ஆய்வில் அதிகம் பயன்படுகிறது. சான்றாக ஆரஞ்சு நிற சல்பைடு என்றால் அது ஆண்டிமனி உப்பாக இருக்கும். பளபளப்பான கறுமை வீழ்படி வாக இருந்தால் அது காரீயமாக இருக்கும். வெண்மை நிற சல்பைடு எனில் அது துத்தநாகமாக இருக்கும்.

2. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு சிறந்த ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

3. மேலும் பல்வேறு நிறமுள்ள உலோகச் சல்பைடுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இத்தகைய நிறமுள்ள சல்பைடுகள் வண்ணப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

வினாக்கள்

1. ஹைட்ரஜன் சல்பைடில் உள்ள தனிமங்களைக் கூறுக.
2. கிப்ஸ் கருவியின் மூலம் ஹைட்ரஜன் சல்பைடைப் பெறும் முறையினை விவரி. அங்கு நிகழும் வேதிவினையைத் தருக. கிப்ஸ் கருவியைப் பயன்படுத்தத் தேவையான நிபந்தனைகள் யாவை?
3. எளிய முறையில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடைத் தயாரிக்கும் முறையினைப் படத்துடன் விரிவாகக் கூறுக.
4. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு எரியும்போது உண்டாகும் வேதிப் பொருள்கள் யாவை? சமன்பாடு தருக.
5. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ஆக்சிஜன் குறைப்பானாக வினையாற்றும் இரு வேதிவினைகளைக் கூறுக.
6. கீழ்க்கண்டவற்றின் நீர்க் கரைசல்களின் வழியாக ஹைட்ரஜன் சல்பைடு செலுத்தும்போது நிகழும் மாறுதல்களைச் சமன்பாடுகளுடன் விளக்குக :
   1. தாமிர சல்பேட்டு 2. காரீய நைட்ரேட்டு, 3. ஆண்டிமனி குளோரைடு.
7. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவை எவ்வாறு கண்டறிவாய் ?
8. பண்பறி பகுப்பாய்வில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடின் பயன்களை விளக்குக.

தெரிந்து கொள்

தூய்மையான ஹைட்ரஜன் சல்பைடு தயார் செய்ய ஆண்டிமனி (III) சல்பைடுடன் அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடாக்கி வேதிவினை புரியச் செய்யவேண்டும்.

$$Sb_2S_3 + 6\,HCl \rightarrow 2\,SbCl_3 + 3\,H_2S \uparrow$$

சிந்தனைக்கு

1. வெள்ளிப் பாத்திரங்களைக் காற்றுப்படத் திறந்து வைத்தால் கறுப்பாக மாறும். ஏன்?
2. வெள்ளித் தட்டுகளில் முட்டையினுள் உள்ள பொருள்களை ஊற்றிவைத்தால் கறுமை நிறமாக மாறக்காரணம் என்ன?

12. கந்தகத்தின் ஆக்சைடுகள்

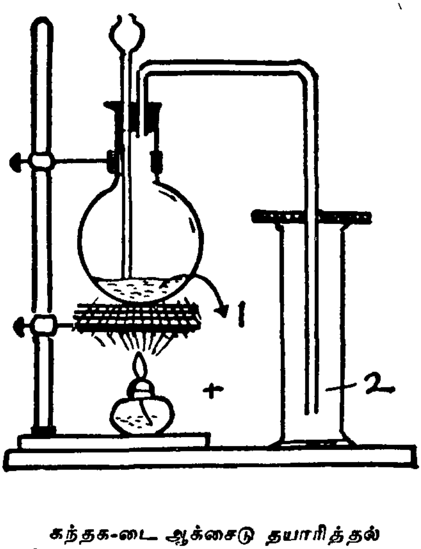
கந்தக–டை–ஆக்சைடு

மூலக்கூறு வாய்பாடு : SO_2 **மூலக்கூறு எடை : 64**

கந்தகத்தைக் காற்றில் எரித்தால் கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு கிடைக்கும். கந்தக வர்த்திகளை எரித்துக் கிடைக்கும் கந்தக-டை-ஆக்சைடுக் கொண்டு நோயாளிகள் படுத்திருக்கும் அறைகளிலுள்ள கிருமிகளை அழிப்பது ஒரு காலத்தில் வழக்கமாக இருந்தது. எரிமலைப் பகுதிகளில் பூமி வெடிக்கும்போது கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு வெளிப்படும்.

ஆய்வகத்தில் கந்தக–டை–ஆக்சைடு தயாரித்தல்

அடிப்பக்கம் உருண்டையான ஒரு குடுவையை எடுத்துக் கொண்டு அதில் தாமிரத் துருவல்களைப்போடு. அதன் வாயை



கந்தக-டை ஆக்சைடு தயாரித்தல்
1. தாமிரத்துருவல் 2. கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு
படம்.34

ஓர் இரு துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக மூடு. ஒரு துளை வழியாக நீண்ட திசில் புனல் ஒன்றைக் குடுவையின் அடிவரைச் செலுத்து. மற்றொரு துளை வழியாகச் செல்லும் ஒரு போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி ஒரு ஜாடியில் இருக்குமாறு

செய். திசில் புனல் வழியாக அடர்கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிக் குடுவையைச் சூடாக்கினால், தாமிரம், அடர் கந்தக அமிலத்தோடு வேதிவினை புரிந்து கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு உண்டாகிறது. இவ்வாயு காற்றைவிடக் கனமானது. இது போக்குக்குழாய் வழியாகச் சென்று வாயு ஜாடியிலுள்ள காற்றை மேல்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து, வாயு ஜாடியில் நிரப்புகின்றது. உலர்ந்த வாயு வேண்டுமென்றால் இவ்வாயுவை அடர் கந்தக அமிலம் அடங்கிய கழுவு சீசாவில் செலுத்திப் பிறகு வாயு ஜாடியில் சேகரிக்க வேண்டும்.

$$Cu + 2\ H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + 2\ H_2O + SO_2 \uparrow$$

இயற்பியல் பண்புகள்

இது நிறமற்ற வாயு. மூச்சை அடைக்கக் கூடிய மணமுடையது. இது நச்சுத்தன்மை உடையது. இது காற்றைவிடக் கனமானது. இது நீரில் கரையும். கந்தக-டை-ஆக்சைடு நீரில் கரைந்து கிடைக்கும் கரைசல் அமிலத் தன்மை உள்ளது. கந்தக-டை-ஆக்சைடு நீரில் கரைந்து சல்ப்பூரஸ் அமிலத்தைக் (Sulphurous Acid) கொடுக்கும். இதன் வேதிப் பெயர் **ஹைட்ரஜன் சல்பைட்** (H_2SO_3) ஆகும். **சல்ப்பூரஸ் அமிலம்** நிலையற்றது. இவ்வாயுவை அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் நீர்மமாக மாறும்.

வேதிப் பண்புகள்

1. கந்தக-டை-ஆக்சைடு உள்ள வாயு ஜாடியில் நீரைச் சேர்த்துக் குலுக்கிக் கிடைக்கும் கரைசல் நீல லிட்மசைச் சிவப்பு நிறமாக்கும். எனவே இது அமிலத் தன்மை உள்ளவாயு ஆகும்.

$$2\ SO_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ H_2SO_3$$

எனவே, **கந்தக-டை-ஆக்சைடு** சல்ப்பூரஸ் அமிலத்தின் **நீரற்ற** (anhydrous) அமிலமாகும்.

2. இவ்வாயுவில் எரிகின்ற மெழுகுவர்த்தியைச் செலுத்தினால் அது அணைந்து விடுகிறது. மேலும் இவ்வாயுவும் எரிவதில்லை. ஆதலின் இவ்வாயு தானும் எரியாது; பிற பொருள்களையும் எரியவிடாது என்று அறிகிறோம். இது எரிதலுக்குத் துணை செய்யாத வாயு (non-supporter of combustion) ஆகும்.

3. கந்தக-டை-ஆக்சைடு நிரம்பிய சாடியில் எரியும் மக்னீசியத்தை நுழைத்தால் அது தொடர்ந்து எரிகின்றது. அப்போது வெண்மையான மக்னீசிய ஆக்சைடு உண்டாகிறது. அப்போது மக்னீசியம் சல்பைடும் உண்டாகிறது. இவ்வேதி வினையில் கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஓர் ஆக்சிகரணியாக வேலை செய்கிறது.

$$3\,Mg + SO_2 \rightarrow 2\,MgO + MgS \downarrow$$

4. கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு நிரம்பிய ஜாடியில் அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டுக் கரைசலைச் சேர்த்துக் குலுக்கு. ஊதா நிற பர்மாங்கனேட்டுக் கரைசல் நிறமற்ற நீர்மமாக மாறுகின்றது.

$$2\,KMnO_4 + 5\,SO_2 + 2\,H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 2\,H_2SO_4$$

5. கந்தக-டை-ஆக்சைடு உள்ள வாயு ஜாடியில் அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டுக் கரைசலைச் சிறிதளவு சேர்த்துக் குலுக்கு. ஆரஞ்சு நிற டை-குரோமேட்டுக் கரைசல் பச்சை நிறக் கரைசலாக மாறுகிறது.

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 3\,SO_2 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2\,(SO_4)_3 + H_2O$$

இவ்விரு வினைகளும் கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பான் என்பதைக் காட்டுகிறது.

6. கந்தக-டை-ஆக்சைடு நிரம்பிய ஜாடியில் ஈரமுள்ள பூக்களைப்போட்டுச் சிறிது நேரம் கழித்துப் பார்த்தால் அவை தங்கள் நிறத்தை இழக்கின்றன. எனவே, கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஒரு நிறம் நீக்கியாக வேலை செய்கிறது என்று அறிகிறோம். அப்போது கந்தக-டை-ஆக்சைடு முதலில் ஈரத்தோடு சேர்ந்து கந்தக அமிலமாக மாறுகிறது. அப்போது ஹைட்ரஜன் வெளிப்படுகிறது. பிறப்பு நிலையிலுள்ள இந்த ஹைட்ரஜன், பூக்களில் உள்ள நிறத்தை ஆக்சிஜன் குறைக்கும் (Reduction) முறையில் நீக்குகிறது. கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயுவால் வெளுக்கப்பட்ட பொருள்களைக் காற்றுப்படும்படி வைத்திருந்தால் அவை காற்றிலிருந்து ஆக்சிஜனைக் கிரகித்துத் தம் பழைய நிறத்தை மீண்டும் அடைந்து

விடும் கந்தக-டை-ஆக்சைடு நிறம் நீக்குவது ஆக்சிஜன் குறைத்தல் முறையிலாகும். மேலும் கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஒரு தீவிர நிறம் நீக்கியன்று. இது நிறம் நீக்கும் பொருள்களை அழிக்காது. எனவே பட்டு, கம்பளம் போன்ற ஆடைகளை வெளுக்க சந்தக-டை-ஆக்சைடு பயன்படுகிறது. குளோரினின் நிறம் நீக்கும் முறையை இத்துடன் ஒப்பிடுக.

7. கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயுவை ஓர் எரிகாரக்கரைசலில் செலுத்தினால் இவ்வாயு உறிஞ்சப்பட்டுச் சல்பைட்டு உப்புக் கிடைக்கின்றன.

$$2\,NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

சல்பைட்டு உப்புக்கள் சல்ப்யூரஸ் அமிலத்தைப்போல் அன்றி நிலையானது.

கந்தக-டை-ஆக்சைடைக் கண்டறிதல்

இதன் மணத்திலிருந்தும், அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டுக் கரைசலைப் பச்சை நிறமாக மாற்றுவதிலிருந்தும் இவ்வாயுவை அறியலாம்.

கந்தக-டை-ஆக்சைடின் பயன்கள்

1. கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதற்கு இவ்வாயு அதிக அளவில் பயன்படுகின்றது.

2. குளோரினால் வெளுத்தால் அழிக்கப்படும் மென்மையான கம்பளம், பட்டு, வைக்கோல் ஆகியவைகளை வெளுப்பதற்குக் கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயுவைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

3. இவ்வாயு பழங்களைக் கெடாமல் பாதுகாக்கவும், கிருமி நாசினியாகவும் பயன்படுகிறது.

4. குளோரினால் வெளுக்கப்பட்ட ஆடைகளில் தங்கியிருக்கும் எஞ்சிய குளோரினை நீக்கும் குளோரின் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

5. கடுங்குளிர் பெட்டிகளில் நீர்ம கந்தக-டை-ஆக்சைடு பயன்படுகிறது.

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு

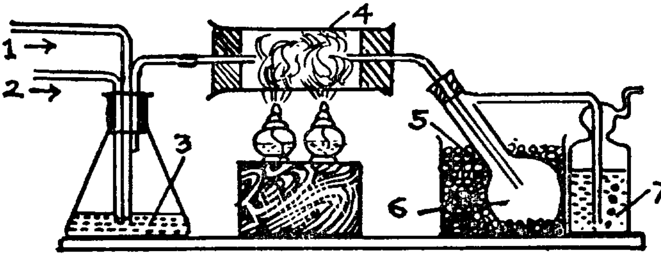
மூலக்கூறு வாய்பாடு : SO_3 **மூலக்கூறு எடை : 80**

இது கந்தகத்தின் மற்றோர் ஆக்சைடு ஆகும். கந்தக-டை-ஆக்சைடு மூலக்கூறில் ஒரு கந்தக அணுவும், இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் அடங்கியுள்ளன. கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு மூலக்கூறில் ஒரு கந்தக அணுவும், மூன்று ஆக்சிஜன் அணுக்களும் கூடியுள்ளன. கந்தகத்தை அதிக அளவுள்ள ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்து எரித்தாலும் கந்தக-டை-ஆக்சைடு தான் கிடைக்கிறது. கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஆக்சிஜனோடு சேர்ந்து மற்றொரு சேர்மத்தையும் தரக்கூடியது. அது கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு ஆகும்.

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடைத் தயாரிக்க வினைவேக மாற்றிகள் தேவை. அப்போதுதான் கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடைத் தரும்.

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு தயாரித்தல்

படம் 35ல் காட்டியபடி உபகரணங்களை அமைத்துக்கொள். ஈரமற்ற, தூய்மையான கந்தக-டை-ஆக்சைடையும், ஈரமற்ற, தூய்மையான ஆக்சிஜனையும் கலந்து 450°C வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பிளாட்டினம் கொண்ட கல்நாரின் மீது செலுத்தினால் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு உண்டாகும். இக் கந்தக-



கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு தயாரித்தல்
1. கந்தக டை-ஆக்சைடு வாயு 2. ஆக்சிஜன்
3. அடர் கந்தக அமிலம் 4. பிளாட்டினம் கல்நார்
5. உறைக்கலவை 6 கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு படிகங்கள்
7. அடர் கந்தக அமிலம்
படம். 35

ட்ரை-ஆக்சைடை உறைக் கலவையில் வைக்கப்பட்டுள்ள 'U' வடிவக் குழாயினுள் செலுத்தினால் அது குளிர்ந்து பளபளப்பான

ஊசி போன்ற படிகமாக மாறும். இங்குப் பிளாட்டினம் கொண்ட கல்நார் வினைவேக மாற்றியாக வேலை செய்கிறது.

$$2\,SO_2 + O_2 \xrightarrow{450°C} 2\,SO_3$$

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு சாதாரண வெப்ப நிலையில் நீர்ம நிலையில் உள்ளது. குளிர்ச்சி செய்யப்பட்டால் திண்மப் பொருளாகும். கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு திண்மப்பொருள். 16·8°C வெப்ப நிலையில் உருகும். 44·8°C வெப்பநிலையில் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு நீர்மம் கொதித்து ஆவியாகும். கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு வெப்பத்தை வெளியிட்டுக் கொண்டு நீரில் "உஸ்" என்ற ஓசையுடன் கரைந்து கந்தக அமிலத்தைக் கொடுக்கின்றது. ஆதலின் இது கந்தக அமிலத்தின் நீரற்ற அமிலமாகும்.

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடின் பண்புகள்

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு படிகங்களை முகவையில் உள்ள நீரில் இடும்போது அவை ஒரு வித ஓசையுடன் நீரில் கரைகிறது. இக் கரைசல் உண்டாகும்போது அதிக அளவு வெப்பம் வெளியாகிறது. இக்கரைசல் நீல லிட்மஸ் தாளைச் சிவப்பு நிறமாக்குகிறது.

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு நீரில் கரைந்து கிடைப்பது கந்தக அமிலமாகும். நேராகக் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடை நீரில் கரைக்கும்போது மிகுதியான அமில வெண்புகைகள் ஏற்படுகின்றன. இதைத் தவிர்க்க கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு கந்தக அமிலத்தில் கரைக்கப்படவேண்டும். இப்போது புகையும் கந்தக அமிலம் (Fuming Sulphuric Acid) கிடைக்கிறது. இதற்கு ஓலியம் (Oleum) என்பது மற்றொரு பெயர்.

$$H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$$

இவ்வாறு கிடைக்கும் ஓலியத்தை எச்சரிக்கையுடன் நீரில் கரைக்கும்போது அடர்கந்தக அமிலம் கிடைக்கிறது.

$$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2\,H_2SO_4$$

பயன்கள்

(1) கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதில் பெருமளவு பயன்படுகிறது.

(2) இது செயற்கை வண்ணங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படும்.

வினாக்கள்

1. கந்தகத்தின் இரு ஆக்சைடுகளையும் அவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகளையும் தருக.
2. கந்தகத்தைக் காற்றில் எரியச் செய்தால் என்ன நிகழும்? சமன்பாடு தருக.
3. கந்தக-டை-ஆக்சைடு ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படும் முறையை விரிவாகக் கூறுக.
4. கந்தக-டை-ஆக்சைடு உள்ள சாடியில் எரியும் மக்னீசியத்தைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்? சமன்பாடு தருக.
5. கந்தக-டை-ஆக்சைடு நீருடன் எவ்வாறு வினையடையும்?
6. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கந்தக-டை-ஆக்சைடைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்?
7. கந்தக-டை-ஆக்சைடின் பயன்களைக் கூறுக.
8. கந்தக-டை-ஆக்சைடு எம்முறையில் நிறங்களை நீக்குகிறது?
9. கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடின் பயன்கள் கூறுக.
10. கந்தக-டை-ஆக்சைடின் நிறம் நீக்கும் செயலை விரிவாகக் கூறுக.
11. கந்தக-டை-ஆக்சைடிலிருந்து கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடை எவ்வாறு பெறலாம்?
12. கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு தயாரிக்கப்படும் முறையினை விரிவாகக் கூறுக.
13. கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு நீருடன் எவ்வாறு வினையடையும்?
14. "ஓலியம்" என்பது என்ன?
15. ஓலியத்திலிருந்து அடர் கந்தக அமிலம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

13. கந்தக அமிலம் (ஹைட்ரஜன் சல்பேட்டு)

மூலக்கூறு வாய்பாடு : H_2SO_4 **மூலக்கூறு எடை : 98**

வேதிப் பொருள்களில் மிக முக்கியமானதும், முதன்மை யானதும், கந்தக அமிலம் ஆகும். இந்த அமிலத்தைப் பயன் படுத்தாத தொழிற்சாலைகளே அரிது. ஒரு நாட்டின் முன்னேற்ற மானது அந்த நாடு பயன்படுத்தும் கந்தக அமிலத்தின் அளவைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. மேலும் நைட்ரிக் அமிலம், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் போன்ற மற்ற அமிலங்களைத் தயார் செய்ய **ஹைட்ரஜன் சல்பேட்டு** என்ற வேதிப் பெயருடைய **கந்தக அமிலமே** பயன்படுகிறது. ஆய்வகங்களிலும், தொழிற் கூடங்களிலும், எண்ணற்ற வேதிப்பொருள்களை உருவாக்கு வதிலும் இவ்வமிலம் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. ஆகவே இதனை **''வேதிப் பொருள்களின் அரசன்''** என்று குறிப்பிடு கிறார்கள்.

1648-ஆம் ஆண்டு கிளாபர் என்ற விஞ்ஞானி இரும்பு (II) சல்பேட்டை (அன்னபேதி) காய்ச்சி வடித்து இவ்வமிலத்தைத் தயார் செய்தார். ஆதலின் இதைத் **துத்த அமிலம்** (Oil of vitriol) என்றும் கூறுவர். இது ஆக்சிஜனைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ள தால் இது ஓர் ஆக்சி அமிலமாகும். இதன் வேதிப்பெயர் **ஹைட்ரஜன் சல்பேட்டாகும்.** இதில் அடங்கியுள்ள தனிமங்கள் ஹைட்ரஜன், கந்தகம், ஆக்சிஜன் ஆகும்.

கந்தக அமிலம் ஆய்வகங்களில் அதிகம் தயார் செய்யப்படுவ தில்லை. இதைப் பெருமளவில் இரு முறைகளில் தயாரிக்கலாம். (1) **பரிச முறை** (Contact process) (2) **காரீய அறை முறை** (Lead-chamber process). தற்காலத்தில் காரீய அறை முறை அதிகம் பயன்படுவதில்லை. பரிச முறையில்தான் ஏராளமான கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

இம் முறையில் முதலில் கந்தக-டை-ஆக்சைடு தயாரிக்கப் படுகிறது. பிறகு கந்தக-டை-ஆக்சைடு, ஆக்சிஜனுடன் வினை வேகமாற்றியின் உதவியினால் கூடும்படி செய்யப்படுகிறது. அப்போது கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு நீரிலோ அல்லது நீர்த்த கந்தக அமிலத்திலோ கரைக்கப்பட்டுக் கந்தக அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது.

பரிச முறையில் கந்தக அமிலம் தயார் செய்தல்

இதில் மூன்று படிகள் உள்ளன. (1) முதலில் கந்தக-டை-ஆக்சைடு உண்டாக்கப்படுகிறது.

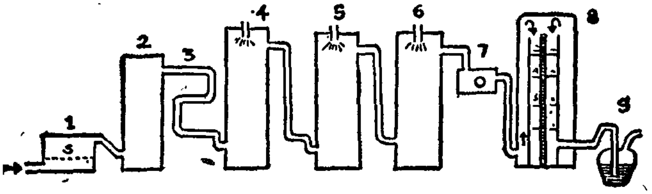
இரும்பு பைரைட்டுக்கள் (Iron pyrites) அல்லது கந்தகத்தைக் காற்றில் எரித்து கந்தக-டை-ஆக்சைடு பெறப்படுகிறது.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$
$$4\,FeS_2 + 11\,(O_2) \rightarrow 2\,Fe_2O_3 + 8\,SO_2 \uparrow$$

(2) பிறகு கந்தக-டை-ஆக்சைடு, கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு ஆக மாற்றப்படுகிறது.

$$2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,SO_3$$

கந்தக-டை-ஆக்சைடு வினை புரிவதற்கு முன் தூயதாக இருக்கவேண்டும். இதிலுள்ள மாசுகளான கந்தகத்தூள், ஆர்சினிக் (III) ஆக்சைடு (Arsenic III Oxide) ஆகியவைகளை நீக்கவேண்டும். மேற்கண்ட மாசுகள் இருப்பின் கந்தக-டை-ஆக்சைடை, கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடாக மாற்ற உதவும் வினைவேக மாற்றியின் செயல் குன்றும். ஆகவே அதிக அளவு காற்றுடன் கந்தக-டை-ஆக்சைடைக் கலந்து மாசுகளை நீக்கும்



பரிசமுறையில் கந்தக அமிலம் தயார் செய்தல்
1. அடுப்புகள் 2. மாசு நீக்கும் கோபுரம் 3. குளிர்விக்கும் சுருள்
4. தூய்மை செய்யும் கோபுரம் 5. உலர்த்தும் கோபுரம்
6. ஆர்சனிக் நீக்குதல் 7. ஆய்வுப் பெட்டி
8. பரிச அறை 9. கந்தக அமிலம் உறிஞ்சப்படுதல்
படம். 36

கோபுரத்தின் வழியாகச் செலுத்த வேண்டும். மேலிருந்து பாய்ச்சப்படும் நீராவியில் கந்தக-டை-ஆக்சைடு நன்கு கழுவப்படுகிறது. இதனால் பேரளவு மாசுகளும், தூசுகளும் நீக்கப்படுகின்றன.

மாசு நீங்கிய கந்தக-டை-ஆக்சைடு காற்றுக் கலவை, மேலிருந்து நீர்த்தாரை கொட்டும் ஒரு கோபுரத்தின் அடி வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. கீழ்நோக்கி வரும் நீருடன் வாயுக்கலவை சேரும்போது மேலும் மாசுகள் நீக்கப்படுகின்றன. அடுத்து இவ் வாயுக்கலவை, உலர்த்தும் கோபுரத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது. உலர்த்தும் கோபுரத்தின் மேலிருந்து அடர் கந்தக அமிலம் கீழ்நோக்கிச் சொட்டுகிறது. பிறகு உலர்த்தப் பட்ட வாயுக்கலவை ஆர்சினியஸ் ஆக்சைடை நீக்கும் ஓர் அறையின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இங்கு ஆர்சினியஸ் ஆக்சைடு நீக்கப்படுகிறது. பிறகு உலர்த்தப்பட்ட வாயுக் கலவையின் தூய்மை ஆய்வுப் பெட்டியால் உறுதி செய்யப்பட்டுப் பிறகு பரிச அறையினுள் செலுத்தப்படுகிறது.

பரிச அறையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படும் வனேடியம்-பென் டாக்சைடு பல நுண்துளைகள் கொண்ட குழாய்களாகப் பரிச அறையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வறையின் வெப்பநிலை 400°C - 450°C இருக்கும். காற்று, கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயுக் கலவை பரிச அறையை அடைந்தவுடன் வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் வேதிக்கூடுகை அடைகின்றன. காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன், கந்தக-டை-ஆக்சைடோடு கூடி கந்தக-ட்ரை-ஆக்சை டாக மாறுகிறது.

$$2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,SO_3$$

இவ்வேதிவினை ஆரம்பித்தவுடன் சூடுபடுத்துவதை நிறுத்த வேண்டும். ஏனெனில் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு உண்டாகும் வேதிவினை வெப்பம் உமிழ் வினையாகும்.

(3) பரிச அறையில் கந்தக-டை-ஆக்சைடு முழுவதும் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடாக மாறிய பிறகு இவ்வாயுக்கள் அடர் கந்தக அமிலம் சொட்டும் உறிஞ்சு கோபுரத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்படு கிறது. அங்குக் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு, அடர் கந்தக அமிலத்தில் கரைந்து ஓலியம் (Oleum) அல்லது புகையும் கந்தக அமிலம் உண்டாகிறது.

$$H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$$

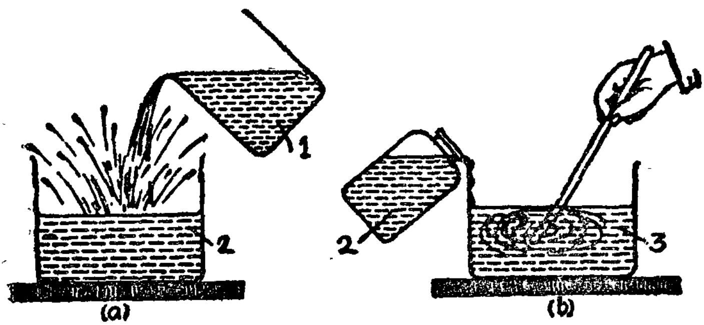
புகையும் கந்தக அமிலம் தேவையான அளவு நீரில் கரைக்கப்பட்டு அடர் கந்தக அமிலம் கிடைக்கிறது.

$$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2\,H_2SO_4$$

இவ்வாறு பரிச முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட கந்தக அமிலம் மிகவும் தூய்மையானதும், செறிவுமிக்கதுமாகும்.

நீர்த்த கந்தக அமிலம் தயாரித்தல்

ஆய்வு : ஆய்வகங்களில் பல ஆய்வுகளைச் செய்ய நீர்த்த கந்தக அமிலம் பயன்படுகின்றது. அடர் கந்தக அமிலத்தோடு நீரைச் சேர்த்து, நீர்த்த கந்தக அமிலம் தயாரிக்க முடியாது. ஏனெனில் அடர் அமிலத்தோடு நீரைச் சேர்க்கும்போது ஏராள



நீர்த்த கந்தக அமிலம் தயாரித்தல்
(a) *தவறான முறை* (b) *சரியான முறை*
1. *நீர்* 2. *அடர் கந்தக அமிலம்* 3. *நீர்*
படம். 37

மான வெப்பம் ஏற்பட்டு நீர், நீராவியாக மாறிவிடுகிறது. மேலும் அமிலம் சிதறித் தெறிக்கும். முகம், கண் இவற்றின் மீது அமிலம் பட்டால் புண்கள் ஏற்பட ஏதுவாகும். ஆகவே **அடர் கந்தக அமிலத்தை நீர்த்த கந்தக அமிலமாக மாற்றுவதற்கு அமிலத்தோடு நீரை சேர்க்கக் கூடாது.**

நீர்த்த கந்தக அமிலம் தயாரிக்க அகன்ற முகவை ஒன்றில் நீரை எடுத்துக்கொண்டு அத்துடன் அடர் கந்தக அமிலத்தை முகவையின் உட்புற பக்கங்களின் வழியாகச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்க்கவேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது கண்ணாடிக் குச்சியால் முகவையினுள் உள்ள நீர்மத்தைப் படத்தில் காட்டியபடி

தொடர்ந்து கலக்க வேண்டும். இதனால் வெப்பம் மெதுவாக வெளியாகும். அமிலம் சிதறுவது தடுக்கப்படும்.

கந்தக அமிலத்தின் இயற்பியல் பண்புகள்

இது எண்ணெய் போன்ற நிறமற்ற திரவமாகும். இதன் அடர்த்தி எண் 1·84 ஆகும். இது காற்றிலுள்ள நீராவியை எளிதில் உறிஞ்சும் தன்மையுடையது.

கந்தக அமிலத்தின் நீர்க்கவர்ச்சி

ஆய்வு 1 : ஆய்வுக்குழாய் ஒன்றில் அடர் கந்தக அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு அதில் ஒரு நீல நிறத் தாமிர (II) சல்பேட் படிகத்தை மெதுவாகப்போடு.

தாமிர (II) சல்பேட் படிகம் நீரை இழந்து வெண்மை நிறத் தூளாக மாறிவிடுகின்றது. அடர் கந்தக அமிலம் படிகத்திலிருந்து நீரை உறிஞ்சிவிடுவதால் படிகம் த்ன் நீல நிறத்தை இழக்கின்றது.

ஆய்வு 2 : ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் நன்கு தூளாக்கப்பட்ட சிறிது சர்க்கரையை எடுத்துக்கொண்டு இரண்டு மூன்று துளிகள் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்.

சர்க்கரை கருமை நிறமடைகிறது. சர்க்கரையிலுள்ள நீரை உண்டாக்கும் தனிமங்களான ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் அடர்கந்தக அமிலத்தால் உறிஞ்சப்படுவதால் சர்க்கரை கார்பனாக மாறுகிறது.

ஆய்வு 3 : ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் சிறிது மரத்தூளை எடுத்துக்கொண்டு அதனுடன் சிறிதளவு அடர்கந்தக அமிலத்தைச் சேர்.

மரத்தூள் கருமை நிறம் அடைகின்றது. ஏனெனில் மரத் தூளிலுள்ள ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் அடர்கந்தக அமிலத்தால் உறிஞ்சப்படுவதால் கார்பன்தான் எஞ்சி நிற்கிறது.

மேற்கண்ட ஆய்வுகள் அடர்கந்தக அமிலத்திற்கு நீரின் மேலுள்ள மிகுந்த நாட்டத்தைக் தெளிவாக்குகின்றன.

நீர்த்த கந்தக அமிலம் உலோகங்களோடு புரியும் வினை

துத்தநாகம், மக்னீசியம், அலுமினியம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களைத் தனித்தனி ஆய்வுக் குழாய்களில் எடுத்துக் கொண்டு நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை ஒவ்வொரு குழாயிலும் சிறிதளவு சேர்.

உலோகங்கள் நீர்த்த அமிலத்தோடு வேதிவினை புரிந்து அமிலத்திலிருந்து ஹைடிரஜன் வாயுவை வெளிப்படுத்துகின்றன.

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$
$$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2 \uparrow$$
$$2\,Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2\,(SO_4)_3 + 3\,H_2 \uparrow$$

அடர் கந்தக அமிலம் உலோகங்களோடு புரியும் வினை

வெவ்வேறு ஆய்வுக்குழாய்களில் துத்தநாகம், தாமிரம், இரும்பு ஆகிய உலோகங்களை எடுத்துக்கொண்டு ஒவ்வொன்றுடனும் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடு செய். ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் கந்தக-டை-ஆக்சைடு வாயு வெளிவரும்.

$$Cu + 2\,H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2\,H_2O + SO_2 \uparrow$$
$$Zn + 2\,H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2\,H_2O + SO_2 \uparrow$$

ஆய்வு 1 : சோடியம் நைட்ரேட் உப்பை ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு, குழாயில் சிறிதளவு அடர்கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிச் சூடுபடுத்து. நைட்ரிக் அமில வாயு வெளி வரும்.

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

ஆய்வு 2 : ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் சோடியம் குளோரைடு உப்பைச் சிறிதளவு எடுத்துக் கொண்டு குழாயில் சிறிதளவு அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்து இலேசாகச் சூடுபடுத்து. காற்றில் புகையும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமில வாயு உண்டாகும்.

$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$$

கந்தக அமிலத்தைக் கண்டறிதல்

பேரியம் குளோரைடு கரைசலோடு, கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் பேரியம் சல்பேட்டு என்ற வெண்மையான அடர்ந்த வீழ்படிவு உண்டாகும். இவ் வீழ்படிவு, மற்ற அமிலங்களிலும் கரையாது.

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow Ba\,SO_4 + 2\,HCl \uparrow$$

கந்தக அமிலத்தின் பயன்கள்

(1) ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் ஆகியவற்றைப் பெருமளவில் தயாரிக்க இது பயன்படுகிறது.

(2) அம்மோனியம் சல்பேட்டு, சூப்பர் பாஸ்பேட்டு போன்ற உரங்கள் தயார் செய்யப் பயன்படுகிறது.

(3) சேமிப்பு மின்கலங்களிலும், சாதாரண மின்கலங்களிலும் கந்தக அமிலம் பயன்படுகிறது.

(4) இது வாயுக்களை உலர்த்துவதற்குப் பயன்படுகின்றது. உலர்த்தும் பாண்டத்தில் இவ்வமிலம் உள்ளது.

(5) சோதனைச்சாலையில் ஹைட்ரஜன், கந்தக-டை-ஆக்சைடு போன்ற வாயுக்களைத் தயார் செய்யப் பயன்படுகிறது.

(6) இது பெட்ரோலியத்தைச் சுத்திகரிக்கப் பயன்படுகிறது.

(7) டி. என். டி. (T. N. T), நைட்ரோ கிளிசரின் (Nitro-glycerine) வெடி மருந்துகள் தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

(8) ஈதர், சாயங்கள், மருந்துகள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

சல்பேட் உப்புக்கள்

கந்தக அமிலத்திலிருந்து கிடைக்கின்ற உப்புக்கள் சல்பேட்டுக்களாகும். கந்தக அமிலத்தின் மூலக்கூறில் உலோகங்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உள்ளன. ஆகவே கந்தக அமிலம் ஓர் ஈருப்பு மூல (Dibasic) அமிலமாகும். இவ்வமிலத்திலிருந்து சல்பேட்டுக்கள், பை-சல்பேட்டுக்கள் என்ற இருவகை உப்புக்கள் கிடைக்கின்றன.

உலோகத்தையோ, உலோக ஆக்சைடுகளையோ, உலோகக் கார்பனேட்டுக்களையோ, உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளையோ கந்தக அமிலத்தோடு சேர்த்தால் சல்பேட்டு உப்புக்கள் கிடைக்கும்.

$$Zn + 2\,H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2\,H_2O + SO_2 \uparrow$$
$$2\,KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O$$
$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

சல்பேட்டுக்கள் பெரும்பாலும் படிக உருவம் பெற்றிருக்கும். இப்படிகங்களில் படிக நீர் காணப்படும். அதாவது இப்படிகங்களை வெப்பப்படுத்தினால் நீர் வெளிவரும். இவை படிக நீரை இழக்கும் போது படிக உருவத்தையும் இழக்கும். நிறமுள்ள படிகமாக இருப்பின் படிக நீரை இழந்து, உருவத்தை இழக்கும்போது, நிறத்தையும் இழந்துவிடும். சல்பேட்டுக்கள் பொதுவாக நீரில் கரையும். பேரியம் சல்பேட்டு, கால்சியம் சல்பேட்டு, காரீய சல்பேட்டு ஆகியவை நீரில் கரையா.

படிகாரம்

சோடியம் சல்பேட், பொட்டாசியம் சல்பேட் அல்லது அம்மோனியம் சல்பேட் கரைசலுடன் அலுமினிய சல்பேட் கரைசலைச் சேர்த்துப் படிகமாக்கினால் கிடைப்பது படிகநீர் அதிக முள்ள படிகாரப் படிகமாகும். இது நீரில் கரையும்.

பொட்டாசுப் படிகாரம்

இதன் வேதிப்பெயர், பொட்டாசிய அலுமினிய சல்பேட் ஆகும். இதன் மூலக்கூறு ஒவ்வொன்றிலும் 24 நீர் மூலக்கூறுகள் படிகநீராக உள்ளன [$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24\,H_2O$].

தயாரித்தல்

30 கிராம் எடையுள்ள அலுமினிய சல்பேட் [$Al_2(SO_4)_2\ 18\,H_2O$] உப்பை எடுத்துக்கொண்டு அதனை ஒரு முகவையில் இடு. அதனுடன் 8 கிராம் எடையுள்ள பொட்டாசியம் சல்பேட் (K_2SO_4) உப்பைச் சேர். சூடான நீரைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்து உப்புக் கலவையை நன்றாகக் கரையச் செய். கரைசலை வடிகட்டி அகன்ற கண்ணாடி கலனில் ஊற்று. தூசிகள் படியாத வகையில் காற்றோட்டமில்லா இடத்தில் கரைசலை வைத்து ஆவியாகச் செய். பிறகு கலனில் பொட்டாசுப் படிகாரங்கள் உண்டாகும்.

தன்மைகள்

பொட்டாசுப் படிகாரங்கள் எண்முகப் படிகங்களாக உள்ளன. மேலும், மேலும் உப்புக் கரைசல்களைப் பயன்படுத்திப் பெரிய அழகிய படிகங்களாக வளர்க்கலாம்.

பயன்கள்

1. பொட்டாசுப் படிகாரம் சாயத் தொழிலில் நிறம் ஊன்றியாக (mordant) பயன்படுகிறது.

2. இது சிறு வெட்டுக் காயங்களிலிருந்து வரும் இரத்தக் கசிவைத் தடுக்கவும் உதவுகிறது.

3. வாயில் ஏற்படும் ஈறு நோயைத் தடுக்கவும் இது பயன் படுகிறது.

4. காகிதத்தைப் பளபளப்பாக்கவும், தோல் பதனிடும் தொழிலிலும் இது பயன்படுகிறது.

5. குடிநீரில் மிதக்கும் மாசுகளைப் படிய வைத்து நீக்கப் படிகாரக் கரைசல் நீரில் சேர்க்கப்படுகிறது.

அம்மோனியம் சல்பேட் [$(NH_4)_2SO_4$]

தற்காலத்தில் ஆண்டுதோறும் உலகெங்கும் சுமார் பத்து மில்லியன் டன் உற்பத்தியாகும் முக்கிய வேதி உரம் அம்மோனியம் சல்பேட் ஆகும்.

பெருமளவில் இந்த உரத்தைத் தயாரிக்கத் தூளாக்கப்பட்ட கால்சியம் கார்பனேட்டுடன் செயற்கை (synthetic) அம்மோனியா, கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, நீர் ஆகியவற்றை வினைபுரியச் செய்ய வேண்டும். முதலில் அம்மோனியம் கார்பனேட்டு உருவாகும். இது கால்சியம் சல்பேட்டுடன் சேர்த்து, சூடுபடுத்தும்போது வேதி இரட்டைச் சிதைவு ஏற்பட்டு அம்மோனியம் சல்பேட்டும், கால்சியம் கார்பனேட்டும் கிடைக்கின்றன. பிறகு அம்மோனியம் சல்பேட்டைக் கார்பனேட்டிலிருந்து பிரித்து எடுத்து விடுவார்கள்.

$$2\,NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$
$$CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

பண்புகள்

இது வெண்மை நிறமுள்ள படிகப் பொருளாகும். நீரில் நன்கு கரையும்.

பயன்கள்

1. இது பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரமாகப் பயன்படுகின்றது.
2. மற்ற அம்மோனியம் உப்புக்கள் தயார் செய்ய இது ஆரம்பப் பொருளாகப் பயன்படுகின்றது.
3. தீப்பிடிக்காத துணிகள் செய்ய இது பயன்படுகிறது.

தாமிர சல்பேட்டு [$Cu(SO_4).5H_2O$]

ஒரு தாமிர சல்பேட்டு மூலக்கூறில் 5 நீர் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. இதை **மயில்துத்தம்** என்றழைப்பர். இது படிக நிலையிலுள்ள நீல நிறமுள்ள திண்ம பொருளாகும். இதிலும் படிக நீர் உண்டு. மேலும் நீரில் நன்கு கரையும். தாமிர ஆக்சைடையோ அல்லது தாமிர கார்பனேட்டையோ நீர்த்த கந்தக அமிலத்தோடு சூடுபடுத்தினால் தாமிர சல்பேட் படிகங்கள் கிடைக்கும்.

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$CuCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

மயில்துத்தப் படிகத்தைச் சூடுபடுத்தினால் அது படிகநீரை இழக்கும். அப்போது நீல நிறத்தையும், படிக உருவத்தையும் இழந்து, வெண்ணிறத்தூளாக மாறுகிறது. மேலும் இவ்வெண்ணிற மயில் துத்தத்தைக் காற்றுப்படும்படி வைத்தால் அது காற்றிலுள்ள நீராவியை உட்கிரகித்து மீண்டும் நீல நிறப்படிகமாக மாறிவிடும்.

பயன்கள்

1. தாமிர சல்பேட் கரைசலை டேனியல் மின்கலத்தில் துருவத்துவம் நீக்கியாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.
2. தாமிர மின்முறிகலத்தில் மின்னாற்பகு திரவமாக இதைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.
3. தாமிர சல்பேட்டு, நீர்த்த சுண்ணாம்பு இவைகள் கலந்த கரைசலைப் **போர்டோக் கலவை** என்பர். இது பூச்சி கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது.
4. வெண்மை நிறத் தாமிர சல்பேட்டைக் கொண்டு ஒரு பொருளில் நீர் உள்ளதா, இல்லையா என அறிகிறார்கள்.
5. அதைத் துணிகளுக்குச் சாயம் போடும் தொழிலில் நிறம் நிறுத்தியாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.
6. கரையான்களால் அல்லது வெள்ளை எறும்புகளால் காகிதங்கள் அரிக்கப்படாமல் இருப்பதற்காக காகிதக் குழம்போடு மயில் துத்தத்தைச் சேர்ப்பர்.
7. தோல் பதனிடும் தொழிலில் தோலை மிருதுவாக்க இது பயன்படுகிறது.

மக்னீசியம் சல்பேட் [$Mg(SO_4) \cdot 7H_2O$]

இதை எப்சம் உப்பு (Epsom) என்பர். ஏனெனில் இங்கிலாந்திலுள்ள எப்சம் ஜில்லாவிலுள்ள ஏரியில் இது மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றது. மக்னீசியத்தை நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்தால் இவ்வுப்புக் கிடைக்கும். அப்போது உண்டாகும் ஹைட்ரஜன் வெளியேறிவிடும்.

$$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2 \uparrow$$

பண்புகள்

இதுவும் படிக நீருள்ள வெண்மையான படிகமாகும். இதைச் சூடுபடுத்தினால் படிகநீரை இழக்கும். படிக உருவமும் அப்போது அழியும். இது நீரில் கரையும். வெகு கசப்பாக இருக்கும்.

பயன்கள்

1. பேதி மருந்தாகவும், சாயத் தொழிலில் நிறம் நிறுத்தியாகவும் பயன்படுகின்றது.

2. தீப்பற்றாத துணிகள், தீயினால் கறுக்காத செங்கற்கள் செய்யப்பயன்படுகின்றது.

3. தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், காகிதம், பட்டு, பருத்தித் துணி இவைகளை உறுதிப் படுத்தவும், மருந்துப் பொருளாகவும் இதனைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

கால்சியம் சல்பேட்டு [$CaSO_4 \cdot 2H_2O$]

இயற்கையிலேயே அதிக அளவில் இந்த உப்பு கிடைக்கின்றது. இயற்கையில் கிடைக்கும் இவ்வுப்பு ஜிப்சம் எனப்படும். ஆய்வகத்தில் இதைத் தயாரிக்க வேண்டுமெனில் கால்சியம் ஆக்சைடோடு நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்ப்பார்கள். இப்போது கால்சியம் சல்பேட்டும், நீரும் உண்டாகும்.

பண்புகள்

இதன் மூலக்கூறிலும் இரண்டு நீர்மூலக்கூறுகள் இணைந்துள்ளன. இது படிகநீர் உள்ள படிகமாகும். இதை 120°Cக்கு வெப்பபடுத்தினால் இதிலுள்ள படிகநீர் ஓரளவு வெளியேறிப் பாரீஸ்சாந்து (Plaster of Paris) [$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$] என்ற பொருளாகின்றது.

இப்பொருளுடன் நீரைச் சேர்த்தால் அது உட்கிரகிக்கப்படுகிறது. அப்போது கடினமான ஒரு பொருள் உண்டாகிறது. அவ்வாறு உண்டாகும் பொருளின் பருமனும் அதிகரிக்கின்றது.

பயன்கள்

1. ஜிப்சத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பாரீஸ், சாந்து, வார்ப்புகள் எடுக்க வேண்டிய பொருள்களுக்கு அச்சுத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது.
2. சிமெண்டு தயார் செய்ய இதனைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.
3. எலும்பு முறிவு அடைந்தவர்களுக்கு அவ்விடத்தில் மேலும், கீழும் கட்டுப்போடுவதற்குப் பாரீஸ் சாந்தைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.
4. அம்மோனியம் சல்பேட்டு என்ற உப்பைத் தயாரிக்க இது பயன்படுகின்றது.
5. கரும் பலகையில் எழுத உதவும் சுண்ணாம்புக்கட்டி (Chalk) தயார் செய்ய இது பயன்படுகின்றது.

சல்பேட்டு உப்புக்களைக் கண்டறிதல்

ஓர் ஆய்வுக் குழாயை எடுத்துக் கொள். ஏதேனும் ஒரு சல்பேட்டு உப்புக் கரைசலை அதில் இடு. அத்துடன் பேரியம் குளோரைடுக் கரைசலைச் சேர். என்ன மாற்றம் நிகழ்கிறது? வெண்மையான, அடர்த்தியான ஒரு வீழ்படிவு உண்டாகிறது. இந்நிலையில் சிறிது நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர். என்ன விளைவு ஏற்படுகிறது என்பதைக் கவனி. நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்திலும் அந்த வெண்மையான வீழ்படிவு கரைவதில்லை. இதே ஆய்வை வெவ்வேறு சல்பேட் உப்புக் கரைசலை கொண்டு செய்தாலும் ஒவ்வொரு ஆய்விலும் வெண்மையான வீழ்படிவு ஏற்படுகிறது. அந்த வெண்மையான வீழ்படிவு நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைவதில்லை.

ஆகவே சல்பேட் உப்புக்கள் பேரியம் குளோரைடுடன் வினை புரிந்து உருவாக்கும் பேரியம் சல்பேட் எனப்படும் வெண்மை நிறப் படிவுப் பொருள் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைவதில்லை.

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2\,NaCl$$
$$BaCl_2 + MgSO_4 \rightarrow BaSO_4 + MgCl_2$$

வினாக்கள்

1. கந்தக அமிலத்தைத் தயாரிக்கப் பயன்படும் இரு முறைகளின் பெயர்களைக் கூறுக.
2. பரிச முறையின் அடிப்படைத் தத்துவம் யாது?
3. பரிச முறையில் எவ்வாறு கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது?
4. பரிச முறையில் கந்தக அமிலம் தயாரிக்கும்போது கந்தகடை-ஆக்சைடை ஏன் தூய்மை செய்ய வேண்டும்?
5. பரிச முறையில் கந்தக-ட்ரை-ஆக்சைடு எவ்வாறு கந்தக அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது?
6. கந்தக அமிலத்தின் இயற்பியல் பண்புகள் யாவை?
7. நீர்த்த கந்தக அமிலம் உலோகங்களுடன் எவ்வாறு வினையடையும்?
8. நீர்த்த கந்தக அமிலம் எவ்வாறு தயாரிக்கவேண்டும்?
9. தாமிரத்துடன் அடர் கந்தக அமிலம் எவ்வாறு வினையடையும்? சமன்பாடு தருக.
10. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் இவற்றைத் தயாரிக்கத் தேவையான உப்புகள் யாவை?
11. "வேதிப் பொருள்களின் அரசன்" என்பது எது? அதை அவ்வாறு கூறக்காரணம் என்ன?
12. கந்தக அமிலத்திற்கு நீரின் மீதுள்ள நாட்டத்தை அறியு இரு ஆய்வுகளைக் கூறுக.
13. அடர் கந்தக அமிலத்தில் இடப்பட்ட தாமிரம் (II) சல்பேட் படிகம் நிறமிழப்பதேன்?
14. சர்க்கரையுடன் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் என்ன நிகழும்? ஏன்?
15. கந்தக அமிலத்தின் பயன்கள் யாவை?
16. சல்பேட்டுக்கள் என்றால் என்ன?
17. படிகாரங்கள் என்பவை யாவை?

18. நீரில் கரையாத சல்பேட்டுக்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.

19. படிகாரம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது ? அதன் பண்பு களையும், பயன்களையும் எழுது.

20. படிகாரத்தின் வேதிப்பெயர் தருக.

21. கீழ்க்கண்ட பொருள்களின் வேதிப்பெயர் தருக.
(அ) எப்சம் உப்பு (ஆ) ஜிப்சம் (இ) நீலத்துத்தம்.

சிந்தனைக்கு

மற்ற அமிலங்கள் தயார் செய்ய கந்தக அமிலம் பயன்படு கின்றது. ஆனால் மற்ற அமிலங்களைக் கொண்டு கந்தக அமிலம் தயார் செய்யப்படுவது இல்லை.

14. நைட்ரஜனும் அதன் ஆக்சைடுகளும்

மூலக்கூறுக்குறியீடு : N_2 **மூலக்கூறு எடை : 28**

இயற்கையில் நைட்ரஜன் கிடைப்பு

மிக அதிக அளவில் காற்றில் 78% பருமனளவு நைட்ரஜன் தனிம நிலையில் உள்ளது, தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் நைட்ரஜன் புரோட்டீனாகச் சேர்மநிலையில் காணப்படுகிறது. இயற்கையில் கிடைக்கும் நைட்டர் (Nitre—KNO_3), சில்லி சால்ட் பீட்டர் (Chile Salt Petre - $NaNO_3$) ஆகியவற்றிலும் நைட்ரஜன் உள்ளது. உயிரினங்களுக்கு அவசியமான புரோட்டீன்களில் உள்ள முக்கிய தனிமங்களில் ஒன்று நைட்ரஜன் ஆகும்.

காற்றிலிருந்து நைட்ரஜனைப் பெறுதல்

காற்று ஒரு கலவை. இதன் பருமனளவில் ஏறத்தாழ 20% ஆக்சிஜன் உள்ளது. எஞ்சிய பகுதியில் 78% நைட்ரஜன் ஆகும். இந்த உண்மையை மணிஜாடி ஆய்வின் மூலம் நாம் அறிவோம். ஆகவே காற்றிலிருந்து நைட்ரஜனைப் பிரித்து எடுக்கலாம்.

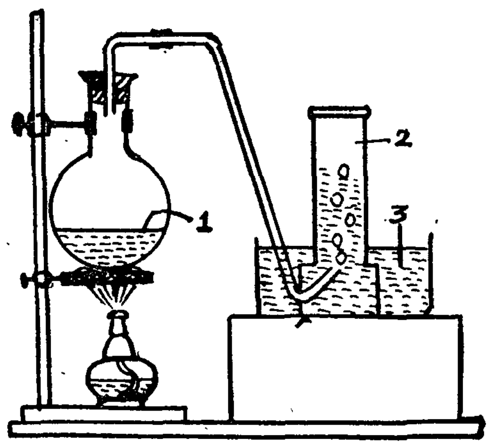
காற்றில் மிகக் குறைந்த அளவு உள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, ஈரம், தூசு ஆகியவைகளை நீக்கி, உலர்ந்த தூய்மையான காற்றைப் பெறுகிறார்கள். இதில் நைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் தான் கலந்து உள்ளது. இத்தூய்மையான உலர்ந்த காற்றை நீர்மமாக்குகிறார்கள். இந்நீர்ம நிலையிலுள்ள காற்றில் நீர்ம நைட்ரஜனும், நீர்ம ஆக்சிஜனும் உள்ளன. நீர்ம நைட்ரஜனின் கொதிநிலை – 196°C. நீர்ம ஆக்சிஜனின் கொதிநிலை—183°C. ஆகவே நீர்ம நிலையில் உள்ள காற்றைப் பகுத்து வடித்தால் முதலில் கொதிநிலை குறைவான நைட்ரஜன் ஆவியாக வெளி

வரும். அந்த நைட்ரஜன் ஆவியைத் தனியாகச் சேகரித்து நைட்ரஜனைப் பெறலாம். பிறகு வரும் ஆக்சிஜன் ஆவியைத் தனியாகச் சேகரித்து ஆக்சிஜனையும் பெறலாம். இவ்வாறு காற்றிலிருந்து பெருமளவில் நைட்ரஜன் பெறப்படுகிறது.

ஆய்வகத்தில் நைட்ரஜன் தயார் செய்தல்

தத்துவம் : அம்மோனியம் நைட்ரைட் (Ammonium Nitrite) ஒரு நிலையான சேர்மமல்ல. இதைச் சூடாக்கினால் வேதிச் சிதைவு அடைந்து நைட்ரஜனைக் கொடுக்கிறது. அம்மோனியம் நைட்ரைட்டைச் சூடாக்கினால் சில சமயங்களில் சிதைவடையும் போது வெடிக்கலாம். ஆகவே அம்மோனியம் நைட்ரைட்டை உண்டாக்கும் அம்மோனியம் குளோரைடு, சோடியம் நைட்ரைட் ஆகியவற்றின் அடர் கரைசல்களைச் சேர்த்துச் சூடாக்குவதும் உண்டு. இந்த சோடியம் நைட்ரேட், அம்மோனியம் குளோரைடு டன் வேதிவினை புரிந்து அம்மோனிய நைட்ரைட்டைக் கொடுக்கிறது. இவ்வாறு உண்டான அம்மோனியம் நைட்ரைட் வெப்பத்தால் சிதைந்து நைட்ரஜனைக் கொடுக்கிறது.

தயாரித்தல்



நைட்ரஜன் தயாரித்தல்
1. சோடியம் நைட்ரைட் + அம்மோனியம் குளோரைடு
2. நைட்ரஜன் 3. நீர்
படம். 38

ஓர் உருண்டை வடிவக் குழாயில் அம்மோனியம் குளோரைடு, சோடியம் நைட்ரைட் ஆகியவற்றின் அடர் கரைசல்களை

எடுத்துக் கொள். குடுவையின் வாயை ஒரு துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக நன்கு மூடு. இரப்பர் அடைப்பானில் பக்கக் குழாய் ஒன்றைச் செருகிப் படத்தில் காட்டியபடி உபகரணங்களை அமை. இப்போது குடுவையைச் சூடாக்கு. வேதி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு நைட்ரஜன் வாயு வெளிவரும். வெளிவரும் நைட்ரஜன் வாயு போக்குக் குழாய் வழியாகச் சென்று வாயுஜாடியில் உள்ள நீரை இடப்பெயர்ச்சி செய்து ஜாடியில் சேரும்.

$$NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow NH_4NO_2 + NaCl$$
$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 \uparrow + 2\ H_2O$$

இவ்வாறு கிடைக்கும் நைட்ரஜன் தூய்மையானது.

இயற்பியல் பண்புகள்

நைட்ரஜன் நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற வாயு. இது நச்சுத் தன்மையற்ற, வினைத்திறன் குறைவான வாயு. காற்றை விட இலேசானது. நீரில் சிறிதளவே கரையும். —196°C வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டால் நிறமற்ற நீர்மமாகும். —210°C வெப்பநிலையில் நிறமற்ற திண்மமாக உறையும்.

வேதிப்பண்புகள்

1. லிட்மஸ் தாளில் எந்த மாற்றத்தையும் உண்டாக்காது. எனவே அமிலப் பண்புகளோ, காரப் பண்புகளோ அற்றது.

2. தானும் எரியாது. பிற பொருள்கள் எரியவும் துணை செய்யாது. ஆகவே இது ஒரு மந்த வாயு.

3. நைட்ரஜன் மற்ற தனிமங்களுடன் எளிதில் வினை புரிவதில்லை. மின்வில் (Arc) வெப்பநிலையில் (3000°C) இஃது ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடைத் தருகிறது. ஆர்க் முறையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதற்கு இவ்வேதி வினையைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2\ NO$$

4. நைட்ரஜனும், ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்த வாயுக் கலவையை மிகுந்த அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தி ஒரு வினை வேக மாற்றியின் துணையுடன் 500°C வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால் அம்மோனியா உண்டாகிறது. ஹேபர் முறையில் நைட்ரஜனை

நிலைப்படுத்துவதற்கு இவ்வேதி வினையைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

5. மிகுந்த வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்பட்ட மக்னீசியம், அலுமினியம், கால்சியம் போன்ற உலோகங்களின் மீது நைட்ரஜனைச் செலுத்தினால் உலோக நைட்ரைடுகள் கிடைக்கின்றன.

$$3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$$
$$2Al + N_2 \rightarrow 2AlN$$

நைட்ரஜனின் பயன்கள்

1. அம்மோனியா, நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற பயன்மிக்க பொருள்களைத் தயாரிக்க இது பயன்படுகிறது.

2. காற்றில் நைட்ரஜன், ஆக்சிஜனோடு கலந்திருப்பதால் ஆக்சிஜனின் வினைத்திறன் குறைகிறது. இதனால் பொருள்கள் காற்றில் விரைவாக எரிதல் தடுக்கப்படுகின்றது.

3. மின்விளக்குகளிலுள்ள கண்ணாடிக் குமிழ்களில் நிரப்பப் பயன்படுகிறது.

4. சில உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான மந்த சூழ்நிலையை (Inert atmosphere) உருவாக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

5. மேலும் தொழிலகங்களில் கால்சியம் சயனமைடு (Calcium cyanamide) போன்ற இன்றியமையாத சேர்மங்களைத் தயாரிக்கத் தேவைப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகள்

ஆக்சைடு (Oxide) என்பது ஒரு தனிமமும், ஆக்சிஜனும் கூடி உண்டான சேர்மம் ஆகும். நைட்ரஜன் வாயு சாதாரண வெப்பநிலையில் வினைத்திறன் குறைவான தனிமமாகும். ஆனால் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் நைட்ரஜன் அணுக்கள், ஆக்சிஜன் அணுக்களோடு அநேக விகிதங்களில் கூடிப் பலவித ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை :

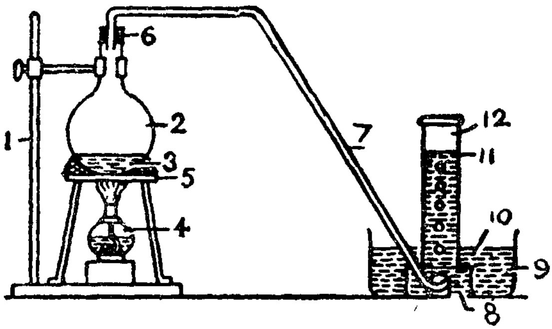
ஆக்சைடுகள்	மூலக்கூறு வாய்பாடு	மூலக்கூறு எடை
1. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு	N_2O	44
2. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு	NO	30
3. நைட்ரஜன் (III) ஆக்சைடு	N_2O_3	76
4. நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு	NO_2	46
5. நைட்ரஜன் (V) ஆக்சைடு	N_2O_5	108

நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு

இதன் மூலக்கூறில் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவும், இரண்டு நைட்ரஜன் அணுக்களும் கூடியுள்ளன. இதைச் **சிரிப்பூட்டும் வாயு** (Laughing gas) என்பர். ஏனெனில் இதை அளவிற்கு மீறிச் சுவாசிக்கும் மனிதர் சிரிப்பாராம்! இதை **ப்ரீஸ்ட்லி** என்ற விஞ்ஞானி முதன் முதலில் தயாரித்துக் காண்பித்தார்.

நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

ஓர் ஆய்வுக் குடுவையில் அம்மோனியம் **நைட்டிரேட்டுப்** (Ammonium nitrate) படிகங்களை எடுத்துக் கொள். அதன்



நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

1. தாங்கி 2. குடுவை 3. அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு
4. சாராய விளக்கு 5. கம்பி வலை 6. அடைப்பான்
7. போக்குக் குழாய் 8. துளை மேடை 9. நீர் தொட்டி
10. நீர் 11. வாயு ஜாடி 12. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு

படம். 39

வாயை ஒரு துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக மூடு அடைப்பானிலிருந்து செல்லும் போக்குக் குழாய் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு குடுவைக்குள் நுழைக்கப்படுகிறது. பிறகு போக்குக்

குழாயின் வெளிநுனி ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் உள்ள சூடான நீரில் அமிழ்ந்துள்ள துளைமேடையினுள் நுழைக்கப்படுகின்றது. துளைமேடையின் மீது சூடான நீரால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு வாயுச் சாடி தலைகீழாகக் கவிழ்த்து வைக்கப்படுகிறது. குடுவையைச் சூடாக்கினால் அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு சிதைந்து நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடும், நீராவியும் உண்டாகின்றன.

நீராவி நீர்த்திவலைகளாக மாறிக் குடுவையில் படிந்துவிடுகின்றது. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு, வாயுசாடியில் உள்ள சூடான நீரைக் கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து அதில் சேகரமாகிறது. குளிர்ந்த நீரில் நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு கரையும் தன்மையுள்ளதால் சூடான நீர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} 2\ H_2O + N_2O \uparrow$$

எச்சரிக்கை

வெப்பநிலை 250°C-க்கு அதிகமானால் நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு அதிக அளவில் வெளியாகும். அதனால் ஆய்வுக் குழாய் வெடிக்கும் நிலை ஏற்படலாம். எனவே அம்மோனியம் நைட்ரேட்டை மிக மெதுவாகவும், சீராகவும் சூடுபடுத்துதல் அவசியம். அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு 200°C வெப்பநிலையில் சிதைந்து நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடை நிதானமாகவும் சீராகவும் வெளிவிடும்.

நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடின் இயற்பியல் பண்புகள்

(1) இது நிறமற்ற, காற்றைவிடக்கனமான, இனிய மணமுள்ள வாயுவாகும். (2) இது குளிர்ந்த நீரில் அதிக அளவு கரையும். சூடான நீரில் சிறிதளவு கரையும். ஆல்கஹாலில் நீரைவிட அதிகம் கரையும். (3) நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடைச் சுவாசித்தால் சுவாசிப்பவர் சிரிக்கத் தொடங்குவார். அதிக அளவில் சுவாசித்தால் மயக்கமும் ஏற்படும்; மிக அதிக அளவில் சுவாசித்தால் மரணமும் ஏற்படலாம்.

வேதிப்பண்புகள்

(1) இது ஒரு நடுநிலை ஆக்சைடு ஆகும். இதற்குக் காரப் பண்புகளோ, அமிலப் பண்புகளோ கிடையாது.

(2) எரியும் தீக்குச்சியைக் கொண்டுபோனால் அது தொடர்ந்து பிரகாசத்துடன் எரியும். அப்போது ஆக்சிஜனும் நைட்ரஜனும் உண்டாகின்றன.

$$2N_2O \xrightarrow{\Delta} 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$$

(3) மக்னீசியம், பாஸ்வரஸ், கந்தகம் போன்ற தனிமங்கள் இவ்வாயுவில் பிரகாசமான ஒளியுடன் எரிந்து, அவைகளின் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றன. அப்போது நைட்ரஜன் உண்டாகின்றது. எனவே இது ஓர் ஆக்சிகரணியாகும் (Oxidising Agent).

(i) $N_2O + Mg \rightarrow MgO + N_2$
(ii) $2N_2O + S \rightarrow SO_2 + 2N_2$
(iii) $2P + 5N_2O \rightarrow P_2O_5 + 5N_2$

(4) இவ்வாயுவைச் சூடாக்கப்பட்ட தாமிரத் துருவல்கள் மீது செலுத்தினால் இவ்வாயு நைட்ரஜனாகக் குறைக்கப்படும்.

$$N_2O + Cu \rightarrow N_2\uparrow + CuO$$

பயன்கள்

நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு, ஆக்சிஜனுடன் கலக்கப்பட்டு முற்காலத்தில் மருத்துவத் துறையில் பல் வைத்தியர்களால் மயக்க மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

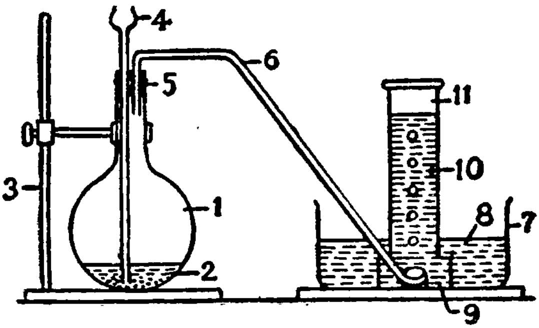
நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு

இதன் மூலக்கூறில் நைட்ரஜன் அணு ஒன்றும், ஆக்சிஜன் அணு ஒன்றும் உள்ளன. ப்ரீஸ்ட்லி என்ற விஞ்ஞானி இதை ஒரு சேர்மம் எனக் கண்டறிந்து அதன் இயல்புகளை விளக்கினார்.

நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

அடிப்பக்கம் தட்டையான ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் தாமிரத் துருவல்களைப் போடு. குடுவையின் வாயை இரு துளை இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக மூடு. ஒரு துளையின் வழியே ஒரு திசில் புனலை அதன் கீழ் நுனி குடுவையின் அடி வரை செல்லும்படியாகச் செருகு. அடைப்பானின் மறு துளை வழியாகச் செல்லும் போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி கண்ணாடித்

தொட்டியில் நீரில் அமிழ்ந்துள்ள துளைமேடையின் கீழ்த் துளைக்குள் செல்லுமாறு அமை. துளைமேடையின் மீது நீர்



நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

1. குடுவை 2. தாமிரத் துருவல் + நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம்
3. தாங்கி 4. திசில் புனல் 5. அடைப்பான்
6. போக்குக் குழாய் 7. நீர்த் தொட்டி 8. நீர்
9. துளைமேடை 10. வாயு ஜாடி 11. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு.

படம். 40

நிரம்பிய வாயுச்சாடியைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து வை. திசில் புனலின் வழியே ஒரு பங்கு அடர் நைட்ரிக் அமிலமும், ஒரு பங்கு நீரும் கலந்த கலவையை ஊற்று. அமிலமும், தாமிரமும் வேதி வினை புரிந்து நிறமற்ற நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு வாயு வெளி வரும். இது வாயுச்சாடியில் உள்ள நீரினைக் கீழ்முக இடப் பெயர்ச்சி செய்து அதில் சேரும்.

$$3\,Cu + 8\,HNO_3 \rightarrow 3\,Cu(NO_3)_2 + 2\,NO\uparrow + 4\,H_2O$$

நைட்டிரஜன் (II) ஆக்சைடின் இயற்பியல் பண்புகள்

இது நிறமற்ற, காற்றை விடச் சிறிது கனமான வாயு. நீரில் சிறிது கரையும். மணமற்ற வாயுவாகும்.

1. இது காரப்பண்புகளோ, அமிலப்பண்புகளோ அற்ற ஒரு நடுநிலை ஆக்சைடு வாயுவாகும். லிட்மஸ் கரைசல்களின் நிறங்களை மாற்றுவதில்லை.

2. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு காற்றுடன் கலக்கும்போது காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனுடன் கூடுவதால் பழுப்பு நிறமுடைய நைட்டிரஜன் (IV) ஆக்சைடாக மாறுகிறது.

3. மிக அதிக வெப்பநிலையில் (1000°C-க்கு மேல்) இது ஆக்சிஜனாகவும், நைட்ரஜனாகவும் சிதைவு அடைகிறது.

$$2\,NO \xrightarrow{\Delta} N_2 + O_2$$

4. தீவிரமாக எரியும் மக்னீசியம், பாஸ்வரஸ் போன்ற தனிமங்கள் இவ்வாயுவில் தொடர்ந்து எரிந்து தம் தம் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றன.

$$2\,Mg + 2\,NO \rightarrow 2\,MgO + N_2$$
$$4\,P + 10\,NO \rightarrow 2\,P_2O_5 + 5\,N_2$$

5. இவ்வாயுவை இரும்பு (II) சல்பேட் கரைசலில் செலுத்தினால் இவ்வாயு கரைந்து ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறமுடைய ஒரு சேர்மத்தை உண்டாக்குகின்றது.

$$FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 \cdot NO$$

கரைசலைச் சூடாக்கினால் நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு மீண்டும் வெளியேறும்.

6. சூடாக்கப்பட்ட தாமிரத் துருவல்கள் மீது, நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடைச் செலுத்தினால் இவ்வாயு நைட்ரஜனாகக் குறைக்கப்படும். தாமிரம், தாமிர ஆக்சைடாக மாறும்.

$$2\,Cu + 2\,NO \rightarrow 2\,CuO + H_2 \uparrow$$

நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடின் பயன்கள்

பேரளவில் கந்தக அமிலம், காரீய அறை (Lead Chamber) முறையில் தயாரிக்கப்படும்போது, நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு வினை ஊக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு

இதன் மூலக்கூறில் ஒரு நைட்ரஜன் அணுவும், இரு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் கூடியுள்ளன.

நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

1. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடோடு ஆக்சிஜன் சேர்ந்தால் நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு கிடைக்கும்.

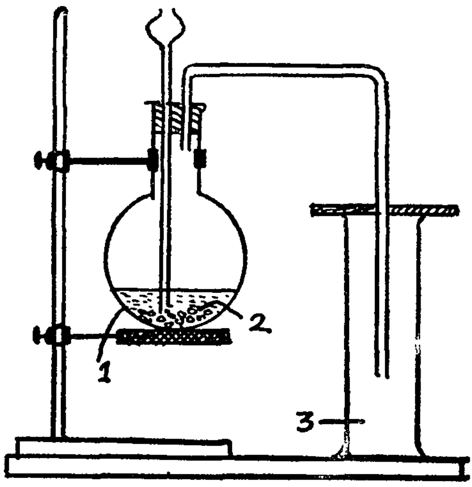
$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2$$

2. தாமிரம், காரீயம் போன்ற உலோக நைட்ரேட்டுகளைச் சூடுபடுத்தினால் அவைகள் சிதைந்து நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு வாயுவையும், ஆக்சிஜன் வாயுவையும் வெளிப்படுத்துகின்றன. அப்போது அவ்வுலோகங்களின் ஆக்சைடுகள் உண்டாகின்றன.

$$2\,Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2\,CuO + 4\,NO_2 + O_2$$
$$2\,Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2\,PbO + 4\,NO_2 + O_2$$

ஆய்வகத்தில் நைட்ரஜன் (IV) ஆச்சைடு தயாரித்தல்

அடிப்பக்கம் தட்டையான ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் தாமிரத் துருவல்களைப் போடு. படத்தில் காட்டியபடி ஆய்வுக்



நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு தயாரித்தல்

1. அடர் நைட்ரிக் அமிலம் 2. தாமிரத் துருவல்கள்
3. நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு

படம். 41

கருவியை அமைத்துத் திசில் புனல் வழியே அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தை ஊற்று. நைட்ரிக் அமிலமும், தாமிரமும் வேதிவினை புரிந்து தாமிர நைட்ரேட்டும், பழுப்பு நிற நைட்ரஜன் (IV)

ஆக்சைடு வாயுவும் உண்டாகும். இவ்வாயு போக்குக் குழாய் வழியாகச் சென்று வாயுச் சாடியில் உள்ள காற்றை மேல்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து அதில் சேருகிறது. ஏனெனில் இது காற்றை விட கனமானது.

$$Cu + 4\,HNO_3 \rightarrow Cu\,(NO_3)_2 + 2\,H_2O + 2\,NO_2 \uparrow$$

இயற்பியல் பண்புகள்

இது செம்பழுப்பு நிறமுள்ளதும், நச்சுத்தன்மை உள்ளதும், அருவருக்கத்தக்க மணமுள்ளதும், காற்றைவிடக் கனமானதுமான வாயுவாகும். 20°C உஷ்ண நிலையில் மஞ்சள் நிற நீர்ம மாகிறது. இவ்வாயு நீரில் நன்கு கரைகிறது.

வேதிப் பண்புகள்

1. எரியும் தீக்குச்சியை இவ்வாயுவினுள் நுழைத்தால் மிகுந்த பிரகாசத்துடன் தொடர்ந்து எரியும்.

2. மக்னீசியமும், பாஸ்வரமும் இவ்வாயுவில் தொடர்ந்து எரிந்து அவற்றின் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றன. அப்போது நைட்ரஜன் வெளிப்படுகின்றது. ஆகவே இது ஒரு சிறந்த ஆக்சிகரணியாகும்.

$$2\,NO_2 + 4\,Mg \rightarrow 4\,MgO + N_2 \uparrow$$

3. தாமிரத்தின் மீது இவ்வாயுவைச் செலுத்தினால் தாமிர ஆக்சைடும், நைட்ரஜனும் உண்டாகின்றன.

$$2\,NO_2 + 4\,Cu \rightarrow 4\,CuO + N_2 \uparrow$$

இந்த வேதிவினை மூலம் நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடில் நைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் உள்ளன என அறியலாம்.

4. பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலிலிருந்து நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு அயோடினை வெளிப்படுத்துகிறது.

$$2\,KI + H_2O + NO_2 \rightarrow 2\,KOH + I_2 + NO$$

5. எரிகாரக் கரைசல்களில் இவ்வாயுவைச் செலுத்தினால் நைட்ரேட்டு உப்புக்களும், நைட்டிரைட்டு உப்புக்களும் கிடைக் கின்றன,

$$2\,KOH + 2\,NO_2 \rightarrow KNO_3 + KNO_2 + H_2O$$

6. குளிர்ந்த நீரில் இவ்வாயு கரைந்து நைட்ரிக் அமிலத்தையும், நைட்ரஸ் அமிலத்தையும் உண்டாக்குகிறது.

$$2\,NO_2 + H_3O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$$

சூடான நீரில் இவ்வாயு கரைந்து நைட்ரிக் அமிலத்தையும் நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடையும் தருகிறது.

$$3\,NO_2 + H_2O \rightarrow 2\,HNO_3 + NO$$

7. (அ) அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டுக் கரைசலை நிறமற்றதாகச் செய்கிறது.

(ஆ) அமிலங்கலந்த பொட்டாசியம் டைக்குரோமேட்டுக் கரைசலைப் பச்சையாக மாற்றுகிறது. ஆகவே இவ்வாயு ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பானாகவும் (Reducing agent) இருக்கிறது.

பயன்கள்

(1) இது நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

(2) காரீய அறை முறையில், கந்தக அமிலம் பேரளவில் தயாரிப்பதில் வினை ஊக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. இயற்கையில் கிடைக்கும் நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் சில கூறுக.
2. பெருமளவில் நைட்ரஜன் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது என்பதைப் படத்துடன் விளக்கு.
3. மக்னீசியம் நைட்ரஜனுடன் எவ்வாறு வினைபுரியும்?
4. நைட்ரஜனின் இயற்பியல் பண்புகளைக் கூறுக.
5. நைட்ரஜனின் பயன்கள் யாவை?
6. நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளின் பெயர்கள் கூறுக.
7. சிரிப்பூட்டும் வாயு என்பது எது?
8. ஆய்வகத்தில் நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு தயாரித்தலைப் படத்துடன் விவரி.

9. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு நிரம்பிய சாடியினுள் எரியும் வெண் பாஸ்வரத்தைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்? ஏன்?

10. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு ஒரு குறைப்பான் என்பதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டுத் தருக.

11. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடின் பயன்கள் யாவை?

12. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடை ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கும் முறையினைப் படத்துடன் விரிவாகக் கூறுக. அது எவ்வாறு கண்டறியப்படுகிறது?

13. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு காற்றுடன் எவ்வாறு வினையடையும்?

14. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு உள்ள சாடியினுள் எரியும் மெக்னீசிய நாடாவைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்? சமன்பாடு தருக. இதிலிருந்து அறிவது என்ன?

15. சூடான தாமிரத் துருவல்கள் மீது நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடைச் செலுத்தினால் ஏற்படும் வேதிவினை யாது ?

16. நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடின் பயன்கள் கூறுக.

17. நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு தயாரிக்கும் முறையினைப் படத்துடன் விரிவாகக் கூறுக.

18. நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடிலிருந்து, நைட்ரஜனை எவ்வாறு பெறலாம்?

19. நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு, நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு, நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு ஆகியவற்றின் பண்புகளை ஒப்பிடுக.

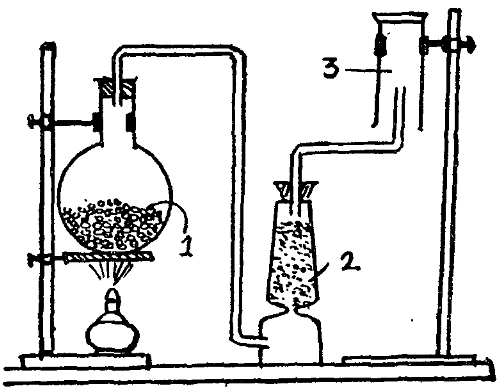
15. அம்மோனியா

மூலக்கூறு குறியீடு : NH_3 **மூலக்கூறு எடை : 17**

ப்ரீஸ்ட்லீ (Priestly) என்பவர் 1774ஆம் ஆண்டில் நவச் சாரத்தையும் நீற்றுச் சுண்ணாம்பையும் கலந்து சூடாக்கி முதன் முதலாக அம்மோனியா வாயுவைத் தயார் செய்தார். இவ்வாயு விற்குக் "காரத்தன்மை உள்ள காற்று" (Alkaline air) என்ற பெயரை அவர் கொடுத்தார். விலங்குகளின் கொம்புகளையும், குளம்புகளையும் காய்ச்சியபோது இவ்வாயு வெளிவந்தது. கரிமப் பொருள் அழுகும்போது இவ்வாயு உண்டாகிறது. இதனால்தான் குதிரை லாயங்களிலும், மாட்டுத் தொழுவங்களிலும் பிராணிகளின் சிறுநீர் சிதைவதால் நெடியுள்ள இவ்வாயுவை உணர்கிறோம். இவ்வாயு நைட்ரஜனும், ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்து உண்டான ஒரு சேர்மம் ஆகும். இவ்வாயுவின் மூலக்கூறில் (Molecule) நைட்ரஜன் அணு ஒன்றும், ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மூன்றும் உள்ளன. எனவே அம்மோனியாவின் மூலக்கூறுக் குறியீடு NH_3 ஆகும்.

ஆய்வகத்தில் அம்மோனியா வாயுவைத் தயாரித்தல்

ஒரு குடுவையில் **அம்மோனியம் குளோரைடு என்ற நவச்சார மும், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு என்ற நீற்றுச் சுண்ணாம்பும்**



உலர்ந்த அம்மோனியா தயாரித்தல்

1. அம்மோனியம் குளோரைடு + நீற்றுச் சுண்ணாம்பு
2. சுட்ட சுண்ணாம்பு 3. அம்மோனியா

படம். 42

கலந்த கலவை எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. கலவை திடநிலை யில் இருக்கவேண்டும். குடுவையின் வாய் ஒரு துளை

இரப்பர் அடைப்பானால் நன்றாக இறுக மூடப்பட்டுள்ளது. அடைப்பானில் உள்ள துளை வழியாக ஒரு போக்குக் குழாய் செருகப்பட்டுள்ளது. போக்குக் குழாயின் வெளி நுனி, சுட்ட சுண்ணாம்புக் கட்டிகள் (கால்சியம் ஆக்சைடு) உள்ள ஓர் உலர்த்தும் கோபுரத்தின் அடிப்பாகத்தோடு இணைந்துள்ளது. உலர்த்தும் கோபுரத்தின் மேல் பாகத்தோடு இணைந்துள்ள போக்குக் குழாய் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து நிறுத்தப்பட்டுள்ள ஒரு வாயுச் சாடியினுள் முடிவடைகிறது. இப்போது கலவை சூடாக்கப் பட்டால் அம்மோனியம் குளோரைடும், கால்சியம் ஹைட் ராக்சைடும் வேதிவினை புரிந்து அம்மோனியா வாயு உண்டா கிறது. அப்போது கால்சியம் குளோரைடும், நீராவியும் உண்டா கும். கால்சியம் குளோரைடு குடுவையில் தங்கும். நீராவியும், அம்மோனியா வாயுவும் போக்குக் குழாய் வழியாக உலர்த்தும் கோபுரத்தை அடையும். நீராவி மட்டும் சுட்ட சுண்ணாம்பால் கிரகிக்கப்படும். அம்மோனியா காற்றைவிட இலேசானது. ஆதலின் அம்மோனியா உலர்த்தும் கோபுரத்தின் மேல் உள்ள போக்குக் குழாய் வழியாகச் சென்று வாயுச் சாடியிலுள்ள காற்றைக் கீழ்முக இடப்பெயர்ச்சி செய்து (Downward displacement of air) அதில் நிரம்புகிறது.

$$2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2\,H_2O + 2\,NH_3 \uparrow$$

பேரளவில் அம்மோனியா தயாரித்தல்

ஹேபர் முறை (Haber Process)

தூய்மையான, உலர்ந்த நைட்ரஜன் ஒரு பங்கையும், ஹைட்ரஜன் மூன்று பங்கையும் கலந்து இருநூறு மடங்கு வளி மண்டல அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்துகிறார்கள். அழுத்தமிக்க இவ்வாயுக் கலவையை 500°C வெப்பநிலையிலுள்ள குழாய் களுக்குள் செலுத்துவார்கள். இக்குழாய்களில் வினை ஊக்கியாகச் சன்னமான இரும்புத்தூள்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த வினை ஊக்கியான இரும்புத்தூளை ஊக்குவிப்பதற்காக (Promoter) மாலிப்டினம் (Molybdenum) என்ற உலோகம் சிறிதளவு கலக்கப்பட்டிருக்கும். அழுத்தமிக்க நைட்ரஜனும், ஹைட்ரஜனும் வினை ஊக்கியின் வழியாகச் செல்லும்போது 500°C வெப்பநிலை யில் ஒன்றுகூடி அம்மோனியா உண்டாகும்.

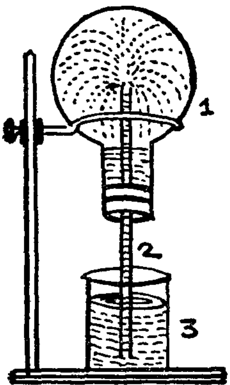
$$N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3 \uparrow$$

இம்முறையை ஹேபர் என்ற ஜெர்மானியர் கண்டுபிடித்தார். எனவே இம்முறை ஹேபர் முறை (Haber Process) எனப்படுகிறது.

இயற்பியல் பண்புகள்

இது நிறமற்ற, நெடியுள்ள, காற்றைவிட இலேசான வாயுவாகும். இது காரச் சுவையுள்ளது. இதைச் சுவாசித்தால் கண்களிலிருந்து நீர் வெளி வரும். இதை அழுத்திக் குளிரச் செய்தால் நிறமற்ற நீர்மமாகச் சுருங்கும். ஒரு கிராம் அம்மோனியா நீர்மம் ஆவியாகும்போது 330 கலோரிகள் உள்ளுறை வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு ஆவியாவதால் இதைச்சுற்றியுள்ள இடங்கள் மிகுந்த குளிர்ச்சி அடைகின்றன. இது நீரில் மிகுந்த அளவு கரையும். ஒரு மில்லி லிட்டர் நீரில் 800 மில்லி லிட்டர் அம்மோனியா வாயு கரையும். அம்மோனியா நீரில் கரைந்து அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு விளைகிறது. இதைக் காய்ச்சினால் கரைந்துள்ள வாயு வெளிவரும்.

அம்மோனியா வாயு நீரில் மிகுந்த அளவு கரைவதை ஊற்றுச் சோதனை (Fountain Experiment) யினால் அறியலாம்.



ஊற்றுச் சோதனை
1. அம்மோனியா வாயு நிறைந்த குடுவை
2. கூர்முனை குழாய்
3. சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசல்.

படம். 42 (a)

ஒரு குடுவையில் அம்மோனியா வாயு நிரப்பப்படுகிறது. குடுவையின் வாய் ஒரு துளை இரப்பர் அடைப்பானால் மூடப்படுகிறது. அடைப்பானிலுள்ள துளை வழியாக ஒரு நீண்ட குழாய் செருகப்படுகிறது. குடுவையிலுள்ள குழாயின் நுனி, கூர்முனையில் முடிவடைந்திருக்கும். குழாயின் வெளி முனையை ஒரு பீக்கரிலுள்ள சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசலில் இருக்கும்படி அமைத்துக் குடுவையைத் தலைகீழாகத் தாங்கியில் பொருத்தவேண்டும். சிறிது நேரத்தில் சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசல், குழாயின் வழியாக மேல் ஏறிக் குடுவைக்குள் கூர் முனைக் குழாய் வழியாக ஓர் ஊற்றுப்போல் வெளிப்படுகிறது. குடுவைக்குள் உள்ள அம்மோனியா வாயுவின் நீர் நாட்டத்தின் காரணமாகத்தான் லிட்மஸ் கரைசல் குழாய் வழியாக ஏறியது. குடுவையிலுள்ள அம்மோனியா, நீரில் கரையக் கரைய, அவ்விடத்தில் அழுத்தக் குறைவு ஏற்படுகிறது. ஆதலின் பீக்கரிலுள்ள சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசல் மேலும் மேலும்

குழாய் வழியாக மேலேறிக் கூரிய நுனி வழியாக வேகமாக ஊற்றுப் போல் பீச்சுகிறது. சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசல் குடுவையை அடைந்ததும் நீலநிறமாக மாறுவதிலிருந்து அம்மோனியா ஒரு காரத் தன்மையுள்ள வாயு என்பது தெளிவாகிறது.

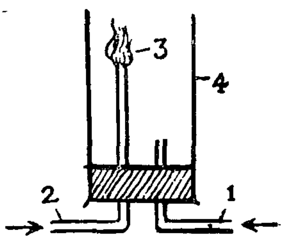
வேதிப்பண்புகள்

1. இவ்வாயு நிரம்பிய சாடியில் சிவப்பு லிட்மஸ் தாளைப் போட்டால் அது நீல நிறமாக மாறுகின்றது. மேலும் பினாப்தலீன் கரைசலை இவ்வாயுச் சாடியில் ஊற்றினால் அது சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது. ஆதலின் இது கார குணமுள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இது நீரில் கரைந்து அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு என்ற காரத்தைக் கொடுக்கிறது.

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$$

2. ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை அம்மோனியா வாயு உள்ள சாடியில் நுழை. சுவாலை அணைந்து விடுகிறது. எனவே அம்மோனியா வாயு தானும் எரியாது; எரியும் பொருளைத் தொடர்ந்து எரியவும் செய்யாது.

3. படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஆய்வுக் கருவியை அமைத்து அம்மோனியா வாயுவை எரியச் செய். அம்மோனியா மஞ்சள்நிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து நைட்ரஜனும், நீரும் உண்டாகின்றன. இந்த ஆய்வு அம்மோனியாவில் நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் என்ற இரண்டு தனிமங்கள் அடங்கியுள்ளன என்பதைத் தெளிவாக்குகிறது.



அம்மோனியா ஆக்சிஜனில் எரிதல்

1. ஆக்சிஜன்
2. அம்மோனியா
3. சுவாலை
4. கண்ணாடிச் சிலிண்டர்

படம். 43

$$4\,NH_3 + 3\,O_2 \rightarrow 2\,N_2 \uparrow + 6\,H_2O$$

4. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் தோய்த்த ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியை அம்மோனியா நிரம்பியிள்ள ஒரு ஜாடியில் நுழைத்தால் வெண்மையான புகை உண்டாகிறது. இது அம்மோனியம் குளோரைடு எனப்படும் நவச்சாரப் புகையாகும்.

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

5. அம்மோனியா, கந்தக அமிலத்தோடு வினைபுரியும் போது அம்மோனியம் சல்பேட்டு என்ற உப்பு கிடைக்கின்றது.

$$2\,NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2\,SO_4$$

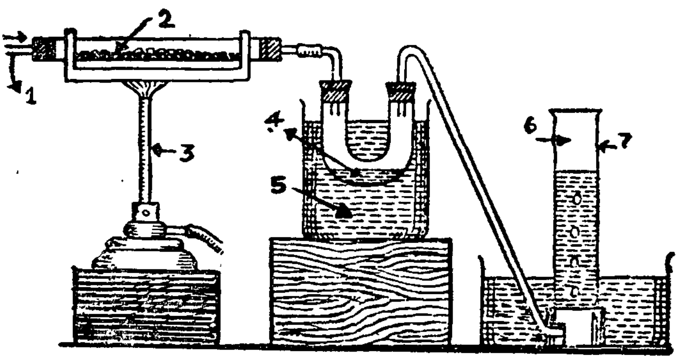
6. அம்மோனியா கரைசல் பாஸ்வரம் (V) ஆக்சைடுடன் வினைபுரியும்போது அம்மோனியம் பாஸ்பேட் என்ற உப்பு கிடைக்கிறது. இக்காரணங்களால்தான் அம்மோனியா வாயுவை உலர்த்துவதற்கு பாஸ்வர (V) ஆக்சைடு அல்லது அடர் கந்தக அமிலம் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இவ்வாயுவை உலர்த்த, உலர்ந்த சுட்ட சுண்ணாம்பு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

7. அம்மோனியா நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வேதி வினை புரிந்து அம்மோனியம் நைட்ரேட் உப்பைக் கொடுக்கிறது.

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

ஆக்சிஜன் குறைப்பான்

8. படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அம்மோனியாவைச் சூடான



அம்மோனியா ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பான்
1. உலர் அம்மோனியா 2. தாமிர ஆக்சைடு 3. விளக்கு
4. நீர் 5. குளிர்ந்த நீர் 6. நைட்ரஜன் 7. வாயுச்சாடி
படம். 44

தாமிர ஆக்சைடின் மீது செலுத்தினால் அதிலுள்ள ஆக்சிஜன் நீக்கப்படுகிறது. தாமிரம், நீர், நைட்ரஜன் ஆகியவை உண்டா

கின்றன. இச்சோதனையிலிருந்து அம்மோனியா ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பான் என அறிகிறோம்.

$$3\,CuO + 2\,NH_3 \rightarrow N_2 \uparrow + 3\,H_2O + 3\,Cu$$

9. அம்மோனியா வாயு சூடான சோடியம் போன்ற உலோகத்தின்மீது செலுத்தப்பட்டால் சோடாமைடு உண்டாகிறது.

$$2\,NH_3 + 2\,Na \longrightarrow 2\,NaNH_2 + H_2 \uparrow$$

10. அம்மோனியா காற்றில் எரிவதில்லை. ஆனால் அம்மோனியா வாயுவைச் சூடாக்க பிளாட்டினக் கம்பிவலை மீது செலுத்தினால் அது நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடாக ஆக்சிகரணமடைகிறது.

$$4\,NH_3 + 5\,O_2 \rightarrow 4\,NO + 6\,H_2O$$

அம்மோனியா வாயுவைக் கண்டறிதல்

1. மூக்கைத் துளைக்கும் நெடியுள்ள வாசனையில் இருந்தும்,

2. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் அடர்ந்த வெண்மையான அம்மோனியம் குளோரைடு புகையைக் கொடுப்பதிலிருந்தும்,

3. தாமிரச் சல்பேட்டுக் கரைசலுடன் ஆழ்ந்த நீல நிறக் கரைசலை உண்டாக்குவதில் இருந்தும் அறியலாம்.

அம்மோனியாவின் பயன்கள்

1. இவ்வாயுவைக் குளிரச் செய்து கிடைக்கும் திரவம் (அம்மோனியாத் திரவம்) பனிக்கட்டி தயார் செய்யும் தொழிலில் பயன்படுகிறது.

2. அம்மோனியாவை நீரில் கரைத்துக் கிடைக்கும் கரைசலோடு அமிலங்களைச் சேர்த்து அம்மோனியம் சல்பேட் போன்ற உரங்கள் தயார் செய்யப்படுகின்றன.

3. அம்மோனியாவை ஆக்சிகரணம் செய்து நைட்ரிக் அமிலம் தயார் செய்கிறார்கள்.

4. அம்மோனியாவைக் கொண்டு தயார் செயயப்படும் அம்மோனியம் குளோரைடு, வெள்ளீய மூலாம் பூசுவதற்கும், லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தில் மின்தூண்டு பொருளாகவும் பயன்படுகிறது

5. அம்மோனியாவிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் அம்மோனியம் கார்பனேட்டு நுகரும் உப்பாக பயன்படுகிறது.

6. அம்மோனியா நீர்மம் உலர்ந்த சலவை செய்யப் பயன் படுகிறது.

7. யூரியா (Urea) என்ற உரம் தயார் செய்ய அம்மோனியா பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. அம்மோனியா வாயு ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படும் முறையினைப் படத்துடன் விரிவாகக் கூறுக.
2. அம்மோனியாவை உலர்த்த நாம் ஏன் அடர் கந்தக அமிலத்தை உபயோகிப்பதில்லை ?
3. அம்மோனியா வாயு நீரில் அதிக அளவு கரையக் கூடியது என்பதைக் காட்ட ஓர் ஆய்வினைக் கூறுக.
4. அம்மோனியாவிலிருந்து அம்மோனியம் உப்புக்களை எவ்வாறு தயாரிக்கலாம்?
5. அம்மோனியா வாயு ஓர் ஆக்சிஜன் குறைப்பான் என்பதை அறிய ஒரு சோதனை கூறுக.
6. அம்மோனியா ஒரு காரம் என்பதற்குக் காரணங்கள் யாவை ?
7. அம்மோனியா வாயுவின் பயன்கள் யாவை?
8. சூடான தாமிரம் (II) ஆக்சைடின் மீது அம்மோனியாவைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும் ?
9. அம்மோனியா வாயுவை எவ்வாறு கண்டறிவாய்?

தெரிந்துகொள்

அம்மோனியா வாயுவை நீரில் கரைத்த கரைசலோடு அயோடினைச் சேர்த்தால் கருமையான ஒரு வீழ்படிவு கிடைக்கின்றது. இதற்கு நைட்ரஜன் ட்ரை அயோடைடு அம்மோனியா (NI_2N_3) என்று பெயர். இது உலர்ந்த பிறகு தானாகவே

வெடிக்கும். இதைத் தரையில் தூவி அதன்மேல் நடப்பதால் ஏற்படும் உராய்வினால்கூட வெடிக்கும்.

சிந்தனைக்கு

பொதுவாக வாயுக்களை உலர்த்த அடர் கந்தகஅமிலம், பாஸ்வர (V) ஆக்சைடு, நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடு ஆகியவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் அம்மோனியாவை உலர்த்த இப்பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

16. நைட்ரிக் அமிலமும் நைட்ரேட்டுகளும்

மூலக்கூறு வாய்பாடு : HNO_3 **மூலக்கூறு எடை : 63**

நைட்ரிக் அமிலத்தின் வேதிப்பெயர் ஹைட்ரஜன் நைட்ரேட் டாகும். இந்த அமிலத்தை இந்தியர்களும், எகிப்தியர்களும் ஆதி காலம் முதற் கொண்டே அறிந்திருந்தனர். கிளாபர் என்ற விஞ்ஞானி 1650-ஆம் ஆண்டு வெடி உப்பையும், அடர் கந்தக அமிலத்தையும் சேர்த்துச் சூடாக்கி இந்த அமிலத்தைத் தயார் செய்தார். இரசவாதிகளால் (Alchemists) வீரியமிக்க நீர் என்னும் பொருள்படும் "ஆக்வா:.போர்ட்டிஸ்" (Aqua fortis) என்னும் பெயரால் நைட்ரிக் அமிலம் வழங்கப்பட்டு வந்தது. இலவாய்சியர் என்ற விஞ்ஞானி இந்த அமிலத்தில் ஆக்சிஜன் இருப்பதை நிரூபித்தார். இந்த அமிலம் உலோகங்களுடன் வீரியத்துடன் வேதிவினை அடைவதால் இதை உக்கிரத் திராவகம் என்பர்.

நைட்ரிக் அமிலத்தின் உப்புகளான பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டு (வங்காள வெடியுப்பு), சோடியம் நைட்ரேட்டு (சிலி வெடியுப்பு) இயற்கையில் காணப்படுகின்றன.

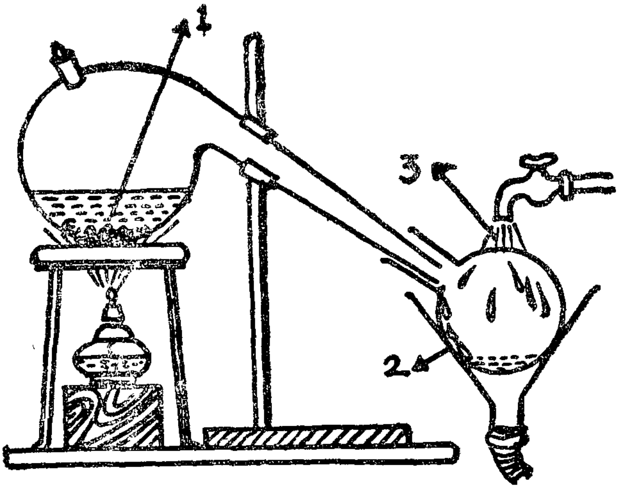
ஆய்வகத்தில் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரித்தல்

தத்துவம்

ஒரு நைட்ரேட் உப்பும், அடர் கந்தக அமிலமும் சேர்ந்து புரியும் வேதிவினையில் நைட்ரிக் அமிலம் உருவாகிறது. சோடியம் நைட்ரேட் அல்லது பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ஏதாவது ஒன்றை இந்த வினையில் பயன்படுத்தலாம்.

தயாரித்தல்

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி கண்ணாடி அடைப்பானுடன் கூடிய ஒரு கண்ணாடி வாலை எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. வாலையின் வாலின் முனையில் ஒரு கொள்கலம் இணைக்கப்படு



நைட்ரிக் அமிலம் தயாரித்தல்

1. பொட்டாசியம் நைட்ரேட்+அடர் கந்தக அமிலம்
2. நைட்ரிக் அமிலம் 3. குளிர் நீர்

படம். 45

கிறது. வாலை ஒரு கம்பிவலை மேல் வைக்கப்பட்டு ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்படுகிறது. வாலையில் பொட்டாசியம் நைட்ரேட் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இது மூழ்கும் வரை அடர் கந்தக அமிலம் ஊற்றப்பட்டு வாலையின் வாய், கண்ணாடி அடைப்பானால் மூடப்படுகிறது. இப்போது வாலையைச் சூடாக்கினால் பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டும், அடர் கந்தக அமிலமும் வேதி வினை புரிந்து பொட்டாசியம் சல்பேட்டும், நைட்ரிக் அமில வாயுவும் உண்டாகின்றன.

பொட்டாசியம் சல்பேட்டு வாலையில் தங்கும். நைட்ரிக் அமில வாயு வாலையின் வாய் வழியாகச் சென்று கொள்கலத்தினுள் செல்லுகிறது. கொள்கலத்தின் மேல் குளிர்ந்த நீர் விழுந்து

கொண்டிருப்பதால் நைட்ரிக் அமில வாயு குளிர்ந்து, திரவமாக நைட்ரிக் அமிலம் உண்டாகிறது.

$$2KNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2HNO_3$$

இவ்வாறு பெறப்படும் அமிலம் பழுப்பு நிறமாக இருப்பதற்குக் காரணம் சிறிதளவு அடர் நைட்ரிக் அமிலம் சிதைவுற்று வெளியான பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு நைட்ரிக் அமிலத்தில் கலந்திருப்பதே ஆகும். இந்தப் பழுப்பு நிறத்தைப் போக்குவதற்குச் சூடான காற்றை அமிலத்துக்குள் செலுத்த வேண்டும்.

பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டிற்குப் பதிலாகச் சோடியம் நைட்ரேட் என்ற சிலி வெடியுப்பைப் பயன்படுத்தலாம்.

எச்சரிக்கை

கார்க், இரப்பர் ஆகியவற்றை நைட்ரிக் அமிலம் அரித்துவிடும். ஆகையால் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படும் உபகரணத்தில் கார்க் அல்லது இரப்பரால் செய்யப்பட்ட அடைப்பான்களைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

பேரளவில் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரித்தல்

தற்காலத்தில் பேரளவில் நைட்ரிக் அமிலத்தைத் தயாரிக்க ஆஸ்வால்ட் முறையே (Ostwald Process) பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இம்முறையில் அதிக அளவு நைட்ரிக் அமிலத்தைக் குறைந்த செலவில் பெறலாம். ஹேபர் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட அம்மோனியா வாயுவையும், அதைப்போல் பத்து மடங்கு பருமன் உள்ள காற்றையும் சுமார் 600°C வெப்பநிலையில் உள்ள பிளாட்டினம் ரோடியம் (Platinum Rhodium) உலோகக் கலவையாலான கம்பி வலையின் மீது செலுத்தவேண்டும். இந்தக் கம்பிவலை வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. அம்மோனியா வாயு காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனால் ஆக்சிகரணம் அடைந்து நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு உண்டாகும். இந்த நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு சிறிது தாழ்ந்த வெப்ப நிலையில் மேலும் ஆக்சிஜனோடு கூடி நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடாக மாறும். இந்நைட்டிரஜன் (IV) ஆக்சைடு நீரில் கரைந்து நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கும்.

வேதிவினை

$$4\,NH_3 + 5\,O_2 \rightarrow 4\,NO \uparrow + 6\,H_2O$$
$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2 \uparrow$$
$$3\,NO_2 + H_2O \rightarrow 2\,HNO_3 + NO \uparrow$$

இயற்பியல் பண்புகள்

தூய்மையான நைட்ரிக் அமிலம் ஒரு நிறமற்ற திரவம். இதன் அடர்த்தி எண் 1·53 ஆகும். இது 86°C வெப்பநிலையில் கொதித்து ஆவியாகும். காற்றில் திறந்து வைத்தால் புகையும். இது நீருடன் எந்த அளவிலும் கலக்கும். இது தோலில் பட்டால் மஞ்சள் நிறத்தை உண்டாக்கும்.

நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சூரியஒளி படும்படி வைத்தால், அது நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு, நீர், ஆக்சிஜன் எனச் சிதைகின்றது. இக்காரணத்தால் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைப் பழுப்பு நிற சீசாக்களில் வைக்கிறார்கள்.

வேதிப் பண்புகள்

நைட்ரிக் அமிலத்தின் பண்புகளை இருவகைகளாக பிரிக்கலாம்.

(அ) அமிலப் பண்புகள் (ஆ) ஆக்சிஜனேற்றப் பண்புகள்

(அ) அமிலப் பண்புகள்

1. இது நீல லிட்மசை சிவப்பு நிறமாக மாற்றும்.

2. உலோகக் கார்பனேட்டுகளுடன் வேதிவினை புரிந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வாயுவைக் கொடுக்கும்.

$$CaCO_3 + 2\,HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

3. இது காரங்களுடன் உப்பையும், நீரையும் கொடுக்கின்றது.

$$NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$

4. மிக நீர்த்த, குளிர்ந்த நைட்ரிக் அமிலம் மக்னீசியம் என்ற உலோகத்தோடு ஹைட்ரஜனைக் கொடுக்கின்றது.

$$Mg + 2\,HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2 \uparrow$$

இதேபோல் மிக நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் மங்கனீசுடன் வினை புரிகிறது.

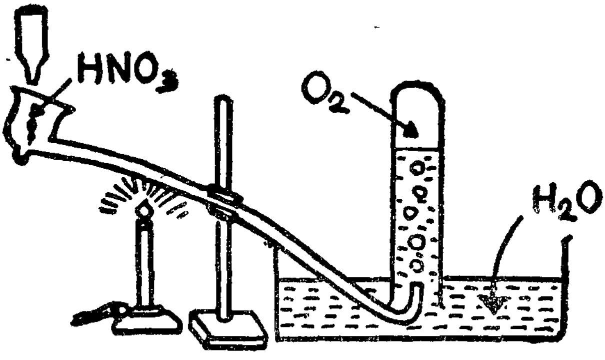
$$Mn + 2\,HNO_3 \rightarrow Mn\,(NO_3)_2 + H_2 \uparrow$$

மற்ற உலோகங்கள் நைட்ரிக் அமிலத்திலிருந்து ஹைட்ரஜனை இடப்பெயர்ச்சி செய்யாது.

ஆய்வு

நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சூடாக்கினால் அது நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு, நீர், ஆக்சிஜன் ஆகியவைகளாகச் சிதையும்.

$$4\,HNO_3 \rightarrow 4\,NO_2 + 2\,H_2O + O_2$$



நைட்ரிக் அமிலம் ஓர் ஆக்சிகரணி

படம். 46

இதிலிருந்து நைட்ரிக் அமிலம் ஒரு சிறந்த ஆக்சிகரணி என அறிகிறோம்.

இ. ஆக்சிஜனேற்றப் பண்புகள்

(அ) உலோகங்களை ஆக்சிகரணம் செய்தல்

உலோகங்களின் தன்மை, அமிலத்தின் செறிவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நைட்ரிக் அமிலம் உலோகங்களுடன் வினை புரிகின்றது. வெவ்வேறு ஆய்வுக் குழாய்களில் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு தாமிரம், காரீயம்

வெள்ளீயம் போன்ற உலோகங்களைச் சேர்த்தால் கீழ்க்கண்ட மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன :

$$3\,Cu + 8\,HNO_3 \rightarrow 3\,Cu\,(NO_3)_2 + 2\,NO \uparrow + 4\,H_2O$$
$$3\,Pb + 8\,HNO_3 \rightarrow 3\,Pb\,(NO_3)_2 + 2\,NO \uparrow + 4\,H_2O$$

ஆய்வு

வெவ்வேறு ஆய்வுக் குழாய்களில் சிறிதளவு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு ஒவ்வொன்றிலும் முறையே தாமிரம், துத்தநாகம், மக்னீசியம், காரீயம் ஆகிய உலோகங்களைச் சேர்.

அடர் அமிலமும், உலோகமும் வேதி வினைபுரிந்த பழுப்பு நிற நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு வாயு வெளிவருகின்றது. அப்போது உலோக நைட்டிரேட்டுக் கரைசல் ஆய்வுக் குழாயில் தங்கும்.

$$Cu + 4\,HNO_3 \rightarrow Cu\,(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$
$$Zn + 4\,HNO_3 \rightarrow Zn\,(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$
$$Pb + 4\,HNO_3 \rightarrow Pb\,(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$
$$Mg + 4\,HNO_3 \rightarrow Mg\,(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$

அலுமினியம், தங்கம், பிளாட்டினம், இரும்பு போன்ற உலோகங்கள் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தோடு வேதிவினை புரிவதில்லை. ஆனால் இரும்பும், அலுமினியமும் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தோடு வேதிவினை புரிகின்றன.

(ஆ) அலோகங்களை ஆக்சிகரணம் செய்தல்

அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தோடு கந்தகத்தைச் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் அது கந்தக அமிலமாக ஆக்சிகரணம் செய்யப் படுகிறது. அப்போது நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு வாயு உண்டாகிறது.

$$S + 6\,HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2\,H_2O + 6\,NO_2$$

இதே போல் பாஸ்வரத்தோடு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் பாஸ்வரம், ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலமாக ஆக்சிகரணம் செய்யப்படுகிறது.

$$2\,PO + 10\,HNO_3 \rightarrow 2H_3PO_4 + 10\,NO_2 + 2\,H_2O$$

கார்பனை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தோடு சேர்த்து சூடுபடுத்தினால் அது கார்பன்–டை–ஆக்சைடு வாயுவாக ஆக்சிகரணம் அடைகிறது.

$$C + 4\,HNO_3 \rightarrow 4\,NO_2 + 2\,H_2O + CO_2$$

சேர்மங்களுடன் வினை

ஆய்வு

சூடாக்கப்பட்ட மரத்தூளின் மீது சில துளிகள் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் மரத்தூள் தீப்பற்றி எரியும். மரத்தூள், நைட்ரிக் அமிலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனை எடுத்துக்கொண்டு இவ்வாறு எரிகிறது.

ஆய்வு

ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் சிறிதளவு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு அத்துடன் சில துளிகள் டர்பன் டைனைச் சேர்த்தால் அது பெரிய சுவாலையுடன் எரிகிறது.

நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கண்டறிதல்

தாமிரத்தோடு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் நீலநிறத் தாமிர நைட்ரேட்டுக் கரைசல் கிடைக்கின்றது. அப்போது செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது. இந்த ஆய்விலிருந்து நைட்ரிக் அமிலத்தை அறியலாம்.

நைட்ரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்

1. நைட்ரிக் அமிலம், நைட்ரோ கிளிசரின், வெடிபஞ்சு, டி. என். டி. (TNT) போன்ற வெடி மருந்துகள் தயார் செய்யப் பயன்படுகிறது.

2. நைட்ரிக் அமிலத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படும் நைட்ரேட்டு உப்புகள் சிறந்த உரங்களாகும்.

3. இது சாயங்களும் மருந்துகளும் தயார் செய்யப்படுகிறது.

4. இது சினிமா பிலிம் தயார் செய்யப் பயன்படுகிறது.

5. இது தங்கம், பிளாட்டினம் போன்ற உலோகங்களைக் கரைக்க உதவும் திரவ அரசு செய்யப்பயன்படுகிறது.

6. இந்த அமிலம் தாமிர உலோகப் பாத்திரத்தில் பூ வேலை செய்யப் பயன்படுகிறது.

நைட்ரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்

படம். 47

7. இது புன்சன் மின்கலம், குரோவ் மின்கலம், ஆகியவைகளில் துருவத்துவம் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

8. தங்கத்தைத் தூய்மை செய்யப் பயன்படுகிறது.

நைட்ரேட்டுகள் (Nitrates)

நைட்ரிக் அமிலங்களிலிருந்து கிடைக்கும் உப்புக்கள் நைட்ரேட்டுகளாகும். உலோகங்களையோ, காரங்களையோ அல்லது உலோகக் கார்பனேட்டுகளையோ நைட்ரிக் அமிலத்தோடு சேர்த்தால் வேதி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு நைட்ரேட்டு உப்புகள் கிடைக்கும். பொதுவாக நைட்ரேட்டுகள் நீரில் கரையும்.

சான்றாகத் துத்தநாக ஆக்சைடுடன் நைட்ரிக் அமிலம் வினைபுரிந்து, துத்தநாக நைட்ரேட் உப்பையும், நீரையும் தருகின்றது.

$$ZnO + 2\,HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடுடன், நைட்ரிக் அமிலம் வினை யடைந்து மக்னீசியம் நைட்ரேட்டும், நீரும் உண்டாகின்றன.

$$Mg(OH)_2 + 2\,HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2\,H_2O$$

கார்பனேட்டு உப்புகளுடன் நைட்ரிக் அமிலம் வினை புரிந்து, நைட்ரேட்டுகளைக் கொடுக்கிறது. இந்த வினையில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது.

$$CaCO_3 + 2\,HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

நைட்ரேட்டுகளின் வினைகள்

1. சோடியம், பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டுகளைச் சூடு படுத்தினால் அவை சிதைந்து ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கும். இவ் வினைகளில் நைட்ரேட்டுகள், நைட்ரைட்டுகளாக ஒடுக்கப் படுகின்றன.

$$2\,NaNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2\,NaNO_2 + O_2 \uparrow$$
$$2\,KNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2\,KNO_2 + O_2 \uparrow$$

2. கனமான உலோகங்களில் நைட்ரேட்டுகள் சிதையும் போது ஆக்சிஜனோடு, நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடும் வெளிவரு கிறது.

$$2\,Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2\,CuO + 4\,NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$
$$2\,PB(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\,PbO + 4\,NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

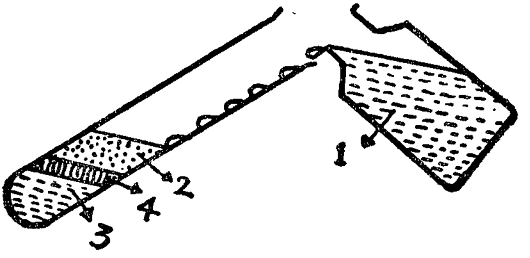
நைட்ரேட் உப்புகளைக் கண்டறிதல்

1. நைட்ரேட்டு உப்பை ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் சிறிதளவு எடுத்துக்கொண்டு, அத்துடன் அடர் கந்தக அமிலம், தாமிரத் துருவல்கள் இவற்றைச் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு வாயு வெளிவருகிறது.

2. **பழுப்பு வளையச் சோதனை**

பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் நைட்ரேட் கரைசலை ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் எடுத்துக்கொள்ளவும். அதனுடன் புதிதாகத்

தயாரிக்கப்பட்ட இரும்பு (II) சல்பேட்டுக் கரைசலைச் சேர். ஆய்வுக் குழாயைச் சாய்வாகப் பிடித்துக் கொண்டு அடர் கந்தக



பழுப்பு வளையச் சோதனை

1. அடர் கந்தக அமிலம் 2. நைட்ரேட் உப்பு + இரும்பு (II) சல்பேட்
3. பழுப்பு நிற வளையம் 4. அடர் கந்தக அமிலம்

படம். 48

அமிலத்தை அதன் பக்கங்களின் வழியாகச் சேர். அமிலம் அடியில் சென்று தங்கும். இப்போது வெப்பம் உண்டாகி ஆய்வுக் குழாய் சூடாகும். ஆய்வுக் குழாயைக் குளிரச் செய். ஆய்வுக் குழாயில் அடர் கந்தக அமிலமும், நைட்ரேட், இரும்பு (II) சல்பேட் கரைசல்களும் கூடுமிடத்தில் பழுப்பு நிறமுள்ள வளையம் தோன்றும். இந்த ஆய்வில் வேதி வினைகளின் விளைவால் $FeSO_4NO$ என்ற பழுப்பு நிறச் சேர்மம் உண்டாகிறது. இப்பழுப்பு நிற சேர்மமே பழுப்பு நிற வளையமாகத் தோன்றுகிறது.

பயன்கள்

	நைட்ரேட் உப்பு	பயன்
1.	கால்சியம் நைட்ரேட் அம்மோனியம் நைட்ரேட்	உரங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.
2.	வெள்ளிய நைட்ரேட்	புகைப்படத் தொழிலில் பயன்படும்.
3.	காரீய நைட்ரேட்	அச்சுத் தொழிலில் பயன்படுகிறது.
4.	பேரியம், ஸ்ட்ரான்சியம் நைட்ரேட்கள்	மத்தாப்புகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

வினாக்கள்

1. நைட்ரிக் அமிலத்தின் வேதிப் பெயர் யாது? அதில் அடங்கியுள்ள தனிமங்கள் யாவை?
2. நைட்ரிக் அமிலம் ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படும் முறையினைப் படத்துடன் விவரிக்க.
3. அதிக அளவில் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படும் முறையினை விளக்குக.
4. நைட்ரிக் அமிலத்தின் இயற்பியல் பண்புகள் யாவை?
5. நைட்ரிக் அமிலத்தின் வேதிப்பண்புகளையும் அதன் பயன்களையும் தருக.
6. அடர் நைட்ரிக் அமிலம் ஓர் ஆக்சிகரணி என்பதற்குச் சான்றுகள் கூறுக.
7. அடர் நைட்ரிக் அமிலம் உலோகங்களோடு புரியும் வினைகளைத் தருக.
8. நைட்ரிக் அமிலத்திலிருந்து ஹைட்ரஜனைப் பெறுவதற்கு அத்துடன் எந்த உலோகங்களைச் சேர்க்கலாம்?
9. நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வினைக் கூறுக.
10. நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கும்போது எவ்வித எச்சரிக்கையைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும்? ஏன்?
11. மூன்று புட்டிகளில் HCl, H_2SO_4, HNO_3 அமிலங்கள் உள்ளன. அவைகளை எவ்வாறு கண்டறிவாய்?
12. நைட்ரேட்கள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன?
13. நைட்ரேட்களைச் சூடாக்கினால் ஏற்படும் மாற்றங்களை எடுத்துக்காட்டுகளுடன் கூறுக.
14. நைட்ரேட்களின் பயன்கள் யாவை?
15. திரவ அரசு என்பது யாது?
16. பழுப்புநிற வளையச் சோதனையை விவரி.

தெரிந்துக் கொள்

1. கிளிசரினுடன் அடர் நைட்ரிக் அமிலம், அடர் கந்தக அமிலம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து நைட்ரோகிளிசரின் என்ற சேர்மம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பொருள் வெடி பொருளாகம்

பயன்படுகிறது. இதன் வேதிப் பெயர் கிளிசரைல்-ட்ரை-நைட்ரேட் ஆகும்.

2. டொலுவீன் என்ற பொருளுடன் அடர் நைட்ரிக் அமிலமும், அடர் கந்தக அமிலம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து T.N.T. தயாரிக்கப் படுகிறது. இதன் வேதிப் பெயர் ட்ரை-நைட்ரோ-டொலுவீன் எனப்படும்.

17. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல்

வளி மண்டல நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல்

தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் எல்லா உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்கும் நைட்ரஜன் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து நைட்ரேட் உப்புக்கள் கரைந்த நீரைத் தம் வேர்களினால் உறிஞ்சி அவ்வுப்புக்களைக் கொண்டு புரோட்டீன் சத்தைத் தயாரித்து வளருகின்றன. தாவரங்கள் புரோட்டீன் தயார் செய்யாவிட்டால் உணவிற்குத் தாவர உலகத்தைச் சார்ந்திருக்கும் மனிதர்களுக்கும், பிராணிகளுக்கும் உணவு கிடைக்காது. மேலும் நைட்ரஜன் சேர்மமான நைட்ரிக் அமிலத்திலிருந்துதான் T. N. T., டைனமைட் போன்ற வெடி மருந்துகளும், சாயங்களும் தயார் செய்யப்படுகின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் உலகத்தேவைக்குப் போதுமானதாக இல்லை. வளி மண்டலத்தின் பருமனளவில் ஏறத்தாழ 78% நைட்ரஜன் வாயு தனிநிலையில் உள்ளது. ஆனால் தாவரங்களுக்குத் தனி நிலையிலுள்ள நைட்ரஜனால் யாதொரு பயனுமில்லை. ஏனெனில் தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய நைட்ரஜனை நீரில் கரையும் நைட்ரஜன் சேர்மங் களிலிருந்துதான் வேர்கள் மூலம் எடுத்துக்கொள்ள இயலும். அவைகளால் தனி நிலையிலுள்ள நைட்ரஜனைத் தன்மயமாக்க முடியாது.

வளிமண்டலத்தில் மிகுதியாக உள்ள வினைத்திறன் குறைந்த நைட்ரஜனை மற்றத் தனிமங்களுடன் இணையும்படி செய்து நீரில் கரையும்படியானதும், தாவரங்கள் ஈர்த்துக்கொள்ளத் தக்கதுமான பயனுள்ள சேர்மங்களாக மாற்றுவதை வளிமண்டல நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் (Fixation of atmospheric nitrogen) என்பர்.

இயற்கையில் இருமுறைகளில் நைட்ரஜன், நிலத்தில் நிலைப் படுத்தப்படுகிறது.

இருபுற வெடி கனிகளுள்ள தாவரங்கள் (Leguminous plants) நைட்ரஜனை நேராக வாயு மண்டலத்திலிருந்து எடுத்துக்கொள்கின்றன. அவற்றின் வேர்களில் முண்டுகள் (Nodules) உண்டு. அந்த முண்டுகளில் எண்ணற்ற பாக்டீரியா உள்ளன. இவைகள் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை ஏற்றுக்கொண்டு நைட்ரஜன் சேர்மங்களாக மாற்றுகின்றன. பட்டாணி, கடலை போன்ற தாவர வகைகள் இவ்வினங்களுக்குச் சான்றுகள் ஆகும்.

மின்னல், மற்றும் இடி நிகழும்போது வளி மண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனுடன் கூடி மின்னலின் பெருமின்சாரத்தின் உதவியால் நைட்டிரஜன் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றது. பிறகு நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகள் மழைநீரில் கரைந்து,நைட்ரிக் அமிலமாக மாறுகின்றன. நிலத்தை அடைந்து இந்த நைட்ரிக் அமிலம் நிலத்தில் உள்ள தாதுப் பொருள்களுடன் வினையடைந்து நைட்ரேட் உப்புகளாகின்றது.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2\,NO$$
$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2$$
$$4\,NO_2 + O_2 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,HNO_3$$
$$2\,HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

செயற்கை முறையில் வளி மண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல்

ஹேபர் முறை

இம்முறை அம்மோனியா பாடத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பர்க்லெண்டு-ஐடு முறை (Birkeland-Eyde-Process)

அல்லது ஆர்க் முறை (Arc Process)

இதில் ஒரு மின்சார வில் (Electric arc) இரண்டு மின்வாய்ச் சட்டங்களுக்கிடையே ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இம்மின்சார வில்லின் வெப்பநிலை சுமார் 3000°C ஆகும். இந்த வில் வழியாகக் காற்றைச் செலுத்துவார்கள். அப்போது காற்றில் உள்ள நைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் ஓரளவு கூடி நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு உண்டாகும்.

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{3000^\circ C} 2\,NO \quad 43200 \text{ calories}$$

இந்த நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு திடீரென்று 1000°C வெப்பநிலைக்குக் குளிர்ச்சி செய்யப்படுகின்றது. இல்லாவிடில்

நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு திரும்பவும், நைட்ரஜனாகவும், ஆக்சிஜனாகவும் சிதையும். 1000°Cக்குத் தாழ்த்தப்பட்ட நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு மேலும் 150°C வெப்பநிலைக்குக் குளிர்ச்சி செய்யப்பட்டுக் காற்றோடு சேர்க்கப்படும் போது அது ஆக்சிஜனோடு கூடி நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடாக மாறுகின்றது.

$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2$$

நைட்ரஜன் (IV) ஆக்சைடு நீருடன் சேர்க்கப்பட்டால் அது நைட்ரிக் அமிலமாக மாறும்.

$$4\,NO_2 + O_2 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,HNO_3$$

இந்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் சுண்ணாம்புக் கல்லைச் சேர்த்தால் கால்சியம் நைட்ரேட்டு என்ற சிறந்த தாவர உரம் கிடைக்கும்.

$$2\,HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

கால்சியம் நைட்ரேட்டுக்கு நார்வீஜியின் வெடியுப்பு என்ற பெயர் உண்டு.

காற்றில் நைட்ரஜன் ஜட வாயுவாக இருப்பினும் நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் உயிரினங்களுக்கு இன்றியமையாத பொருள்களில் ஒன்றாகும். காற்றில் 78% தனி நிலையில் நைட்ரஜன் உள்ளது. ஆனால் மனிதர்களோ, தாவரங்களோ தங்களுக்கு வேண்டிய நைட்ரஜனைக் காற்றிலிருந்து நேரிடையாகப் பெற இயலாது.

நைட்ரஜன் சுழல் (Nitrogen Cycle)

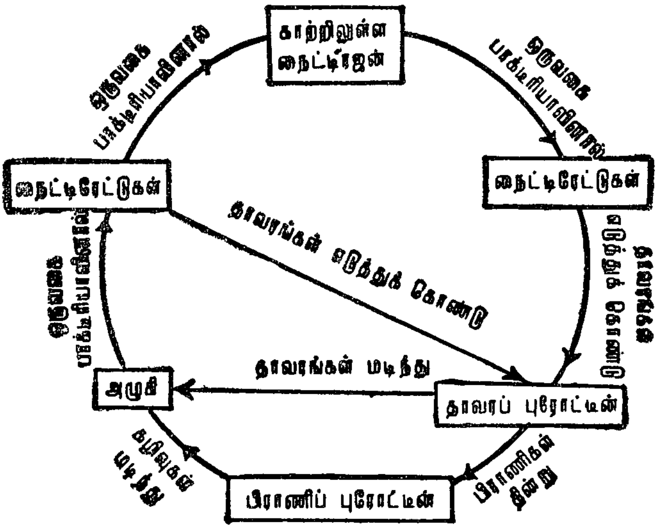
காற்றில் தனி நிலையில் உள்ள நைட்ரஜன் இயற்கை, செயற்கை முறைகளால் மற்றத் தனிமங்களோடு சேர்க்கப்பட்டு நைட்ரஜனின் சேர்மங்களாக மாற்றப்பட்டுப் பூமியை அடைகின்றது. பூமியை அடைந்த நைட்ரஜனின் சேர்மங்கள் தாவரங்களுக்கும், பிறகு பிராணிகளுக்கும் உணவாகின்றன. உயிரினங்கள் இறந்து மக்கிப்போகும்போது நைட்ரஜன் அவைகளில் இருந்து பிரிந்து மீண்டும் காற்று மண்டலத்தையே அடைவதை நைட்ரஜன் சுழல் என்கிறோம்.

காற்றில் உள்ள நைட்ரஜன் பூமியை அடைதல்

இடி, மின்னலால் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனோடு கூடி, நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளாக மாறி மழை நீரில் கரைந்து நைட்ரிக் அமிலமாகப் பூமியை அடைகிறது. பூமியில் இந்த அமிலம் நைட்ரேட்களாக மாறுகிறது. அவரை, துவரை, உளுந்து போன்ற இருபுற வெடி கனித் தாவரங்களில் காணப்படும் வேர்

முண்டுகளில் வாழும் ஒருவகை பாக்டீரியா (Nitrifying bacteria) மண் துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை, நைட்ரஜன் சேர்மங்களாக மாற்றி வேர்முண்டுகளில் சேர்க்கின்றது.

செயற்கை முறையில் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்தி நைட்ரஜனின் கூட்டுப் பொருள்களாக மாற்றி உரங்களைப் பூமியில் சேர்க்கிறோம்.



நைட்ரஜன் சுழல்
படம். 49

இம்மூன்று முறைகளால் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன், சேர்மங்களாக மாறி பூமியை வந்தடையும்.

பூமியிலிருந்து நைட்ரஜனைத் தாவரங்களும், பிராணிகளும் பயன் படுத்துதல்

பூமியிலுள்ள நைட்ரஜன் சேர்மங்களைத் தாவரங்கள் பயன் படுத்தி தாவரப் புரோட்டீனாக மாற்றுகின்றன. தாவரங்களை உணவாகப் பயன்படுத்தும் மனிதர்கள், விலங்குகள் ஆகிய உயிரினங்களில் தாவரப் புரோட்டீன் பிராணிப் புரோட்டீனாக மாறுகின்றது. பிராணிகளின் கழிவுகள், இறந்த பிராணிகள், தாவரங்கள் ஆகியவை அழுகும்போது அவை பூமியில் சிறிது சிறிதாகச் சிதைவடைகின்றன. அப்போது இவைகளிலுள்ள நைட்ரஜன் சத்துக்கள் ஒருவகைப் பாக்டீரியாவினால் அம்மோனியாவாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த அம்மோனியா, பூமியிலுள்ள

மற்றொரு பாக்டீரியாவினால் நைட்ரைட் (Nitrite) உப்புக்களாக மாறுகின்றன. வேறொரு வகைப் பாக்டீரியா நைட்ரைட் உப்புக் களை, நைட்ரேட் (Nitrate) உப்புக்களாக மாற்றி பூமியில் சேர்க்கின்றது. இவ்வாறு நைட்ரஜன் பூமியிலிருந்து மீண்டும் தாவரங்களாலும், பிராணிகளாலும் பயன்படுத்தப்பட்டு அழியும் போது முடிவில் திரும்பவும் பூமியை அடைகிறது.

நைட்ரஜன் திரும்பவும் வாயு மண்டலத்தை அடைதல்

பூமியிலுள்ள மற்றொரு வகை பாக்டீரியா (Denitrifying bacteria) பூமியிலுள்ள நைட்ரஜன் சேர்மங்களைச் சிதைத்து நைட்ரஜனைப் பிரிந்துக் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனோடு சேர்த்து விடுகின்றது. இவ்வாறு காற்று-பூமி-தாவரம், பிராணி-பூமி-காற்று முதலியவைகளுக்கிடையே நைட்ரஜன் சுற்றிச் சுற்றி வருதலை நைட்ரஜன் சுழல் என்கிறோம். நைட்ரஜன் சுழல் காரணமாகத்தான் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனின் அளவு மாறாமல் இருக்கிறது.

வினாக்கள்

1. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் என்றால் என்ன?
2. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் முறைகளை விளக்கிக் கூறுக.
3. நைட்ரஜன் சுழலைப் படத்துடன் விவரி.
4. பாக்டீரியா நிலத்தின் வளத்தை எவ்வாறு அதிகரிக் கின்றது ?
5. மனிதர்கள் எவ்வாறு தங்களுக்குத் தேவையான நைட்ரஜனை வளிமண்டலத்திலிருந்து பெறுகின்றனர் ?
6. இடியும், மின்னலும் வளிமண்டல நைட்ரஜனை மண்ணில் நிலைப்படுத்துவதற்கு எவ்வாறு துணை செய்கின்றன?
7. வளி மண்டல நைட்ரஜன் இயற்கையில் எவ்வாறு நீரில் கரையக்கூடிய உப்பாக மாறுகிறது?
8. வளிமண்டத்தில், நைட்ரஜன் அளவு எப்போதும் ஏறக்குறைய மாறாமல் இருக்கக் காரணம் என்ன ?

தெரிந்து கொள்

1. ஒவ்வொரு நாளும் இடி, மழை போன்றவை காரணமாகப் பூமியை அடையும் நைட்ரிக் அமிலத்தின் அளவு சுமார் 2,50,000 மெட்ரிக் டன்கள் என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

2. ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் ஒவ்வொரு வருடமும் 8 கி.கி நைட்ரஜன் வாயு பாக்டீரியாவால் சேர்மங்களாக மாற்றப்படுகிறது.

சிந்தனைக்கு

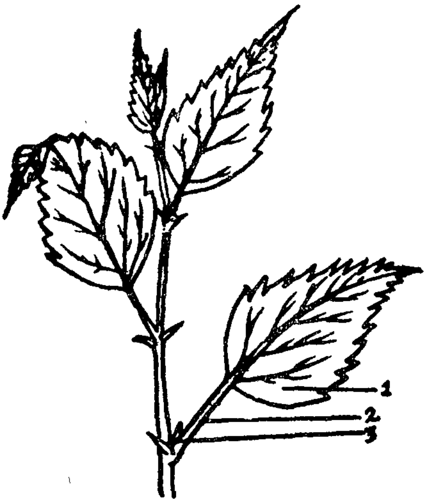
“ விசும்பின் துளி வீழின் அல்லால் மற்று ஆங்கே
பசும்புல் தலை காண் பரிது ” —குறள்

பகுதி இ. உயிரியல்

1. இலைகள்

இலைகள்—தாவரங்களின் உணவு உற்பத்திசாலைகள்

இலைகள் தண்டினுடைய பக்கவாட்டுப் புறவளரிகளாகக் கருதப்படுகின்றன. பச்சையான, தட்டையான, விரிந்த உறுப்புகளான அவை தண்டின் கணுக்களில் தாங்கப்படுகின்றன.



இலையின் பாகங்கள்

1. இலைப் பரப்பு 2. இலைக் காம்பு 3. இலையடிச் செதில்

படம். 1

தண்டின் மேல் அவை நுனிநோக்கிய வரிசையில் வளருகின்றன. இவை தாவரத்தில் மிகத் தெளிவாகத் தெரியும் உறுப்புகளாகும். தாவரத்தின் உணவு உற்பத்திசாலைகளாக அவை கருதப் படுகின்றன. ஆகையால் அவை தாவரத்தின் உறுப்புகளில் மிக

முக்கியமானவைகளாக இருக்கின்றன. பச்சை இலைகளின்றி எந்த உணவுப் பொருள்களும் உற்பத்தி செய்ய முடியாது. உணவின்றித் தாவரமோ, விலங்கோ, ஏன்? மனிதன் கூட உயிர் வாழமுடியாது. ஆகவே இப்புவியில் உயிர் வாழ்க்கை தொடர்ந்து நடைபெறுவதில் பச்சை இலைகள் மிக முக்கியமான பங்கை வகிக்கின்றன.

இலை—புற அமைப்புகள்

இலையானது விரிந்த பகுதியாகிய **இலைத்தாளை** (leaf blade) கொண்டது. **இலை அடி** (leaf base) என்பது தண்டில் இலையானது இணையும் புள்ளியாகும். தண்டுடன் சேர்ந்து இலையைத் தாங்கும் பகுதி **இலைக்காம்பு** (petiole) எனப்படும். இது இலைத்தாளைத் தண்டுடன் இணைக்கிறது. சில சமயம் இலையடியில் ஓர் இணை பக்கவாட்டு புறவளரிகள் காணப்படுகின்றன. அவை **இலையடிச் செதில்கள்** (stipules) எனப்படும். செதில்கள் பொதுவாக இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவைகளை **செதில்கள் உள்ளவை** (stipulate) என்கிறோம். செம்பருத்திச் செடியில் இலையடியில் இருபக்கங்களிலும் பச்சை நிறமுள்ள இரு தனித்த பக்கவாட்டுச் செதில்களை நாம் எளிதாகக் காணலாம். ரோஜாவில் இரண்டு பக்கவாட்டு இலையடிச் செதில்களும், இலைக்காம்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரம்வரை ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. செதில்கள் இல்லாத அந்தி மந்தாரை போன்றவை **செதில்கள் இல்லாதவை** (exstipulate) எனப்படும். எருக்கிலையில் உள்ள காம்பில்லாத இலைகள் **காம்பிலிகள்** (sessile) எனப்படுகின்றன. காம்பிலி இலைகளில் இலைத்தாளானது தண்டிலிருந்தே புறப்படுகின்றது. இலைக்காம்புடைய இலைகள் **இலைக்காம்புள்ளவை** எனப்படுகின்றன. எ.கா. மா, பூவரசு.

காம்பில்லா இலைகள்
(காம்பிலி இலை)
படம். 2

பொதுவாக இலைக்காம்பு திடமாகவும், உருளைவடிவமாகவும் அல்லது மேல் பக்கத்தில் இலேசாகத் தட்டையாகவும் இருக்கும். ஆனால் சில சமயங்களில் அது மாறுபாடு அடைந்திருக்கும்.

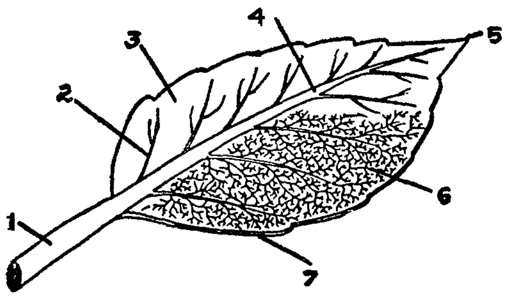
எலுமிச்சையில் அது தட்டையாகவும், இறகுடையதாகவும் இருக்கிறது. ஐகோர்னியாவில் அது பருத்து பஞ்சு போன்று

உள்ளதால் உள்ளே அதிகக் காற்றை அடைத்துக் கொண்டுள்ளது. தாவரமானது நீரிலே மிதக்க அது உதவுகிறது. எரிதிரினாவிலும், பொங்காமியாவிலும் இலைக்காம்பினுடைய அடிப்பாகம் பருத்து வளைந்து கொடுப்பதாக இருக்கிறது. பருத்த இலை அடிப்பகுதி **அதைப்புள்ளது** (pulvinate) என்று கூறப்படுகிறது.

ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களில் இலையடிப்பகுதி மிகவும் தெளிவானதாகவும், இறகுள்ளதாகவும், நன்கு தெரிவதாகவும் உள்ளது. இது **உறையுள்ள இலையடிப்பகுதியாகும்**. இலைக்காம்பானது, இலைத்தாளை ஒளி பெறுவதற்கு மிகச் சாதகமான முறையில் தாங்குகிறது. மழை, காற்று இவற்றால் இலைத்தாளின் மேல் ஏற்படும் அதிர்ச்சியின் தாக்குதலைக் குறைப்பதற்கு உதவுகிறது. தண்டிலிருந்து இலைத்தாளுக்கு நீரையும், தாது உப்புக்களையும் கடத்துவதற்கும், இலைத்தாளில் தயார் செய்யப்பட்ட உணவுப்பொருளை தண்டிற்கு எடுத்துச் செல்வதற்கும் உதவுகிறது

இலைத்தாள்

இலையின் மிக முக்கியமான பகுதி இது. ஏனெனில் ஒளிச்சேர்க்கை, சுவாசித்தல், நீராவிப்போக்கு போன்ற மிக முக்கியமான உடலியல் செயல்களைச் செய்கிறது. பொதுவாக இது



இலைப் பரப்பு

1. இலைக் காம்பு 2. பக்க நரம்பு 3. இலை பரப்பு 4. நடு நரம்பு
5. நுனி 6. சிறு நரம்புகள் 7. விளிம்பு

படம். 3

தட்டையான அமைப்புள்ளது. மேல், கீழ் பரப்புகளாக வேறுபடுத்தக்கூடிய தன்மையுடையது. பல ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களிலும், நிழற்சூழ்நிலையில் வளரக்கூடிய சில தாவரங்

களிலும், இலையானது அதன் இருபரப்புகளும் சம அளவில் ஒளி பெறும் வகையில் அமைந்துள்ளது. அதன் விளைவாக இரு பரப்பு களுக்குமுள்ள வேறுபாடு தெரிவதில்லை. உருவம், விளிம்பு, நுனி, பரப்பு, திண்மை, நரம்பமைப்பு, தனி அல்லது கூட்டிலை போன்ற பல பண்புகளைக் கருத்திற்கொண்டு பார்த்தால் இலைத் தாளானது வெவ்வேறு செடிகளில் பெருமளவில் வேறுபட்டிருப்பது தெரியவரும்.

இலைத்தாளின் வடிவம் (Shape of Leaf Blade) :

இலைத்தாளின் வெவ்வேறு வடிவங்களை கீழ்வரும் சொற்கள் விவரிக்கின்றன :

1. புற்களிலிருப்பதைப்போல் நீளமாகவும், குறுகியதாகவும் இலைத்தாள் இருந்தால் அது **கோடு வடிவம்** (linear) எனப்படு கிறது.

2. நீளமாகவும், நுனியில் ஈட்டிபோன்று முடிவதாக இருந் தால் அது **ஈட்டி வடிவம்** (lanceolate) எனப்படுகிறது. எ.கா : அரளி, நெட்டிலிங்கம்.

3. அது மாறி இருப்பின், அதாவது அகன்றபாகம் நுனியிலும், குறுகிய பாகம் இலை அடியிலும் இருப்பின் அது **தலைகீழ் ஈட்டி வடிவம்** (oblanceolate) எனப்படும்.

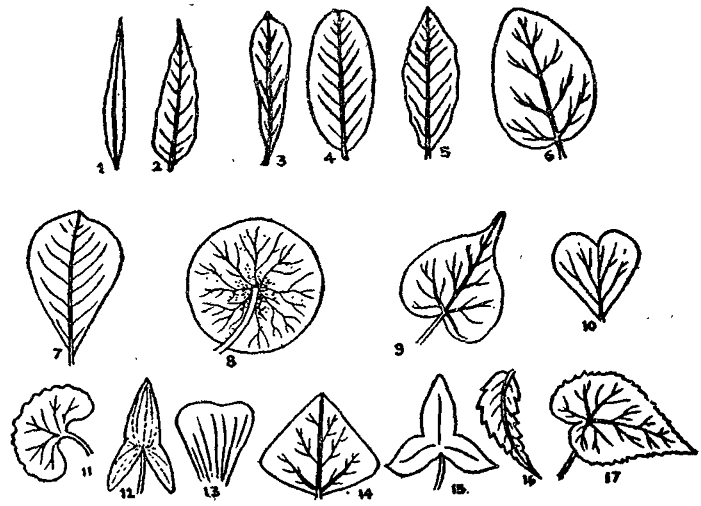
4. இலைத்தாளின் மையப்பகுதி அகலமாகவும் இருகோடி களும் முனையாக முடிந்து முட்டை வடிவமாகவும் இருந்தால் அது **நீள்வட்ட வடிவம்** (elliptic) எனப்படுகிறது. எ. கா : பலா, நித்தியகல்யாணி.

5. இலையின் அகலத்தைப்போல் நீளம் 2 அல்லது 3 மடங்கும், அகலம் ஒரே சீராக அமைந்தும் நுனிகள் உருண்டுமிருந்தால் அது **நீள்சதுர வடிவம்** (oblong) எனப்படுகிறது. எ. கா : வாழை.

6. நுனியைவிட அடிப்பாகத்தில் அகலமாகவும் முட்டை வடிவத்திலும் இருந்தால் அது **முட்டை வடிவம்** (ovate) எனப்படுகிறது. எ. கா : ஆலிலை.

7. அது தலைகீழான முட்டை வடிவத்தில் இருந்தால் **தலைகீழ் முட்டை வடிவம்** (obovate) எனப்படும். எ. கா : பாதாம் இலை.

8. இலைத்தாள் ஏறக்குறைய வட்டவடிவமாக இருந்தால் அது **சக்கர வடிவம்** (orbicular) எனப்படும். எ. கா : **தாமரை.**



இலையின் வடிவங்கள்

1. கோடு வடிவம் 2. ஈட்டி வடிவம் 3. தலைகீழ் ஈட்டி வடிவம் 4. நீள்வட்ட வடிவம் 5. நீள்சதுர வடிவம் 6. முட்டை வடிவம் 7. தலைகீழ் முட்டை வடிவம் 8. சக்கர வடிவம் 9. இதய வடிவம் 10. தலைகீழ் இதய வடிவம் 11. சிறுநீரக வடிவம் 12. அம்பு வடிவம் 13. ஆப்பு வடிவம் 14. டெல்ட்டாய்டு வடிவம் 15. முக்கோண வடிவம் 16. அரிவாள் வடிவம் 17. ஒருபக்கம் சாய்ந்த வடிவம்.

படம். 4

9. இலைத்தாள் இதயத்தைப்போன்ற வடிவமுடையதாயிருந்தால் **இதய வடிவம்** (cordate) எனப்படுகிறது. எ. கா : பூவரசு.

10. மாறித் தலைகீழ் இதய வடிவமிருப்பின் அது **தலைகீழ் இதய வடிவம்** (obcordate) எனப்படுகிறது.

11. இலைத்தாள் சிறுநீரகத்தைப் போன்று வடிவம் கொண்டிருந்தால் அது **சிறுநீரக வடிவம்** (reniform) எனப்படுகிறது. எ. கா : வல்லாரை.

12. அம்புத்தலை போன்று இருகூரிய நேர் பகுதிகள் கொண்டதாக இருந்தால் இலைத்தாள் **அம்பு வடிவம்** (sagittate) எனப்படுகிறது.

13. இலைத்தாள் நடுப்பகுதிக்கு அப்பால் மிக அகன்றும், முன்பகுதி நுனி குவிவது போன்றிருந்தால் அது **ஆப்பு வடிவம்** (cuneate) எனப்படும்.

14. ஆப்புப் போன்றும், முக்கோண வடிவிலும் காணப் படுமானால் இலைத்தாள் **டெல்ட்டாய்டு வடிவம்** (deltoid) எனப்படும்.

15. அம்பைப்போன்று இருந்து இரு அடிப்பகுதிகளும் பக்கங் களில் விரிந்து சென்றால் அது (hastate) **முக்கோண வடிவம்** எனப்படும்.

16. வேப்பிலைப்போல் வளைந்து இருந்தால் அது **அரிவாள் வடிவம்** (falcate) எனப்படும். எ.கா : வேப்பிலை

17. இடது பாதியும் சமச்சீர் அமைப்புடன் இல்லை யென்றால் அது **ஒரு பக்கம் சாய்ந்தது** (oblique) எனப்படும்.

இலைகளின் நுனி (Apex of Leaves)

1. இலை அல்லது சிற்றிலை இவற்றின் நுனி, வடிவத்திற்குத் தகுந்தபடி விவரிக்கப்படுகிறது. நுனி கூர்மையாகவும் புள்ளியாக முடிவடைவதாகவும் இருந்தால் அது **கூரிய நுனி** (acute) எனப்படும். எ. கா : மாவிலை,

2. அரச இலையில் இருப்பதைப்போன்று நுனி நீளமாகவும், புள்ளியில் முடிவடைவதாகவும் காணப்படின் அது **மிகக் கூரியநுனி** (acuminate) எனப்படும். எ. கா : அரச இலை.

3. ஆலிலையிலிருப்பதைப் போன்று நுனி கூர்மையாக இராமல், வட்ட வடிவில் காணப்பட்டால் அது **மழுங்கிய நுனி** (obtuse) எனப்படும். எ. கா : ஆல், பலா.

இலைகளின் நுனி

1. கூரிய நுனி 2. மிகக் கூரிய நுனி 3. மழுங்கிய நுனி
4. திடீரெனக் கூரானது 5. மையநரம்பு நீண்டது 6. குழிந்தது
7. எமார்ஜினேட்

படம். 5

4. இலை நுனிப்பள்ளம் ஆழமற்று உருண்டுமிருந்தால் அது **குழி நுனி** (retuse) எனப்படும். எ. கா : புன்னை இலை.

5. இலை நுனிக்கு அப்பால் நடு நரம்பு சிறிது நீண்டிருந்தால் அது **மைய நரம்பு நீண்டது** (mucronate) எனப்படும். எ. கா: ஆவாரைச் சிற்றிலை.

6. இலை நுனியில் ஆழமான பள்ளம் இருப்பின் அது **எமார்ஜினேட்** (emarginate) எனப்படும்.

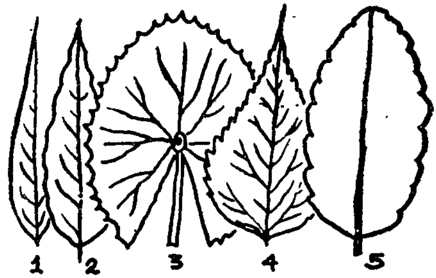
7. இலை நுனி சற்று அகன்றும் கூர்மையாகவும் இருந்தால் அது **திடீரெனக் கூரானது** (cuspidate) எனப்படும்.

இலைத்தாளின் விளிம்பு (Leaf Margin)

இலைத்தாளின் வேறுபட்ட விளிம்புகளை விவரிக்கப் பயன் ப... சொற்கள் கீழ்க்கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

1. விளிம்பு வளைவின்றி மிருதுவாக இருப்பின் அது **முழுமையானது** எனப்படும். எ. கா: மாவிலை, ஆலிலை.

2. விளிம்பு அலைபோன்று மேடுபள்ளத்துடன் காட்சியளித்தால் **அது அலை போன்றது** எனப்படும். எ. கா: நெட்டிலிங்கம்.



இலையின் விளிம்புகள்

1. சம விளிம்பு 2. அலைபோன்ற விளிம்பு 3. கூரிய பல் விளிம்பு
4. இரம்ப விளிம்பு 5. வளைவுப் பல் விளிம்பு

படம். 6

3. விளிம்பு, பற்கள் உள்ளதாகவும் விளிம்புப் பற்கள் வெளி நோக்கியும் இருப்பின் **வெளிநோக்கு பற்கள்** எனப்படும். எ. கா: அல்லி, செம்பருத்தி.

4. நுனிநோக்கி இலைவிளிம்பின் பற்கள் இருக்குமானால் **நுனி நோக்கு பற்கள்** எனப்படும். எ. கா: குப்பைமேனி.

5. இலை விளிம்புகளின் பற்கள் வளைவுப் பற்கள் போல இருக்குமானால் **வளைவுப் பற்கள்** எனப்படும். எ.கா: பிரையோஃபிலம்.

இலைத்தாளின் பரப்பு (Leaf Surface)

எல்லா இலைகளிலும் இலைத்தாளின் பரப்பு ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை. சிலவற்றை இங்கே காண்போம் :

1. இலைத்தாளின் மேற்பரப்பு ரோமங்களின்றி, வழவழப்பாக இருப்பின் **வழவழப்பானது** எனப்படும். எ. கா : மாவிலை, அரச இலை, நித்திய கல்யாணி.

2. இலைத்தாளின் பரப்பு குட்டையான, மிருதுவான ரோமங்களால் மூடப்பட்டிருந்தால் **ரோமங்களுள்ளது** (pubescent) எ.கா : செம்பருத்தை.

3. பரப்பில் உள்ள ரோமங்கள் ஒட்டும் சுரப்பி ரோமங்களாக இருப்பின் **சுரப்பியுள்ளது** (glandular) எனப்படும். எ.கா : காட்டாமணக்கு.

4. பரப்பு பல புள்ளிகள் உள்ளதாகவும், ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒரு எண்ணெய்ச் சுரப்பியாகவும் இருந்தால் அப்பரப்பு **சுரப்பிப் புள்ளியுள்ளது** (gland dotted) எனப்படும். எ. கா : எலுமிச்சை.

இலைத்தாளின் நயம் (Texture)

இலைத்தாளின் திண்மைக்குத் தக்கவாறு இலையின் நயம் சொல்லப்படுகிறது.

1. நன்கு தடித்தும், மிருதுவாகவும், உள்ளே அதிக நீர் உடையதாகவும் இருப்பின் அதைச் **சதைப்பற்றுள்ளது** என்கிறோம். எ.கா : இரணக்கள்ளி.

2. இலைத்தாள் கெட்டியாகத் தோல் போன்றும், முன்புள்ளதைப் போல் அவ்வளவு தடிப்பு இல்லாமலும் இருந்தால் அது **தோல் போன்றது** எனப்படும்.

3. இலைத்தாள் மெல்லியதாக, சவ்வுபோன்று இருந்தால், மெல்லிய **சவ்வு போன்றது** எனப்படும். எ.கா : காசித்தும்பை.

இலையின் நரம்பமைவு (Venation)

இலைத்தாளினுள் தொடர்ந்து செல்லும் இலைக்காம்பே மைய நரம்பாகும். இதிலிருந்து பக்கவாட்டில் பல கிளைகள் தோன்றுகின்றன. அவை நரம்புகள் (veins) என்றும், குழாய்கள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. அவை இலைத்தாளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் முறைக்கே **நரம்பமைவு** என்று பெயர்.

நரம்புகளின் வேலைகள்

(1) இலைத்தாளின் எலும்புக்கூடாக இந்நரம்புகள் அமைந்திருக்கின்றன.

(2) இலைத்தாளை சூரிய ஒளி நன்கு படும்படி விரித்துப் பிடிக்கின்றன.

(3) இலையின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் நீரையும், தாது உப்புகளையும் கடத்துகின்றன.

(4) இலையின் உள்ளே தயாரிக்கப்படும் உணவுப் பொருள்களைத் தண்டிற்கு எடுத்துச் செல்கின்றன.

நரம்பமைவின் வகைகள்

இலைகளில் இருவகையான நரம்பமைவுகள் காணப்படுகின்றன.

1. வலைப்பின்னல் நரம்பமைவு (reticulate venation)

2. இணை நரம்பமைவு (parallel venation)

முதல்வகைக்கு எடுத்துக் காட்டு மா, அரசு, பப்பாளி., இதில் நரம்புகள் வலைபோன்று பின்னியிருக்கின்றன. இவ்வகை இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

இரண்டாம் வகைக்கு எடுத்துக்காட்டு வாழை இலை. எல்லா நரம்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்திருக்கின்றன. அவையாவும் ஏறக்குறைய ஒரே அளவுடையவை. இவ்வகை ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களின் முக்கிய பண்பாகும்.

இணை நரம்பமைவு—வாழையிலை

படம். 7

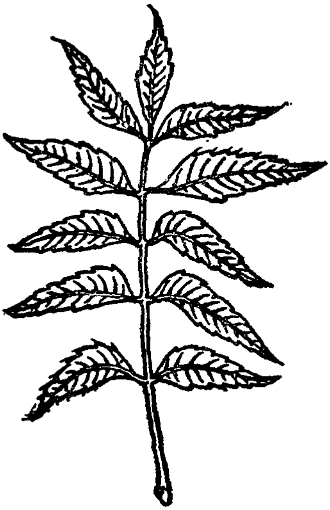
தனி இலையும் கூட்டிலையும்

இலைக்காம்புடன் ஒரே இலைத்தாள் இணைந்திருந்தால் அந்த இலையானது **தனி இலை** (simple leaf) எனப்படும். எ.கா : மாவிலை.

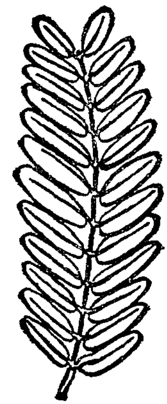
முக்கிய இலைக்காம்பு, இலைத்தாள்களைத் தாங்கி நிற்குமானால் அது **கூட்டிலையாகும்** (compound leaf). முக்கிய இலைக்காம்பு மையக்காம்பு எனப்படும். இலைத்தாள் ஒவ்வொன்றும் **சிற்றிலை** எனப்படும். எ.கா:- வேப்பிலை, புளிய இலை. சிற்றிலை பெரியதாக இருந்தால் கூட்டிலையானது ஒரு சிறிய

கிளை போன்றே காட்சி அளிக்கும். ஆனால் அது கிளையல்ல என்பது நுனிக்குருத்து, கணு, கணுவிடை இல்லாமை கண்டு அறிந்து கொள்ளலாம்.

கூட்டிலைகள் **சிறகுக் கூட்டிலை** என்றும் **அங்கைக் கூட்டிலை** என்றும் பொதுவாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.



ஒற்றைச் சிறகுக் கூட்டிலை : ஒரு சிற்றிலையில் முடிவது
படம். 8

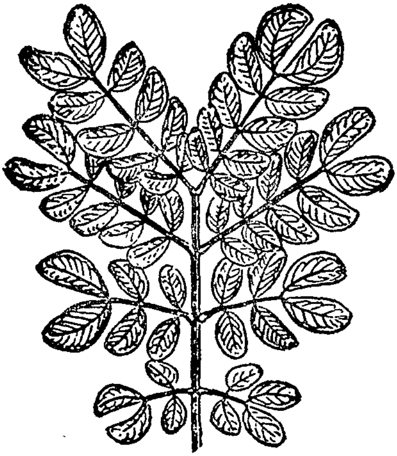


ஒற்றைச் சிறகுக் கூட்டிலை
இரு சிற்றிலைகளில் முடிவது
படம். 9

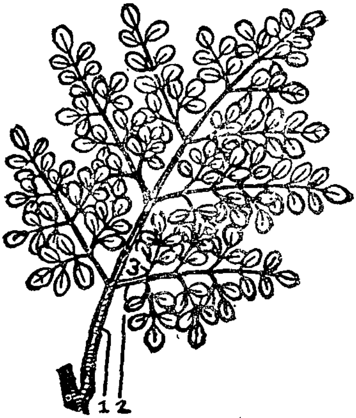
சிறகுக்கூட்டிலையில் சிற்றிலைகள் மையக்காம்பின் நீளம் முழுவதும் பக்கவாட்டில் எதிரெதிராக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மையக்காம்பு. இரு சிற்றிலைகளில் முடிவடைந்தால் அவை இரு சிற்றிலைகளில் முடிவது எனவும் ஒரு சிற்றிலையில் முடிவடைந்தால் ஒரு சிற்றிலையில் முடிவது எனவும் கூறப்படு கிறது. இவை இரண்டும் **ஒற்றைச் சிறகுக் கூட்டிலை** எனப்படும்.

சிற்றிலைகளைத் தாங்க மையக் காம்பானது இரண்டாம் நிலைக் கிளைக்காம்புகளை உண்டாக்கினால் அது **இரட்டைச் சிறகுக் கூட்டிலை** எனப்படும். எ. கா. கருவேல் இலை. மையக் காம்பிலிருந்து பல இரண்டாம் நிலைக் கிளைக் காம்புகள் உண்டாகி அவை மீண்டும் மூன்றாம் நிலைக் கிளைக் காம்பு களை உண்டாக்கி அவற்றில் சிற்றிலைகள் இணைந்திருந்தால் **மும்மடங்கு சிறகுக் கூட்டிலை** எனப்படும். இலைக்காம்பின்

நுனியிலிருந்து பல சிற்றிலைகள் உள்ளங்கையிலிருந்து விரல்கள் பிரிந்து செல்வதுபோல் இருந்தால் அங்கைக் கூட்டிலை எனப்படும்.



இரட்டைச் சிறகுக் கூட்டிலை
படம். 10



மும்மடங்குச் சிறகுக் கூட்டிலை
1. முதல்நிலை இலைக் காம்பு
2. இரண்டாம் நிலை இலைக் காம்பு
3. மூன்றாம் நிலை இலைக் காம்பு
படம். 11

இலை அமைவு (Phyllotaxy)

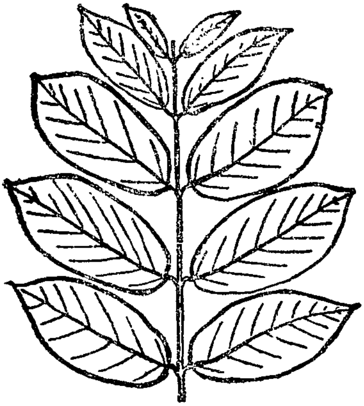
தண்டில் இலைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் முறைக்கு இலை அமைவு என்று பெயர். இது ஐந்து வகைப்படும்.

மாற்று இலை அமைவு
படம். 12

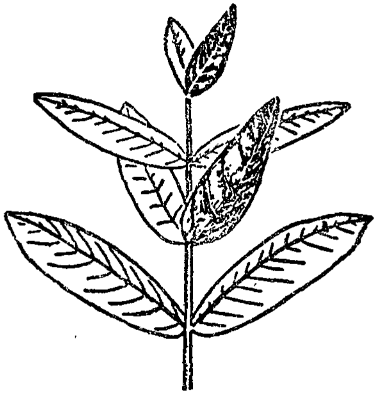
1. மாற்று இலை அமைவு (alternate) : ஒரு கணுவில் ஒரே ஓர் இலை அமைந்திருக்கும். எ. கா. நெட்டிலிங்கம்.

2. எதிர் இலை அமைவு (opposite) : ஒவ்வொரு கணுவிலும்

இரு இலைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிராக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எ.கா : கொய்யா. எருக்கிலையில் மாற்றுமுறையில் எதிர் இலைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இது மாற்று எதிர் இலை அமைவு எனப்படும்.

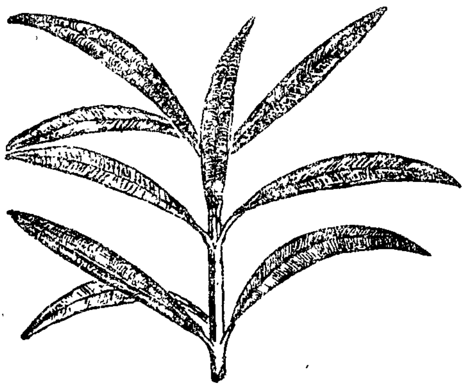


எதிர் இலை அமைவு
படம். 13



மாற்று எதிர் இலை அமைவு
படம். 14

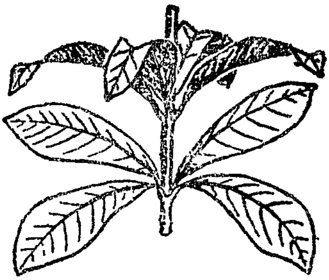
3. **மூவிலை அமைவு (ternate)** : ஒரே கணுவில் தண்டைச்



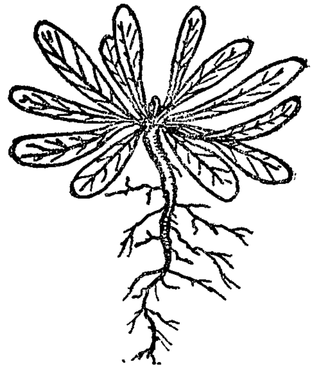
மூவிலை அமைவு
படம். 15

சுற்றி மூன்று இலைகள் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அது மூவிலை அமைவு எனப்படும். எ.கா : அரளி.

4. வட்ட அமைவு (whorled): ஒரே கணுவில் மூன்றுக்கு



வட்ட அமைவு
படம். 16



இலை அண்மை அமைவு
படம், 17

மேற்பட்ட இலைகள் தண்டைச் சுற்றிலும் வட்டமாக அமைக்கப்பட்டிருந்தால் வட்ட அமைவு என்று பெயர். எ.கா: கற்றாழை.

5. இலை அண்மை அமைவு (radical): இலைகள் தரையின் அருகே இருந்து கொத்தாக உண்டாகின்றன. அவை பார்ப்பதற்கு வேரிலிருந்து கிளம்புவது போல் தோன்றுகின்றன.

இலை அமைவின் முக்கியத்துவம்

இலைகள் தங்களது வேலைகளைச் செவ்வனே செய்வதற்கு வகைசெய்யும் முறையில் இந்தப் பலவகையான இலை அமைப்புகள் சூரிய ஒளியும், காற்றும் நன்றாக இலைகளில் படும்படி செய்கின்றன.

இலையின் உள்ளமைப்பு

புறத்தோல்: இலையின் மேற்பரப்பிலும், கீழ்ப்பரப்பிலும் காணப்படும் ஓரடுக்கு செல்கள் **புறத்தோல்** (epidermis) எனப்படும். மேற்பரப்பிலுள்ள அடுக்கு **மேற்புறத் தோல்** எனவும், கீழ்ப்பரப்பிலுள்ள அடுக்கு **கீழ்ப்புறத் தோல்** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வடுக்கிலுள்ள செல்கள் நீள் சதுர வடிவமுள்ளதாகவும், அவற்றிற்கிடையே காற்று இடைவெளி இல்லாதவாறு இறுக்கமாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் கீழ்ப்புறத் தோலில் மட்டும் மிகச் சிறிய துளைகள் உள்ளன. அவை **இலைத் துளைகள் (stomata) எனப்படும். இரு புறத்தோல்களின்** மேலும்

மெல்லிய மெழுகு போன்ற அடுக்கு மூடியிருக்கிறது. அது **புறமேல் தோல்** அல்லது **கியூட்டிக்கிள்** (cuticle) எனப்படும்.

புறத்தோல் பாக்டீரியா, காளான் தாக்குதல் சிதைவு ஆகிய வற்றிலிருந்து உள்ளிருக்கும் செல்களைக் காக்கிறது. நீராவிப் போக்கைக் குறைக்கிறது. இலையின் உருவத்தைக் காப்பதற்கு உதவுகிறது. புறத்தோல் செல்களில் பசுங்கணிகங்கள் கிடையாது.

இலை நடுச்சோற்றணு (Mesophyll) : இரு புறத்தோல் களுக்குமிடையே எண்ணிக்கையற்ற பாரன்கைமா செல்கள் இருக்கின்றன. இவைதான் இலை நடுச்சோற்றணு வாகின்றன. இங்கே இருவகை செல்லடுக்குகள் உள்ளன. அவை பாலிஸேடு அல்லது **வேலிக்கால் அடுக்கும், பஞ்சு அடுக்கு** ஆகும்.

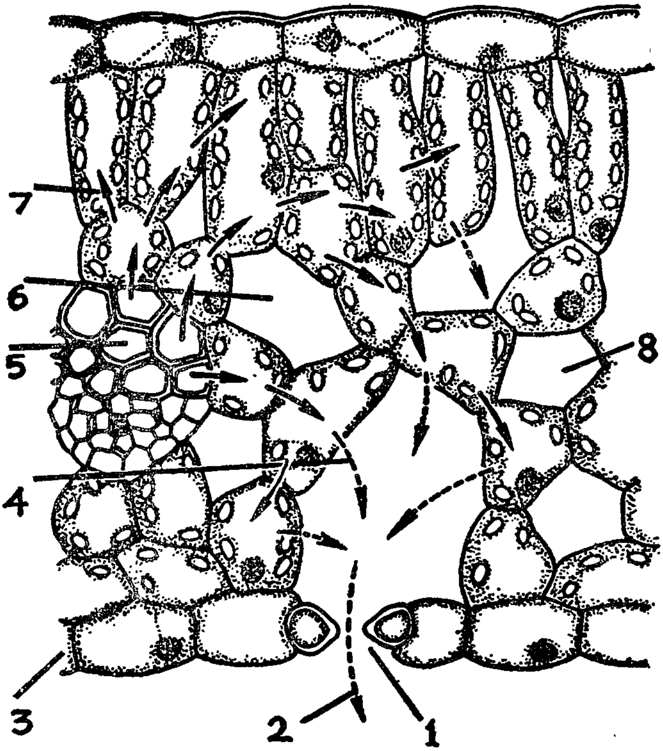
வேலிக்கால் அடுக்கில் செல்கள் சிறிது நீளமாகவும் உருளை வடிவமாகவும் இறுக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டும் எண்ணற்ற பசுங் கணிகங்களையுடையதாகவும் காணப்படுகின்றன. மிகக் குறுகிய காற்று இடைவெளியுடையதாகவும், புறத்தோலுக்கு அடுத்துக் கீழேயிருப்பதனால் அவை பெருமளவில் சூரியஒளியைப் பெற்று உட்கொள்கின்றன. ஆகவே வேலிக்கால் பாரன்கைமா செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் உணவுப் பொருளை உற்பத்தி செய் வதற்கு நன்கு தகுதி வாய்ந்தவைகளாக இருக்கின்றன.

பசுங்கணிகங்கள் பெரும்பாலும் சிறிய வட்டுப்போன்ற உறுப்புகள். அவை புரோட்டீனால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன; பச்சையம் (chlorophyll) உடையனவாயிருக்கின்றன. பச்சையம் என்பது பச்சை நிறங்கொடுக்கும் நிறமிகள் ஆகும். அவையே தாவரங் களுக்கேயுரிய பச்சை நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. அவைதான் சூரிய ஒளியிலிருந்து ஆற்றலை உள்ளிழுத்து சர்க்கரையும் மாவுப் பொருளுமான வேதிப் பொருள்களை உருவாக்குவதில் பயன் படுத்துகின்றன.

பஞ்சு சோற்றணு அடுக்கில் செல்கள் ஒன்றோடொன்று நெருக்கமாக இணைவதில்லை; ஆகையால் பெரிய காற்று இடை வெளிகள் இருக்கின்றன. அவை ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டு, இலைத்துளைகளின் மூலம் வெளிக்காற்று மண்டலத் துடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இதன் காரணமாக வெளிக் காற்று அவற்றில் நன்கு சுற்றிவரச்செய்து மிகவும் உள்ளே தள்ளி யிருக்கும் செல்களுக்கும் காற்று சென்றடையச் செய்கிறது.

இந்தப் பஞ்சு சோற்றணு அடுக்கு செல்களில் மிகக் குறைவான பசுங்கணிகங்கள்தான் இருக்கின்றன; குறைந்த அளவு சூரிய ஒளியைத்தான் பெறுகின்றன. ஆகவே குறைந்த அளவில்தான் ஒளிச்சேர்க்கை செய்கின்றன.

இலைத்துளைகள் (Stomata) : இவை புறத்தோலில் காணப் படும் சிறிய திறப்புகள் ஆகும். இலையின் அடிப்புறத்தில் மிக



இலையின் உள்ளமைப்பு
இலையின் மூலம் நீர் நகர்தல்

1. இலைத்துளை 2. நீராவி வெளியேறுதல் 3. கீழ்ப்புறத்தோல் 4. காற்று இடைவெளி 5. சைலம் குழாய் 6. செல்லிடை இடைவெளி 7. வேலிக்கால் அடுக்கு 8. இலைநடுச் சோற்றணு

படம். 18

அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. அவை இரு காப்புசெல்களுக்கு இடையே உண்டாகின்றன. உள்ளிருக்கும் அழுத்தத்திற்குத்

தக்கவாறு இக்காப்பு செல்கள் துளைகளின் அளவைப் பெரிதாக்கவோ, சிறிதாக்கவோ முடியும். இலைத் துளைகள் திறப்பதும், மூடுவதும் முக்கியமாக ஒளியின் அளவிற்கும், சில தாவரங்களில் நீர் இழப்பிற்கும் தொடர்புள்ளதாக இருக்கிறது.

மைய நரம்பும் கிளை நரம்பும் : இவைதான் நீரை இலைகளுக்குள் கொண்டு வருவதன் மூலமும், உணவுப் பொருளை வெளிக்கொண்டு போவதன் மூலமும் இலையைத் தாங்குகின்றன. அவை, காற்றுத் திசுக்கட்டுகளையுடையதாக இருக்கின்றன. நார்த்தன்மையுள்ள, வலுவாக்கும் செல்களால் சூழப்பட்டிருக்கின்றன. இதிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் சொந்தமானத் தனி நரம்பு கிடையாது. ஆனால் நரம்பின் வலைப்பின்னல்கள் மிக நுண்மையாயிருப்பதால் நீரானது நரம்பிலிருந்து சில செல்களை கடந்து ஒரு வேலிக்கால் அணு செல்லையடைகிறது.

இலையின் வேலைகள்

(1) இலையின் மிக முக்கியமான வேலையானது ஒளிச் சேர்க்கையின் மூலம் கார்போஹைட்ரேட் உருவத்தில் உணவு தயாரிப்பதாகும்.

(2) அடுத்த முக்கிய வேலை நீராவிப் போக்காகும். தாவர உடலில் உள்ள அதிகப்படியான நீர் இலையிலுள்ள இலைத் துளைகள் மூலம் ஆவியாகிறது.

(3) அதே இலைத்துளைகள் மூலமே மூச்சுவிடுதல் நடைபெறுகிறது. காற்று மண்டலத்தின் ஆக்சிஜன், இலைத்தாளில் நுழைகிறது. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளியே செல்கிறது.

(4) நீர் சேமிப்பும், உணவு சேமிப்பும் சில இலைகளில் நடைபெறுகிறது. அந்த இலைகள் சதைப்பற்றுள்ளதாகவும், நீர் நிறைந்ததாகவும் இருக்கின்றன. குமிழங்களிலுள்ள செதில் இலைகளும் நீரையும், உணவையும் சேமிக்கின்றன.

(5) இரணக்கள்ளி, பெகோனியா போன்ற தாவரங்களின் இலைகள் புதிய தாவரங்கள் வளரக் காரணமாக இருக்கின்றன. ஆகவே அவை இனவிருத்திக்குப் பயன்படுகின்றன.

இலைகளின் மாற்றுருக்கள் : வேறு எந்த உறுப்புகளைக் காட்டிலும் இலைகளின் மாற்றுருக்களே சூழ்நிலை ஆதிக்கத்திற்கு அதிகமாக உட்படுகின்றன.

(1) **செதில் இலைகள் :** வறண்ட நிலத்தாவரங்களில் இலைகள் மிகவும் குறைந்து, வறண்ட, காம்பில்லா மண்ணிற அல்லது

நிறமற்ற செதில்களாகத் தோன்றுகிறது. சவுக்கில் அவை கிளை களில் காணப்படுகின்றன.

(2) இலைப்பற்றுக் கம்பிகள் (tendrils) : பலக்குறைவான தண்டுகள் உள்ள செடிகளில், இலையின் ஒரு பகுதியோ அல்லது முழு இலையோ பற்றி ஏறுவதற்கு உதவியாக பற்றுக் கம்பிகளாக மாறுகிறது. கடலைச் செடியினுடைய நுனிச் சிற்றிலைகள் பற்றுக் கம்பிகளாக மாற்றுரு பெற்றிருக்கின்றன. கிலிமேட்டிஸ் என்னும் தாவரத்தினுடைய இலைக்காம்பு அதனுடைய தண்டானது ஒரு கொம்பை பற்றிக்கொள்ள உதவுகிறது.

(3) இலை முட்கள் : சப்பாத்திக் கள்ளியில் இலைக்கக்கத்தில் உள்ள இலைமொட்டுகள் முள் கொத்தாக மாற்றுரு பெற்றிருக் கின்றன. விலங்குகள் செடியைத் தின்றுவிடாமல் தடுத்து அவை பாதுகாக்கின்றன.

(4) இலைத் தொழில் தண்டு (phyllode) : கருவேல் போன்ற செடியில் அதனுடைய இலைக்காம்பும், பார்க்கின்சோனியா என் னும் தாவரத்தின் இரண்டாம் கிளை நரம்பும், தட்டையாகவும், பச்சையாகவும் இருந்து, இலையானது நீராவிப் போக்கைக் குறைப்பதற்காக வளரவிடாது தடுக்கப்பட்டிருப்பதால் ஒளிச் சேர்க்கை செய்யும் உறுப்புகளாக பயன்படுகின்றன. அந்த உறுப்புகள் இலைத் தொழில் தண்டு (phyllode) என அழைக்கப்படு கின்றன.

(5) இலைக் கொக்கிகள் : பிகோனியா இனச் செடிகளில் மூன்று நுனிச் சிற்றிலைகள் கொக்கிகளாக மாற்றுருப்பெற்று செடிகள் ஏறுவதற்கு உதவி செய்கின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது இலையினுடைய மிக முக்கியமான செயலாகும். வேர்களால் உறிஞ்சப்பட்டு, தண்டுகள் மூலம் இலை களுக்கு அனுப்பப்படும் நீரையும், காற்றிலுள்ள கார்பன்-டை- ஆக்சைடையும் சேர்த்து, பச்சை இலைகளின் உதவியால் கார்போஹைட்ரேட்டை உண்டாக்கும் செயல்முறையே ஒளிச் சேர்க்கை ஆகும். அது சூரிய ஒளியிலிருந்து ஆற்றலை உள்ளிழுக் கும் பச்சையத்தின் முன்னிலையில் நடைபெறும் வேதிக் கூட்டு கையேயாகும். இந்த வேதிவினையின் விளைபொருளான

ஆக்சிஜன் காற்றில் கலந்து விடுகிறது. இந்த செயல்முறையைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடலாம் :

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow[\text{பச்சையத்தால் உட்கொள்ளப்பட்டது}]{\text{சூரிய ஒளியிலிருந்து ஆற்றல்}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

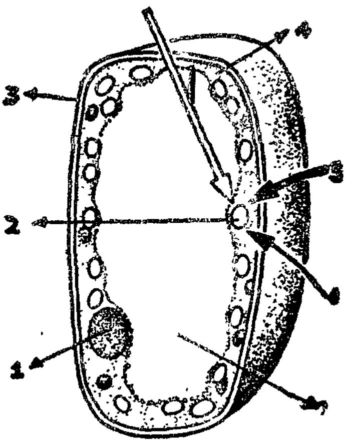
இந்தச் சமன்பாடு மிகவும் சிக்கலான தொடர் வேதிவினைகளின் தொடக்கம், முடிவு இவற்றைக் காண்பிக்கிறது. இந்த வேதிவினைகள் பல இடைநிலைக் கூட்டுப் பொருள்களையும், வேறுபட்ட வேதிவினைகளை தூண்டுகின்ற பல என்சைம்களையும் உட்படுத்தியதாகும்.

தாவரத்தின் மற்ற எந்த பச்சைப் பகுதியும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யமுடியும் என்றாலும் ஒளிச்சேர்க்கை முக்கியமாக இலையில் தான் நடைபெறுகிறது. பச்சைத் தாவரங்களில் பெரும்பாலானவை அவற்றில் நடக்கும் ஒளிச்சேர்க்கை செயல்முறைக்கு தகுந்த முறையில் அமைந்திருக்கிறது.

முதன்முதலாக அகன்ற, தட்டையான இலையின் உருவமானது ஒளி, கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இவற்றை உட்கொள்ளுவதற்கு ஓர் அகன்ற பரப்பைக் கொடுக்கிறது. பெரும்பாலான இலைகள் மெல்லியதாக இருப்பதால் கார்பன்-டை-ஆக்சைடானது இலைத்துளையிலிருந்து இலை நடுச்சோற்றணு செல்களை பரவி அடைவதற்கு உரியதூரம் மிகக்குறைவாக இருக்கிறது. எண்ணற்ற இலைத்துளைகள் ஒன்று அல்லது இரு பரப்புகளிலும் வெளிக் காற்றுடன் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, ஆக்சிஜன் வாயு மாற்றத்திற்கு அனுமதிக்கின்றன. இலை நடுச்சோற்றணுவில் உள்ள பெரிய செல்களுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளிகள் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு பரவுவதற்கு எளிதான வழியை ஏற்படுத்துகின்றன. வேலிக்கால் செல்களில் இலைநடு பஞ்சுசோற்றணுக்களில் இருப்பதைவிட பசுங்கணிகங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்கின்றன. மேற்பரப்பிலுள்ள வேலிக்கால் செல்கள் சூரிய ஒளியின் பெரும் பகுதியைப் பெறுகின்றன. இந்த சூரியஒளி இடையில் தடுக்கும் பல செல்சுவர்களால் உட்கொள்ளப்படாமல் பசுங்கணிகங்களுக்கு கிடைக்கின்றன. பல வேலிக்கால் செல்களுடைய நீண்ட வடிவமும் இதற்கு உதவியாக இருக்கின்றன. கிளைத்திருக்கும் வலைப்பின்னல் நரம்புகளும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் செல்களுக்கு தேவைப்படும் நீரை உடனுக்குடன் அளிக்கின்றன.

ஒரு வேலிக்கால் செல்லில் ஒளிச்சேர்க்கை செயல்முறை

அருகிலுள்ள கிளை நரம்பிலிருந்து பரவல் முறையில் நீர் செல்லுக்குள் புகுகிறது. அருகிலுள்ள காற்று இடைவெளிகளிலிருந்து செல்லுலோஸ் சுவர் வழியாக கார்பன்-டை-ஆக்சைடு சைட்டோபிளாசத்திற்குள் பரவுகிறது. பச்சையத்தைக் கொண்ட பசுங்கணிகத்தில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு மூலக்கூறும், நீர் மூலக்கூறும் ஒரு தொடர் வேதிமாற்றங்களால் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த மாற்றங்களில் சிலவற்றிற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல், பச்சையத்தால் உட்கொள்ளப்பட்ட சூரிய ஒளியிலிருந்து பசுங்கணிகங்களுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின் விளைவு ஸ்டார்ச் அல்லது மாவுப்பொருள் ஆகும். பகல் ஒளியில் ஸ்டார்ச் அணுக்கள் பசுங்கணிகத்திலேயே சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்த செயல்முறையின்போது, வெளிவிடப்படுகின்ற ஆக்சிஜன் சைட்டோபிளாசத்தை விட்டு செல்சுவர் வழியாக காற்று இடைவெளிக்குள் பரவி, இறுதியாக இலைத்துளைகளின் வழியாக வெளிமண்டலத்திற்குள் செல்கிறது.



வேலிக்கால் செல்லின் ஒளிச்சேர்க்கை

1. நியூக்ளியஸ்
2. குளோரோபிளாஸ்ட் (பசுங்கணிகம்)
3. செல் சுவர்
4. சைட்டோபிளாசம்
5. தண்ணீர்
6. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு
7. நுண் குமிழி

படம். 19

ஒளிச்சேர்க்கையானது விரைவாக நடைபெறும் பொழுது மாவுப்பொருளானது செல்லில் சேமிக்கப்படும். ஆனால் என்சைம்கள் எப்பொழுதும் அதன்மேல் வினைபுரிந்து சுக்ரோஸ் போன்ற கரையும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாற்றிக்கொண்டே இருக்கின்றன. அவை செல்களிலிருந்து வெளிச்சென்று நரம்பிலுள்ள சாற்றுத் திசுக்களில் உள்ள ஃப்ளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய்கள் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இந்த சுக்ரோஸ், சேமிப்பு உறுப்புகளுக்கு பயணம் செய்கின்றது. அங்கே மீண்டும் ஸ்டார்ச்சாக மாற்றப்படும் அல்லது விரைவாக வளரும் பகுதிகளுக்கு அனுப்பப்படும். அங்கே மூச்சுவிடுதலால் ஆக்சி

காரணம் செய்யப்பட்டு, செல்லிலுள்ள வேதிவினைகளுக்கு வேண்டிய ஆற்றலை அளிக்கிறது.

மற்ற எல்லா உயிர்வாழ் உடலிகளைப்போல பச்சைத் தாவரங்களில் எப்பொழுதும் மூச்சுவிடல் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. ஆனால் ஒளிச்சேர்க்கையானது சூரியஒளி கிடைக்கின்ற பகல் நேரத்தில்தான் நடைபெற முடியும்.

மூச்சுவிடலின் வேகம் அதிகாலை, சந்தி வேளைகளில் உள்ள மங்கலொளியில் ஒளிச்சேர்க்கையின் வேகத்திற்குச் சமமாக ஆகலாம். மூச்சுவிடுதலினால் உண்டாக்கப்படும் எல்லாக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒளிச்சேர்க்கையினால் உண்டாக்கப்படும் எல்லா ஆக்சிஜனும் மூச்சுவிடலுக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மூச்சுவிடுதலில் கார்போஹைட்ரேட் உடைபடும் வேகம் ஒளிச்சேர்க்கையில் கார்போஹைட்ரேட் உண்டாக்கப்படும் வேகமும் சமமாக இருப்பதால், வளிமண்டலத்தோடு நிகர வாயுமாற்றம் ஏதுமில்லை. இந்த நிலையில் அந்தத் தாவரமானது ஈடுகட்டும் புள்ளியை அடைந்ததாகக் கூறப்படுகிறது.

இது வெளிச்சம் மிகுதியாக இருக்கும்பொழுது வேறுபடுகிறது. ஏனெனில் அப்பொழுது ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் வேகம் அதிகமாகிறது.

அது புதிய செல்சுவர்களைக் கட்டுவதற்கு வேண்டிய அல்லது இருக்கின்றனவற்றை தடிக்கச் செய்வதற்கும் வேண்டிய செல்லுலோஸாக மாற்றப்படமுடியும். இந்த சுக்ரோஸ், புரோட்டீன், கொழுப்பு, நிறமிகள் போன்ற பல கூட்டுப் பொருள்களை சேர்க்கை முறையில் உருவாக்க இது அடிப்படையாக பயன்படுத்தப்பட முடியும்.

இருட்டிலே இலையில் உள்ள எல்லா ஸ்டார்ச்சும் மீண்டும் சர்க்கரையாக மாற்றப்பட்டு அகற்றப்படுகின்றன.

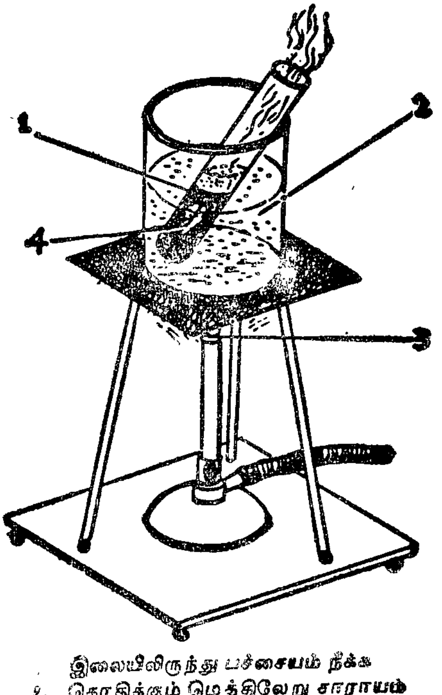
இலைகளெல்லாம் ஒளிச்சேர்க்கை நடத்திக்கொண்டிருக்கும் பொழுது, மூச்சு விடலும் தாவரத்தில் நிகழ்ந்துகொண்டே இருக்கிறது. மூச்சுவிடல் நிகழும்பொழுது ஆக்சிஜன் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உடைக்கப்படுகின்றன. நீரும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடும் வெளிவிடப்படுகின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கையில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடும், நீரும் உள் ளெடுக்கப்படுகின்றன. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாக்கப்படு கின்றன. ஆக்சிஜன் வெளிவிடப்படுகிறது. அதன் விளைவாக பயன்படுத்தப்படும் ஆக்சிஜனைவிட அதிக ஆக்சிஜன் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மூச்சு விடுதலின் விளைவாக உற்பத்தி செய் யப்படும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடைவிட பயன்படுத்தப்படும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அதிகமாகின்றது.

இருட்டில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை. ஆகவே தாவரமானது தொடர்ந்து மூச்சு விடுதலின் விளைவாக ஆக்சிஜனை உட்கொண்டு, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடு கிறது.

இலையில் ஸ்டார்ச் இருக்கிறதா எனச் சோதித்தல்

ஸ்டார்ச் இருப்பது ஒளிச்சேர்க்கை நடந்ததற்கு சான்றாகும்



இலையிலிருந்து பச்சையம் நீக்க

1. கொதிக்கும் மெத்திலேறு சாராயம்

2. கொதிக்கும் நீர் 3. விளக்கு 4. இலை

படம். 20

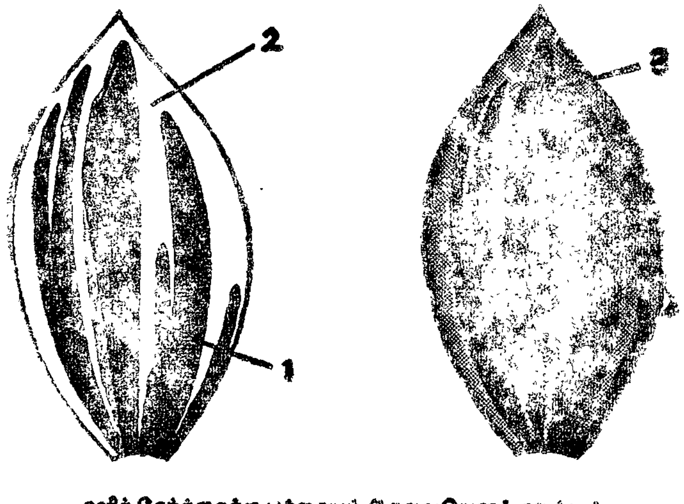
சிலமணி நேரம் சூரிய ஒளியில் நிற்கும் ஒரு செடியிலிருந்து ஒர் இலையை அகற்றி கொதி நீரில் அரை நிமிடம் மூழ்கவை. இல

என்னைங்களை அழித்து புரோட்டோபிளாசத்தைக் கொல்லு ராகும். மேலும் வேதிமாற்றங்கள் நிகழாமல் இருப்பதற்கும் செய்யப் படுகிறது. அது செல்லை அயோடின் கரைசலுக்கு அதிக ஊடுரு வும் தன்மையுள்ளதாகச் செய்கிறது. பிறகு அந்த இலையானது நீர்த்தொட்டியின் மூலம் சூடேற்றப்பட்டுள்ள சாராயத்தில் சோதிக்க வைக்கப்படுகிறது. இலை எல்லாப் பச்சையமும் கரைக்கப்பட்ட பிறகு வெண்மையாக இருக்கும். அவ்விலையானது எடுக்கப்பட்டு, வடிநீரால் கழுவப்பட்டு பின் பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலில் கரைக்கப்பட்ட அயோடின் கரைசலில் மூழ்க வைக்கபடுகிறது. உடனே அந்த வெள்ளை இலையானது நீல நிறமாக மாறி ஸ்டார்ச்சு இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவையான நிபந்தனைகள்

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பச்சையம் தேவை

இச்சோதனைக்கு பச்சையமானது விட்டுவிட்டு தனிப்பட்டுக் காணப்படுகின்ற பல நிறமுள்ள குரோட்டன்ஸ் இலையை பயன்



ஒளிச் சேர்க்கைக்கு பச்சையம் தேவையெனக் காட்டல்
1. பச்சையமுள்ள பகுதி 2. பச்சையமில்லா பகுதி
3. நீலம் 4. மண் நிறம்
படம். 31

படுத்தவும். ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் ஸ்டார்ச் நீக்குதல் செய்த பிறகு, அந்தச் செடியில் உள்ள இலையை, சில மணிநேரம் சூரிய

ஒளிபடும்படி செய்து, பிறகு செடியை விட்டு அகற்று. அதை ஒரு தாளின் மேல் வைத்து விளிம்புகளை வரைந்து பச்சையம் இருக்கும் இடங்களைக் குறித்துக்கொண்டு பிறகு ஸ்டார்ச்சுக்காக சோதனை செய்யப்படவேண்டும்.

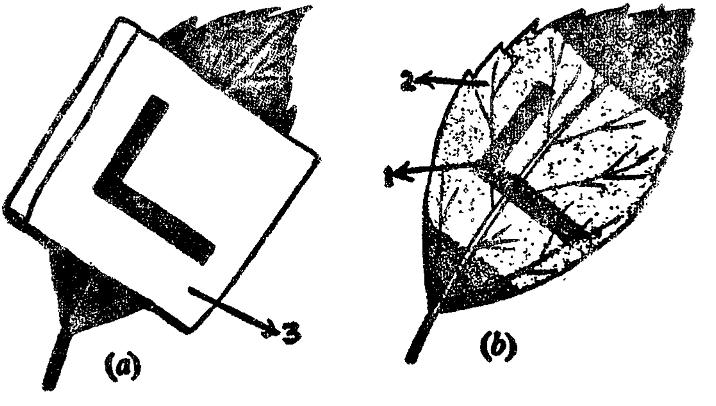
முன்னதாக பச்சையாக இருந்த பகுதிகள் மட்டும்தான் அயோடினால் நீலமாக மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே பச்சையத்தின் முன்னிலையில்தான் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற்றிருக்கிறதென்று நாம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

ஸ்டார்ச் நீக்கல்

ஸ்டார்ச் இருப்பதே ஒளிச்சேர்க்கைக்கு சான்றாகக் கருதப் படுவதால் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் செடிகள் அவற்றின் இலைகளில் ஸ்டார்ச்சில்லாமல் இருக்கவேண்டும். தொட்டிச் செடிகளாயிருந்தால், 2 அல்லது 3 நாள்களுக்கு அலமாரிக்குள் விட்டுவைத்தால் இலைகளிலுள்ள ஸ்டார்ச்சு எல்லாம் நீங்கிவிடும். செடிகள் திறந்த வெளியில் இருந்தால், சூரிய உதயத்திற்கு முன்னதாக அதிகாலையில் சோதனைக்குரிய ஏற்பாடுகளைச் செய்ய வேண்டும். ஏனெனில் இரவில் எல்லா ஸ்டார்ச்சும் இலைகளிலிருந்து நீங்கிவிடும்.

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு சூரிய ஒளி தேவை

அலுமினியத் தகட்டிலிருந்தோ, கனத்த கருப்புத்தாளி



ஒளிச்சேர்க்கைக்கு சூரிய ஒளி தேவை என்று விளக்கச் சோதனை
(a) சோதனைக்கு முன் (b) சோதனைக்குப் பின்
1. சூரிய ஒளி பட்ட பகுதி 2. சூரிய ஒளி படாத பகுதி
3. அலுமினியத் தகடு
படம். 22

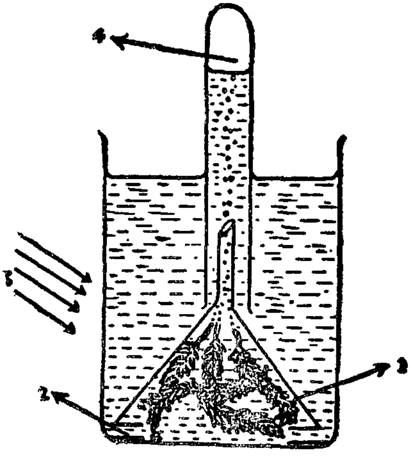
லிருந்தோ "L" போன்ற வடிவத்தை வெட்டி எடுத்துவிட்டு அதை ஏற்கனவே ஸ்டார்ச்சு நீக்கப்பட்ட இலையில் படத்தில் காட்டிய

வாறு இரு பரப்பிலும் இணைத்து வைக்கவும். சூரிய ஒளியில் சுமார் 4 மணியிலிருந்து 6 மணிவரை அவ்விலையை வைத்த பிறகு இலை அகற்றப்பட்டு ஸ்டார்ச்சுக்காக சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.

சூரியஒளி பெற்ற பரப்பு மட்டுமே அயோடினுடன் நீலமாகிறது. ஒளிபடாத இடங்களில் ஸ்டார்ச் சேரவில்லையாதலால், ஸ்டார்ச் உண்டாவதற்கு அதாவது ஒளிச்சேர்க்கைக்கு சூரிய ஒளி முக்கிய பங்கை வகிக்கிறது என்பது ஊகித்தறியப்படுகிறது.

ஒளிச் சேர்க்கையின்போது ஆக்சிஜன் உற்பத்தியாகிறது

ஒரு முகவையில் நீர் (குட்டை நீர்)எடுத்து சில வேலம்பாசி களைப்போட்டு அவற்றின்மேல் குட்டையான தண்டுள்ள ஒரு புனலைக் கவிழ்த்துவை. நீர் நிறைந்த ஒரு சோதனைக் குழாயைத் தண்டின்மேல் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து வை. முகவை



ஒளிச் சேர்க்கை நடக்கும் பொழுது ஆக்சிஜன் குமிழ்கள் வெளியாதல்
1. வேலம்பாசி 2. புனலைத் தாங்கும் தாங்கி
3. சூரிய ஒளி 4. ஆக்சிஜன்
படம். 23

யின் அடிப்பாகத்திற்கு சற்று மேலாகப் புனல் இருக்குமாறு செய்தால் நீரின் சுழற்சி எளிதாக இருக்கும்.

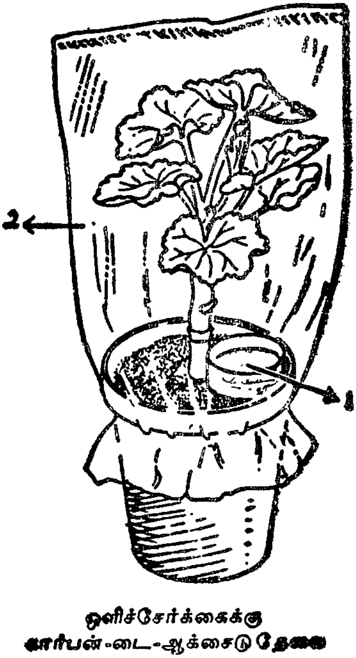
சிறிது நேரம் இந்த உபகரணத்தைச் சூரியஒளியில் வை. விரைவில் வேலம்பாசி இலைகளிலிருந்து குமிழ்கள் வருவதையும், அவை மேலே சென்று சோதனைக்குழாயில் சேருவதையும்

காணலாம். போதுமான அளவு வாயு சேகரிக்கப்பட்ட பின்னர், சோதனைக் குழாயை வெளியே எடுத்து ஒளிதரும் கொள்ளிக் குச்சியை உள்ளே நுழைத்தால் உடனே அது தீப்பற்றி சுவாலையுடன் எரிவதைக் காணலாம்.

இதிலிருந்து ஒளிச்சேர்க்கையின்போது வெளியேறும் வாயுவானது ஆக்சிஜன் என்று அறிகிறோம்.

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தேவை

ஸ்டார்ச்சு நீக்கப்பட்ட இரு தொட்டிச் செடிகளை நீருற்றியபின் எடுத்துக்கொள். ஒன்றில் ஒரு தகழியில் சோடாலைமும், இன்னொன்றில் சோடியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டுக் கரைசலும் வைத்து தண்டுப் பகுதியை பிளாஸ்டிக் பையினால் மூடித் தொட்டியுடன் இறுகக்கட்டு. இரு செடிகளையும் பல மணி நேரம் சூரிய ஒளியில் வைத்த பின் ஒவ்வொரு செடியிலிருந்தும் ஓரிலையை அகற்று. அவற்றை ஸ்டார்ச்சு சோதனை செய்துபார்.



ஒளிச்சேர்க்கைக்கு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தேவை
1. சோடா லைம்
2. பிளாஸ்டிக் உறை
படம். 24

சோடாலைம் வைத்திருந்த தொட்டியிலுள்ள செடியில் இலை நீலநிறமடைவதில்லை. ஏனெனில் ஸோடாலைம் உள்ளிருந்த காற்றிலுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடை உறிஞ்சிக் கொண்டதால் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு நீக்கப்பட்ட காற்றே அந்த இலைக்குக் கிடைத்தது.

ஆனால் சோடியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டுக் கரைசல் வைக்கப்பட்டிருந்த தொட்டிச் செடியின் இலை அயோடின் கரைசலுடன் நீலநிறமாகிறது. ஏனெனில் அக்கரைசல் அதிகக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

கார்பன்-டை-ஆக்சைடு கிடைக்காதபடி செய்யப்பட்டதால் இலை ஸ்டார்ச் தயாரிக்கவில்லை என்பதிலிருந்து ஒளிச்

சேர்க்கைக்கு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தேவையானது என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது.

நீராவிப்போக்கு

நீராவிப்போக்கு என்பது இலைகளிலிருந்து நீர் ஆவியாதலும், அதன்பின் சைலம்குழாயில் ஏற்படும் நீர் நகர்தலும் ஆகும். இந்தச் செயல் முறையில் நீர்இழப்பு ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலும் இலைகள் மூலமே நீராவிப்போக்கு ஏற்படுகிறது. இந்த ஆவியாதல் தண்டுகள், பூக்கள் மூலமாகவும் நடைபெறுகிறது.

செல் ரச அழுத்தம், நீரை இலைநடுச்சோற்றுவிலுள்ள செல் சுவர்களின் மூலம் வெளி நோக்கி அழுத்துகிறது. செல்சுவர்களின் வெளிப் பரப்பிலிருந்து நீர், செல்களுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளிகளில் ஆவியாகி இலைத்துளைகளில் பரவி வளிமண்டலத்திற்குள் பரவுகின்றது. இலைத்துளைகள் மூடப்படுவது ஆவியாதலைப் பெருமளவிற்குக் குறைக்கிறது. ஆனால் முழுவதும் தடுப்பதில்லை.

நீராவிப்போக்கின் முக்கியத்துவம்

ஒளிச்சேர்க்கையின் இன்றியமையாத விளைவே நீராவிப் போக்காகும். சூரிய ஒளியையும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடையும் உள்ளிழுக்க பெரிய அளவில் இலைப்பரப்பு வளிமண்டலம் படும்படியாக இருக்க வேண்டும். கார்பன்-டை-ஆக்சைடு உள்புகுவதற்கு ஏற்ப இருக்கும் இலையானது நீராவிக்கும் உள்புகுவதற்கு ஏற்ப இருக்கவேண்டும். ஆகையால் ஒளிச்சேர்க்கையை நீராவிப் போக்கு பின்தொடர்வது இன்றியமையாததாகிறது. ஆனால் நீராவிப்போக்கு உண்டாக்கும் விளைவுகள் தாவரங்களுக்கு நன்மை பயப்பனவாக அமைகின்றன.

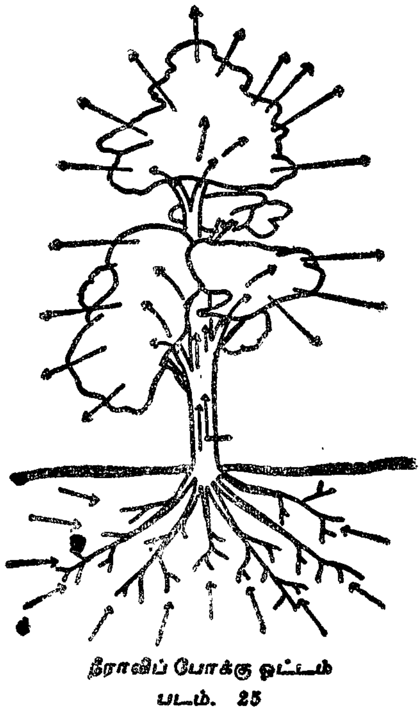
இலையின் செல்களிலிருந்து நீர், ஆவியாகும்போது செல்லின் உள் அழுத்தத்தைக் குறையும்படி செய்கிறது. அதனால் செல்லின் அடர்வை உயரச் செய்கிறது. அதன் விளைவாக பரவல் அழுத்தம் குறைகிறது.

இந்நிலையிலுள்ள செல்கள் தங்கள் அருகிலுள்ள செல்களிலிருந்து நீரை உள்ளிழுக்க, முடிவாக இலையின் சைலம் குழாய்களிலிருந்து நீரை உள்ளிழுக்கின்றன. சைலம் குழாய்களிலிருந்து பரவல் முறையில் நீர் உள்ளிழுக்கப்படுவது ஒரு விசையை உண்டு பண்ணுகிறது. இந்த விசை வேரிலிருந்து தண்டின் குழாய் வழியாக நீரை மேலே இழுக்கின்றது. இந்த நீரோட்டத்திற்கு

நீராவிப்போக்கு ஒட்டம் எனப்பெயர். இது இலைகளிலிருந்து நீராவியாவதன் விரைவைப் பொறுத்தது.

இந்த நீராவிப்போக்கு சுமார் 100 மீட்டர் உயரம் உள்ள மரங்கள் உட்பட எல்லாத் தாவரங்களின் தண்டுகளினுள்ளும் மேல் நோக்கி நீர் நகருவதற்குக் காரணமாயுள்ளது.

வெப்பமிகுந்த நாளில் ஒரு மரமானது நூற்றுக்கணக்கான லிட்டர் நீரை ஆவியாக்கலாம். தாவரத்தின் மூலமாகச் செல்லும் அனைத்து நீரிலும் ஒரு சிறிய பகுதியே ஒளிச்சேர்க்கைக்காகவும், செல்களின் உள்ளழுத்தத்தை தொடர்ந்திருக்கச் செய்யவும் நிறுத்தப்படுகிறது.



நீராவிப் போக்கு ஒட்டம்

படம். 25

நீராவிப்போக்கு ஒட்டமானது வேர்களிலிருந்து தாது உப்புகளை இலைகளுக்கு எடுத்து செல்கிறது. ஆனால் நிலத்திலிருந்து உப்புகளை மேலெடுக்கும் விரைவு நீராவிப்போக்கிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருப்பதில்லை.

நீராவிப்போக்கினால் வேறொரு நன்மை தரும் விளைவு ஏற்படுகிறது. சூரியனின் நேர்க்கதிர்கள் படும்பொழுது இலையின் வெப்ப நிலையானது தீங்கு செய்யும் மட்டத்திலிருந்து கீழாகவே இருக்கும்படி செய்கிறது. உள்ளுறை வெப்பம் உட்கிரகிக்கப் படுவதால் தாவரத்தின் வெப்பநிலைக் குறையக் காரணமாகிறது.

நீராவிப்போக்கின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் நிபந்தனைகள்

வெப்பநிலை : உயர்ந்த வெப்ப நிலையானது நீராவியை ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மையைக் காற்றிற்கு அதிகப்படுத்துகிறது. அதனால் நீராவிப்போக்கு அதிகமாகிறது.

ஈரப்பதம் : காற்று, நீராவியினால் அடர்வு மிகுந்ததும் மேலும் தாவரத்திலிருந்து நீரை உள்ளேற்பது முடியாததாகிவிடும். அதனால் நீராவிப்போக்கு குறைகிறது. காற்று மண்டலம் வறண்டிருந்தால் நீராவிப்போக்கு விரைவாக நடைபெறும்.

காற்று இயக்கம் : காற்று அமைதியாயிருக்கும்போது நீராவிப் போக்கு நிகழும் இலையைச் சுற்றியுள்ள பகுதி நீராவியால் நிரப்பப்பட்டு மேலும் அந்த இலையிலிருந்து நீரை ஏற்றுக்கொள்ள முடியாத நிலை ஏற்படுகிறது. அதன் விளைவாக நீராவிப் போக்கு மிகவும் குறைகிறது. ஆனால் காற்று வீசிக்கொண்டிருந்தால் இலையிலிருந்து எவ்வளவு விரைவாக நீராவி வெளிவருகிறதோ, அவ்வளவு விரைவாக அது நீக்கப்பட்டுவிடும். அதன் காரணமாக நீராவிப்போக்கு தொடர்ந்து விரைவாக நடைபெறுகிறது.

இருள் : இருளில் குறைந்த அளவு நீராவிதான் இழக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறல் முடியாது. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தேவைப்படுவதில்லை. இலைத் துளைகள் பொதுவாக மூடப்பட்டு இருக்கும்.

நீராவிப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்த வெப்ப மண்டலத்திலுள்ள மரங்கள் கோடைகாலத்தில் இலைகளை உதிர்க்கின்றன.

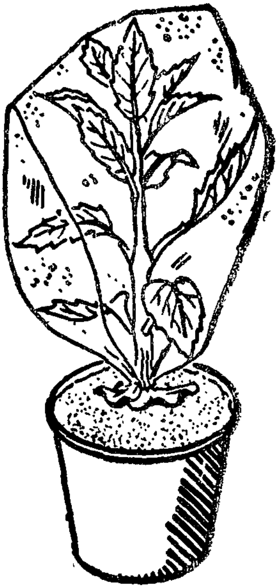
மெழுகுபோன்ற புறமேல் தோலையுடைய இலைகளும், புறத் தோலிற்குக் கீழே ஆழ்ந்து காணப்படும் இலைத்துளைகளும் நீராவிப்போக்கைக் குறைக்க உதவுகின்றன. இலையின் அளவு சிறிதாக இருந்தால் பரப்பின் சிற்றளவிற்குத் தக்கவாறு நீராவிப் போக்கின் விரைவு குறையும்.

இலைகளின் இடங்களில் முட்களோ செதில்களோ உற்பத்தி ஆவதன் மூலமும், பால் உண்டாக்குவதன் மூலமும் சில

செடிகள், அதிக நீராவிப்போக்கினால் ஏற்படும் தீங்கு தரும் மாற்றங்களிலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்கின்றன.

நீராவிப்போக்கு நிகழும்போது நீராவி வெளியிடப்படுகிறது

நீர்விட்ட தொட்டிச் செடியின் தண்டுத் தொகுதி முழுவதும் ஓர் ஒளிபுகும் பாலிதீன் பையினால் மூடி, தண்டின் அடிப் பகுதியைச் சுற்றிப் பையைக் கட்டுக. பின்னர் அச்செடியை சூரிய ஒளியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு மணிநேரம் வைக்கவும். செடியின் நீராவிப்போக்கினால் வெளிவந்த நீராவி பையிலுள்ள காற்றுமண்டலத்தை நிரப்புவதால் அதிகப்படியான நீராவி குளிர்ந்து நீர்த்துளிகளாக பையின் உள்பகுதியில் சுருங்கிப் படிகிறது. பின்னர் பை அகற்றப்பட்டு குறைவான அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. பின்னர் பையினுள் குளிர்ந்திருக்கும் நீர்த்துளிகளை ஒன்றுசேர்த்து, படிகநீரற்ற தாமிர சல்பேட்டு கொண்டு சோதித்து பார்க்க, அது நீலநிறம் பெறுவதால் நீர்தான் என்று மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது.



நீராவிப்போக்கின் போது நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது

படம். 26

வினாக்கள்

1. தாவரங்கள் இல்லையென்றால் புவியில் உயிர் வாழ்வே இல்லை. விளக்குக.

2. இலையடிச் செதில்களிலுள்ள ஏதேனும் ஒரு தாவரத்தைக் கூறுக.

3. இலைக்காம்பற்ற தாவரம் ஒன்று கூறுக.

4. இலைக்காம்பு மாறுபாடடைந்த ஒரு தாவரத்தைக் குறிப்பிடு.

5. பல்வேறு இலைத்தாள் அமைவை விவரிக்கும் சொற்கள் யாவை?

6. இரணக்கள்ளி இலையின் அமைப்பு யாது?

7. இலை நரம்புகளின் வேலை யாவை? இருவகை நரம்பமைப்புகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் கொடு?

8. தனி இலைக்கும் கூட்டிலைக்கும் உள்ள வேறுபாடு யாது?

9. இலை அமைவு என்றால் என்ன?

10. இலையின் உள்ளமைப்பைப் படத்துடன் விளக்கி பல்வேறு பாகங்களின் வேலைகளை விவரி.

11. இலையின் வேலைகள் யாவை?

12. இலையின் பல்வேறு மாறுபாடுகளை விவரி.

13. ஒளிச்சேர்க்கை என்றால் என்ன?

14. வேலிக்கால் செல்களில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதனை விவரி.

15. இலையில் ஸ்டார்ச் இருக்கிறதா என்பதை எவ்வாறு கண்டறிவாய்?

16. பசுங்கணிகங்கள் இல்லையேல் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறாது என்பதனை நிரூபிக்க ஒரு சோதனை கூறு.

17. ஸ்டார்ச்சு அற்றுப்போகச் செய்தல் என்றால் என்ன?

18. சூரிய ஒளி, ஒளிச்சேர்க்கைக்கு அவசியம் என்பதனை நிரூபி.

19. ஒளிச்சேர்க்கைக்கு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தேவையென விவரி.

20. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்சிஜன் வெளிவிடப்படுகிறது என்பதனை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

21. செடியின் எப்பாகம் பெருமளவில் ஒளிச்சேர்க்கையை நடத்துகிறது?

22. ஒளிச் சேர்க்கைக்கும், சுவாசித்தலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு யாது?

23. ஒளிச்சேர்க்கைக்கு சூரியஒளி, பச்சையம் அவசியம். இதனை விளக்க படங்கள் வரைந்து பாகங்களைக் குறி.

24. ஒளிச்சேர்க்கைக்கு அவசியமானவை யாவை? அவை எவ்வாறு நிலத்தாவரங்களுக்கும், நீர்த்தாவரங்களுக்கும் கிடைக்கின்றன?

25. ஒளி கிடைக்காத மரங்கள் ஏன் நீளமாக வளர்கின்றன? ஒரு பக்கத்திலிருந்து ஒளிபடும் பகுதி ஏன் ஒளிவரும் திசையை நோக்கி வளருகிறது ?

26. நீராவிப்போக்கு என்றால் என்ன ?

27. நீராவிப்போக்கு இலைகளின் வழியாக எவ்வாறு நடைபெறுகிறது ?

28. நீராவிப்போக்கின் விளைவுகள் யாவை ?

29. நீராவிப்போக்கின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் யாவை ?

30. நீராவிப்போக்கைக் குறைக்க தாவரங்கள் கொண்டுள்ள தகவமைப்பை விவரி.

31. நீராவிப்போக்கின்போது வெளியிடப்படுவது நீர்தான் என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய் ?

32. நீராவிப்போக்கின்போது நீராவி வெளியிடப்படுவதை சோதனை கொண்டு விளக்கு.

33. ஒரு மரத்தின் பட்டையில் ஆழமான வளையம் ஒன்று வெட்டினால் அது மரத்திற்கு மரணம் விளைவிக்கிறது. ஏன் ?

34. நிலத்திலிருந்து நீர், வேர், தண்டு, இலைகள் வழியாக வளி மண்டலத்திற்கு ஆவியாக வெளிவரும் பாதையைக் குறித்துக் காட்டுக. ஒவ்வொரு நிலையிலும் அதனுடைய நகர்தலுக்குக் காரணமாக உள்ள விசைகளைச் சுருக்கமாக விளக்கிக் கூறு.

செய்து பார்

1. பல்வகையுருவம் உடைய இலைகளைப் பறித்து மை உறிஞ்சி தாள்களுக்கிடையில் வைத்து மேலே நாலைந்து புத்தகங்களையோ, நோட்டுப் புத்தகங்களையோ வைத்து இரண்டு, மூன்று நாள்கள் கழித்து இலைகளை மெதுவாக எடுத்து வெள்ளைத்தாளில் ஒட்டிவைத்து அந்தந்த இலைகளின் வடிவத்தையும் இலைகளின் பெயர்களையும் எழுதவும்.

2. ஒரு சிறு இலையையோ, ஒரு பெரிய இலையின் ஒரு துண்டையோ சாமணத்தினால் எடுத்து முகவையிலுள்ள 80°C வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரில் மூழ்கச் செய். குமிழிகள் தோன்றும். அவை இலையின் இருபுறங்களிலும் வருகின்றனவா என்று கவனி.

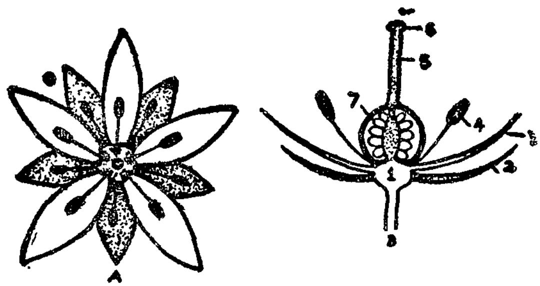
வந்தால் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் உள்ள குமிழிகளை எண்ணிடு. குமிழிகள் தோன்றக் காரணம் யாது? அவற்றின் எண்ணிக்கையில் வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் யாது என்று கண்டுபிடிக்கவும்.

2. பூக்கள்

பூக்கள் உயர்தாவரங்களின் இனப்பெருக்கப் பகுதியாகும். அவை விதைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன.

பூவானது ஒரு தண்டுத் தொகுதியே ஆகும். அதற்கு ஒரு மிகச் சிறிய மைய அச்சு உண்டு. அதன்மேல் பூவிலைகள் சில வட்டங்களில் அமைந்துள்ளன. ஒன்றினுள் ஒன்றென அமைந்த நான்கு வட்டப் பூவிலைகள் இருப்பது வழக்கம்.

எல்லாவற்றிற்கும் வெளிப்புறத்தில் இருக்கும் பூவிலைகள் வட்டம், கூட்டாக புல்லிவட்டம் (Calyx) என அழைக்கப்படு-



A. பூவின் அமைப்பு B. பூவின் நீள வெட்டுத்தோற்றம்
1. பூவடிக் கிண்ணம் 2. புல்லிவட்டம் 3. அல்லிவட்டம்
4. மகரந்தக் கேசரம் 5. சூல்தண்டு 6. சூல்முடி 7. சூல்பை
படம். 27

கின்றது. அவை பொதுவாக பச்சை நிறமாகவும், சிறியவை களாகவும், முக்கோண உருவிலும் இருக்கும். இணைந்தோ அல்லது தனித்தனியாகவோ அவை காணப்படும். ஒரு கோப்பை வடிவ உறுப்பாக அவை இணைந்திருப்பின், அந்தப் புல்லி வட்டம் புல்லி இணைந்தவை (Gamosepalous) எனப்படுகிறது. இணையாமல் தனித்தனியாக இருந்தால், அந்தப் புல்லிவட்டம் புல்லி இணையாதவை (Polysepalous) எனப்படுகிறது. இந்தப் புல்லிகள் பூவை மொட்டாக இருக்கும்பொழுது மூடிப் பாதுகாக்கின்றன.

அடுத்த உள்வட்டப் பூவிலைகள் கூட்டாக **அல்லிவட்டம்** (Corolla) எனப்படுகிறது. அது பெரும்பாலும் வண்ணமுடைய, மணமுடைய அல்லிகளைக் (Petals) கொண்டதாக இருக்கும். அவை பூச்சிகள், தேனீக்கள், வண்ணத்துப்பூச்சிகளைக் கவர்கின்றன. அவை பூக்களுக்கு வந்து மகரந்தத்தையும் தேனையும் சேகரித்தும், செல்லும்போது பூக்களில் மகரந்தச் சேர்க்கையையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

அல்லிகளில் காணப்படும் சிறுபள்ளங்கள் அல்லது கறுப்புக் கோடுகள் தேன்வழிகாட்டிகள் (Honey guides)என்று கூறப்படுகின்றன. அவை பூவின் உள்ளிருக்கும் மது உறைவிடங்களுக்கு வழிகாட்டுகின்றன. புல்லிவட்டமும், அல்லிவட்டமும் சேர்ந்து பூ இதழ்கள் (Perianth) எனப்படும். ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களில் புல்லிவட்டத்திற்கும் அல்லிவட்டத்திற்குமுள்ள வேறுபாடு தெரிவதில்லை.

அல்லிவட்டம் நான்கு வகைப்படும் :

(1) அல்லி இணையாத ஒழுங்கான அல்லிவட்டம்

(2) அல்லி இணையாத ஒழுங்கற்ற அல்லிவட்டம்

(3) அல்லி இணைந்த ஒழுங்கான அல்லிவட்டம்

(4) அல்லி இணைந்த ஒழுங்கற்ற அல்லிவட்டம்

மூன்றாவது வட்டப் பூவிலைகள் **மகரந்தத்தாள் வட்டம்** (Androecium) எனப்படும். அதுதான் பூவின் ஆண் பகுதியாகும். அது மகரந்தக்கேசரங்களையுடையது. மகரந்தக்கேசரம் காம்புடையது. அது மகரந்தக்காம்பு எனப்படும். மகரந்தக் காம்பின் முடிவில் இரண்டு பகுதிகொண்ட மகரந்தப்பை இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு பகுதியும் இரண்டு அறைகளுடையதாகவும், ஒவ்வொரு அறையிலும் மகரந்தத்தூள் உடையனவாகவும் இருக்கும். மகரந்தத் தூள்கள் ஆண் இனச்செல்களை (Male gametes) உடையனவாய் இருக்கின்றன. மகரந்தக் கேசரங்கள் எல்லாம் தனித்தோ அல்லது பல வகைகளில் இணைந்தோ இருக்கலாம்.

பூவின் பெண் பகுதி **சூலகமாகும்** (Gynoecium). அது சூலக இலைகளைக் கொண்டது. அவை தனியாகவோ, அல்லது சிலவாகவோ, பலவாகவோ இருக்கலாம். இணைந்தும் இருக்க

லாம். பிரிந்தும் இருக்கலாம். சூலக இலைகளில் **சூல்கள்** எனப் படும் **பெண் இனச்செல்களை** (female gametes) காணலாம். அவை **சூற்பை** என்னும் அறைகளில் மூடப்பட்டிருக்கும். சூற்பையிலி ருந்து நீண்டிருப்பது **சூல்தண்டா**கும். அது அகன்றோ அல்லது பிரிந்தோ மேல்முனையில் காணப்படும். அதற்கு **சூல்முடி** என்று பெயர். அச்சூல்முடி மகரந்தத்தைப் பெறும் பாகமாகும். மகரந்தம் சூல்முடியைச் சென்றடைவதற்கு **மகரந்தச்சேர்க்கை** என்று பெயர். இந்த மகரந்தச்சேர்க்கையின் விளைவாகச் சூல்களில் கருவுறுதல் நிகழ்கிறது. கருவுற்றபின் சூல்கள் விதைகளாக மாறுகின்றன. சூற்பை முழுவதும் கனியாக மாறுகிறது. சூற்பையின் சுவர் கனியின் சுவராக மாறுகிறது.

மது சுரப்பிகள்

சூற்பையின் அடியில் மது சுரப்பிகள் காணப்படும். அவை மது என்னும் தித்திப்பான கரைசலை உண்டு பண்ணுகின்றன. இந்த மதுவை அருந்தவோ, சேகரிக்கவோ பூச்சிகள் பூவை வந்து அடைகின்றன

மஞ்சரி அல்லது பூங்கொத்து

பூக்கள் கொத்தாகக் காணப்படும்போது, தாவரக் கிளைகளி லிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்ட கிளைகளில் ஒழுங்குடன் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இந்தப் பூக்கிளை **மஞ்சரி** எனப்படுகிறது. பூக்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்ற முக்கிய அச்சு **பூத்தண்டு** (peduncle) எனப்படுகிறது. அதில் இணைக்கப்பட்ட பூவின்காம்பு **பூக்காம்பு** எனப்படுகிறது. சில பூக்கள் காம்பில்லாயலிருப்பதால் அவை **காம்பிலி** எனப்படும்.

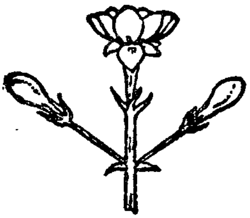
முக்கிய அச்சானது பூவில் முடியாமல் தொடர்ந்து வளர்ந்து சென்றால் அவ்வகை மஞ்சரி **ரசீம் மஞ்சரி** எனப்படும்.

ரசீம் வகை பூங்கொத்து
படம். 28

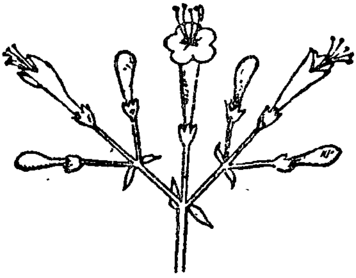
இவ்வகையில் பூக்கள் பெரியது கீழாக, சிறியது மேலாக அமைக்கப் பட்டிருக்கும். எ.கா : அகத்தி. முக்கிய அச்சு, பெரியது கீழ்

சிறியது மேல் எனும் முறையில் பல கிளைகளை உடையதாக இருக்கலாம். அவற்றில் அதே முறையில் பூக்களை உடையதாக இருக்கும். எ.கா : சிஸல்பீனியா.

முக்கிய அச்சு பூவில் முடிந்தால் அவ்வகை **சைம் மஞ்சரி** எனப்படும். தனிப்பூவானது உச்சிப் பூவாக இருக்கலாம்.



தனி சைம்
படம். 29



இரு கிளை சைம்
படம். 30

எ. கா : பூவரசு. சில சமயம் கொத்துப்பூக்கள் காணப்படுகிறது. அப்பொழுது மையப் பூவானது மூத்ததாகவும், பக்கத்திலுள்ளவை இளையதாகவும் இருக்கும். பூவின் வளர்ச்சி மையத்திலிருந்து விளிம்பு நோக்கிச் செல்வதாகும்.

வேறு சில தனி வகை மஞ்சரி உள்ளன. அவை **ஹைப்பன் தோடியம்.** (எ.கா : அத்தி) **வெர்ட்டிசிலாஸ்ட்டர்** (எ.கா : தும்பை) எனப்படும்.

மகரந்தச்சேர்க்கை

மகரந்தக்கேசரங்களின் மகரந்தப்பைகள் முதிர்ச்சி அடைந்ததும் அவை வெடித்து மகரந்தம் வெளி வருகிறது: இந்த மகரந்தத்தூள் பூக்களின் சூல்முடியில் சேர்வதையே மகரந்தச் சேர்க்கை என்கிறோம்.

மகரந்தச் சேர்க்கை இருவகைப்படும். ஒரு பூவின் மகரந்தமானது அதே பூவின் சூல்முடியில் வந்தடைந்தால் அச்செயல் முறையை **தன் மகரந்தச்சேர்க்கை** என்கிறோம். ஒரு பூவின் மகரந்தமானது அதே செடியின் வேறொரு பூவின் சூல்முடியிலேயோ, அதே வகையைச் சேர்ந்த இன்னொரு செடியின்

பூவிலுள்ள சூல்முடியிலோ விழுந்து சேர்ந்தால் அச்செயல்முறை **அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை** எனப்படுகிறது.

இயற்கை தன் மகரந்தச்சேர்க்கையை வெறுக்கிறது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் பொழுது இருசெடிகளின் பண்புகளும் இணைவதால், கலப்புப் பண்புள்ள தாவரங்கள் உற்பத்தியாக வழிவகுக்கிறது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையால் உற்பத்தியாகும் விதைகள் பெரிதாகவும், எண்ணிக்கையில் அதிகமாகவும், தன் மகரந்தச்சேர்க்கையினால் ஏற்படும் விதைகளைவிட முளைக்கும்போது நல்ல செடிகளை உற்பத்தி பண்ணுவதாகவும் அமையும்.

அடிக்கடி தன் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுவதால் செடிகள் படிப்படியாகக் கீழ்நிலை அடையும். அயல் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு ஏதும் வாய்ப்பில்லாமல் போகும் பொழுதுதான் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுகிறது.

மகரந்தத்தூள் சுமந்து செல்லப்பட உதவியாக இருப்பவை விலங்கு, காற்று, நீர் முதலியனவாகும்.

விலங்குகளால் மகரந்தச்சேர்க்கை

பறவைகள், அணில்கள், பூச்சிகள், தேனீக்கள், அந்திப் பூச்சிகள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறச் செய்யத் தகுந்த அமைப்புகளைக் கொண்டனவாக இருக்கின்றன. பூக்கள் பலவகைக் கவர்ச்சிகளை உடையனவாயிருப்பதால் பல்வகைப் பூச்சிகள் ஆர்வத்துடன் பூக்களை வந்தடைகின்றன. சில பூக்கள் பூச்சிகளுக்கு மகரந்தத்தை உணவாக அளிக்கின்றன. சில பூக்கள் தேனைக் கொடுக்கின்றன. தேனைச் சுரப்பதற்கென தனிச் சுரப்பிகள் உள்ளன. அவை பொதுவாக சூற்பையின் அடிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கின்றன. பூக்களின் பல்வகை வண்ணங்கள் வேறொரு கவர்ச்சியாகும். வண்ணத்துப் பூச்சிகள், தேனீக்கள், அந்திப்பூச்சிகள் வண்ணங்களால் கவர்ச்சியுறுகின்றன. வேறொரு மிக முக்கியமான கவர்ச்சி பூக்களின் மணமாகும். வெகு தூரத்திலிருக்கும் பூச்சிகள், குறிப்பாக இரவில், மணத்தால் கவரப்படுகின்றன. அந்திப்பூச்சியைக் கவரும் பூக்கள் இரவு நேரத்தில்தான் மலர்கின்றன. எ. கா : மல்லிகை. வண்ணத்துப் பூச்சியைக் கவரும் பூக்கள் பகல் நேரத்தில் மலர்கின்றன. பூச்சியானது ஒரு பூவிற்குச் சென்று தேனை உறிஞ்சிவிட்டு, பூவை விட்டுச்செல்லும் போது மகரந்தமானது உடம்பின் சிலபகுதிகளால் சுமந்து செல்லப்படுகிறது. வேறொரு பூவிற்கு அது செல்லும்பொழுது அது சுமந்து செல்லும் மகரந்தம் அந்தப் பூவின் சூல்முடியில் சேர்ந்துவிடும்.

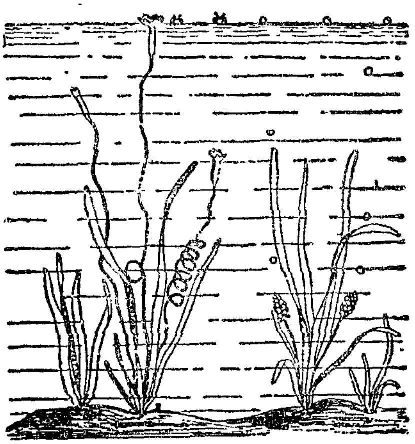
காகம், மைனா போன்ற பறவைகள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றன. பறவையால் மகரந்தச்சேர்க்கை அடையும் பூக்கள் வழக்கமாக உருவில் பெரிதாய், ஒளிரும் வண்ண முடையதாய் இருக்கும். பெரும்பாலும் சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். இந்த வகைப் பூக்கள் அதிக அளவில் தேனைச் சுரக்கும்.

காற்றினால் மகரந்தச்சேர்க்கை

காற்றினால் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும் பூக்கள் பொதுவாக உருவில் சிறியதாகவும், கவர்ச்சிகரமான வண்ணம் இல்லாமலும், மணம் இல்லாமலும் இருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றால் உற்பத்தி பண்ணப்படும் மகரந்தம் மிக அதிக அளவினதாய் இருக்கும், ஏனெனில் அவை வீணாதலுக்கு இடம் தருகிறது. மகரந்தமானது உலர்ந்ததாக, நெருக்கமில்லாததாக, தூள்போன்றதாக இருப்பதால் அவை காற்றினால் எளிதில் எடுத்துச் செல்லப்படும். மகரந்தக்கேசரங்களின் காம்புகள் நீளமாகவும், வெளிநோக்கியும் மகரந்தப்பைகள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அசைவனவாயும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால் அவை காற்றடித்தவுடன் நன்றாக அசைந்து ஆடுகின்றன. காற்றின் ஒவ்வொரு மூச்சிலும் அவை நகர்கின்றன. சூல்முடிகள், காற்றில் வரும் மகரந்தத்தைப் பிடிப்பதற்குத் தக்கவாறு நீளமாகவும், இறகு போன்று அகன்றும் காணப்படுகின்றன.

நீரினால் மகரந்தச்சேர்க்கை

இலோடியா, வேலம்பாசி போன்ற முழுவதும் நீரில் மூழ்கியிருக்கும் தாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நீரின் உதவியால்



நீரினால் மகரந்தச்சேர்க்கை : வாலிஸ்னேரியா

படம். 30 (a)

நடைபெறுகிறது. வாலிஸ்னேரியாவில் ஆண்பூக்கள் கொத்தாக உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அவை முதிர்ச்சி அடையும் பொழுது காம்பிலிருந்து பிரிந்து நீரின் மேற்பரப்புக்கு வந்து சேருகின்றன. ஒவ்வொரு பூவும், மூன்று பூவிதழ்களும் இரண்டு மகரந்தக் கேசரங்களையுமுடையன. பெண் பூக்கள் தனித்திருக்கும். நீண்ட காம்புடையனவாக இருக்கும். அக்காம்பு நீரின் மேற்பரப்புக்கு பூவைக்கொண்டு வருகின்றது. ஒவ்வொரு பெண் பூவையும் சுற்றி நீர்ப்பரப்பில் ஒரு பள்ளம் இருக்கும். அங்கே ஆண் பூக்கள் வரும்பொழுது அவை பெண் பூவை நோக்கிப் பாய்கின்றன. அப்பொழுது மகரந்தப்பைகள் வெடிக்கின்றன. மகரந்தத்தூள்கள் சூல்முடியில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்ந்த பின்னர் பெண் பூவின் காம்பானது சுருள் வடிவத்தில் சுருண்டு நீருக்குள் அதை இழுத்துக் கொள்கிறது. கனி நீருக்குள்ளேயே உண்டாகிறது.

அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற உதவும் அமைப்புகள்

1. ஒருபால் பூக்களை உற்பத்திசெய்தல். எ.கா : பப்பாளி, பூசணி.

2. இருபால் பூக்களில் மகரந்தப்பைகளும், சூல்முடியும் வெவ்வேறு காலத்தில் முதிர்ச்சி அடைகின்றன. சூரியகாந்தியில் மகரந்தப்பைகள் சூல்முடிக்கு முன்னதாக முதிர்ச்சி அடைகின்றன. நெல், கோதுமை, சோளம் போன்றவற்றில் சூல்முடி மகரந்தப் பைகளுக்கு முன்னதாக முதிர்ச்சியடைகின்றது.

3. கடலை இனச் செடிகளில் மற்ற பூக்களில் இருந்து வரும் மகரந்தம் அதே பூவிலிருந்து கிடைக்கும் மகரந்தத்தைவிட திறன் வாய்ந்ததாக இருக்கின்றது.

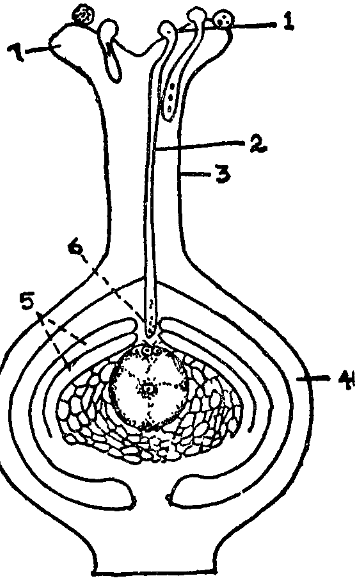
4. துத்திபோன்ற செடிகளில் அதே பூவின் மகரந்தம் சூல்முடியில் எந்தவிதப் பயனும் அளிப்பதில்லை.

5. பல இருபால் பூக்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை சாத்தியமில்லை. மகரந்தப்பைகள், சூல்முடி ஒரே மட்டத்தில் இருப்பதில்லை. சூல்முடி, மகரந்தப்பைகளுக்கு மேலாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கும்.

6. சில பூக்கள் குட்டையான சூல்தண்டையும், நீள மகரந்தக் கேசரங்களையும் உடையனவாக இருக்கும். வேறுசில நீளச் சூல்தண்டையும், குட்டையான மகரந்தக் கேசரங்களையும் உடையனவாக இருக்கும்.

கருவுறுதல்

சூல்முடி ஒட்டுந் தன்மையுடையதாய் இருப்பதால் பலமுறைகளில் அதில் வந்துசேரும் மகரந்தத்தூள்கள் ஒட்டிக்கொள்கின்றன.



கருவுறுதல்

1. மகரந்தத்தூள் 2. மகரந்தக் குழல் 3. சூல்தண்டு 4. சூல்பை 5. சூல் வெளியுறை, உள்ளுறை 6. விந்துக்கள் 7. சூல்முடி

படம். 31

பின்னர் அவை வளரத்தொடங்குகின்றன. ஒவ்வொரு மகரந்தத் தூளும் இரண்டு உறையுடையனவாக இருக்கின்றன. ஒன்று வெளியுறை; மற்றொன்று உள்ளுறை. வெளியுறை தடிப்பாக இருக்கும். உள்ளுறை மெல்லியதாக, மிக மிருதுவாக இருக்கும். மகரந்தத்தூள் முளைத்து வளரத் தொடங்கும்போது உள்ளுறை நீளமான குழாய் போன்ற உறுப்பாக வளர்கிறது. அதற்கு மகரந்தக் குழாய் என்று பெயர். அக்குழாய் சூல்முடியைத் துளைத்துக்கொண்டு அதன் வழியாகவும், சூல்தண்டின் வழியாகவும் வளர்ந்து ஒரு சிறிய துளையின் மூலம் சூற்பையிலுள்ள சூலை அடைகிறது. மேலும் அது வளர்ந்து கருப்பையை அடைகிறது. அந்த நேரத்தில் மகரந்தக் குழாயின் நுனி வெடித்து உட்பொருள்கள் கருப்பையோடு கலக்கிறது. உட்பொருளிலுள்ள

ஒரு விந்து அல்லது ஆண் உட்கரு, முட்டை உட்கருவுடன் இணைகிறது. இன்னொரு விந்து கருப்பையின் மையத்திலுள்ள இன்னொரு பெரிய உட்கருவுடன் இணைகிறது. கருவுற்ற சூல்தான் விதையாக மாறுகிறது.

கருவுறுதல் நிகழ்ந்த உடன் மகரந்தக் கேசரங்களும், பூவின் அல்லிகளும் வாடி விழுந்துவிடுகின்றன. பல பூக்களில் சூல்தண்டு கூட விழுந்துவிடுகின்றது. சூற்பை கனியாக மாறுகிறது.

கேள்விகள்

1. ஒரு மலரின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறி.
2. அல்லிவட்டம், புல்லிவட்டம் இவைகளின் வேலைகள் யாவை ?
3. அல்லிவட்டத்தின் பல வகைகளைக் கூறுக.
4. மலரின் ஆண் பாகத்தை விவரி.
5. மலரின் பெண் பாகங்கள் யாவை ?
6. மது சுரப்பிகளின் வேலை யாது ?
7. ஒருபால் மலர், இருபால் மலர் என்றால் என்ன ?
8. இருவகையான மஞ்சரி யாது ?
9. தன் மகரந்தச்சேர்க்கை, அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை என்றால் என்ன ?
10. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு விலங்குகள், காற்று, நீர் இவைகள் எவ்வாறு உதவுகின்றன ?
11. தன் மகரந்தச்சேர்க்கையை தவிர்க்கும் உபாயங்கள் யாவை ?
12. பூக்கும் தாவரத்தில் எவ்வாறு கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது ?
13. கருவுறுதல் நடக்காமல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும். ஆனால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறாமல் கருவுறுதல் நடைபெறாது. ஏன் ?

செய்துபார்

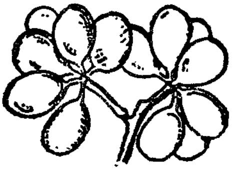
பள்ளித் தோட்டத்தில் பலவகை ரோஜாச் செடிகளையும் சூரியகாந்திச் செடிகளையும், போகன்வில்லா செடிகளையும் வளர்க்கவும். விசிறி வாழைச் செடி தாவரப்பண்ணைகளிலிருந்து வாங்கி பள்ளித் தோட்டத்தில் நட்டு வளர்க்கவும். பள்ளிக்கு அவை அழகு சேர்க்கும்.

3. கனிகளும் விதைகளும்

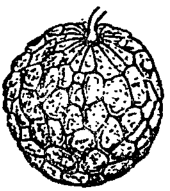
கனி

கனி என்பது கருவுற்றுக் கனிந்த சூற்பையாகும். தனிச் சூலகத்திலிருந்து அது வளர்ந்திருந்தால் அது தனிக்கனி (Simple fruit) எனப்படும். இணையாச் சூலக இலைச்சூலகத்திலிருந்து (Polycarpellary pistil) உருவாகியிருந்தால் அது திரள்கனி (Aggregate fruit) எனப்படும்.

நெட்டிலிங்கத்தில் (Polyalthia) உண்டாகும் சிறு கனிகள் தனித்தனியாக ஆனால் ஒரு கொத்தாகக் காணப்படுகின்றன. 'சீதா' (Anona) வில் எல்லாச் சிறு கனிகளும் இணைந்து



ஒரு பூத்திரள் கனி
நெட்டிலிங்கம்
படம். 32



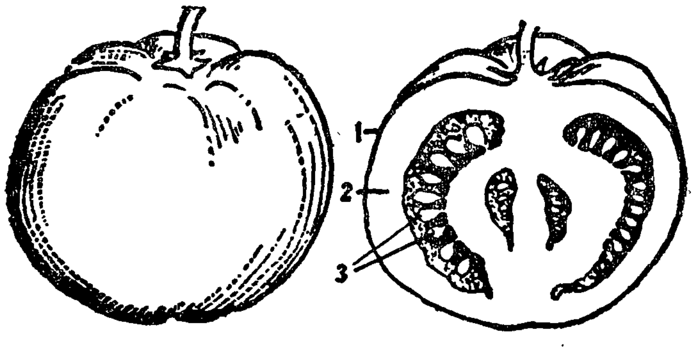
ஓரு பூத்திரள் கனி
சீதாப்பழம்
படம். 33

மொத்தமாய் ஒரு கனியைக் கொடுக்கின்றன. திரள்கனி, வெடிக்கும் கனியாகவும் இருக்கலாம்; வெடியாக் கனியாகவும் இருக்கலாம். வெடியாக் கனியாக இருந்தால் அது உலர்ந்த கனியாகவோ, சதைப்பற்றுள்ளதாகவோ இருக்கலாம். பலாவில் முழு மஞ்சரியும் கனியாக மாறுகிறது. ஒவ்வொரு பூவின் சூலகமும் ஒரு கனியாக வளர்ந்து எல்லாப்பூக்களின் கனிகளும் இணைந்து ஒரு கூட்டுக்கனி அல்லது பல பூத்திரள் கனியாகிறது. அன்னாசிப் பழமும் அத்திப்பழமும் கூட்டுக்கனிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

தனிக்கனிகள்

தனிக்கனிகள் இருவகைப்படும். அதை சதைக்கனிகள், உலர் கனிகள் எனப்படும்.

சதைக்கனிகள் : தக்காளி, கத்தரிக்காய், திராட்சை, வாழைப்பழம், பேரீச்சம்பழம் ஆகியவை சதைக்கனிகளுக்கு

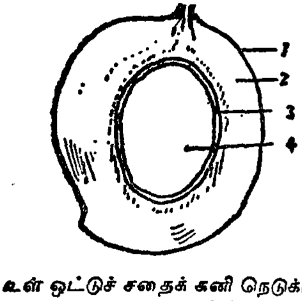


தனிக்கனி—சதைக்கனி
தக்காளி வெட்டுத் தோற்றம்
1. வெளிச்சுவர் 2. நடுச்சுவர் 3. விதைகள்
படம். 34

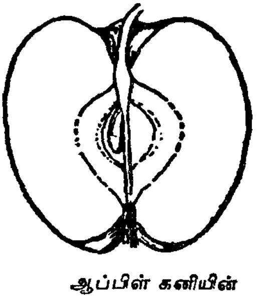
எடுத்துக்காட்டுகளாகும். அவை முழுச் **சதைக்கனி** (Berry) எனப்படும்.

இவ்வகையில் கனித்தோல் தடித்துச்சாறு நிரம்பியுள்ளதாக இருக்கும். அது வெளி, உள் என இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட முடியும். வெளிப்பகுதி, கனி வெளித்தோல் எனப்படுகிறது. உட்பகுதி, சாறுடையதாகவும் உள்ளே விதைகளைக் கொண்டதாகவும் இருக்கும். அது கனி நடுத்தோல் ஆகும்.

மாம்பழமும் முழுச் சதைக்கனியிலிருந்து வேறுபட்டதாகும்.



உள் ஒட்டுச் சதைக் கனி நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 1. கனி வெளிச்சுவர் 2. கனி நடுச்சுவர் 3. கனி உட்சுவர் 4. விதை



ஆப்பிள் கனியின் நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

படம். 35

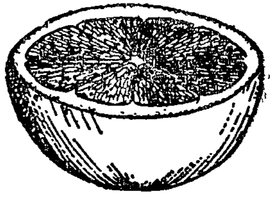
ஏனெனில் கனித்தோல் மூன்று தெளிவான பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை கனி வெளித்தோல், சதைப்பற்றுள்ள

கனி நடுத்தோல், கடினமான கனி உள்தோல் ஆகும். விதை, கனி உள்தோலினுள் இருக்கிறது. இந்த வகைக் கனி **உள்ஒட்டுச் சதைக்கனி** (Drupe) எனப்படும். தேங்காய் இந்த வகையைச் சேர்ந்ததேயாகும்.

ஆப்பிள்பழம், **போம்** (Pome) என்ற வேறொரு வகையைச் சார்ந்த கனியாகும். இதிலுள்ள சதைப்பற்றுள்ள பகுதி பூவடிக் கிண்ணமேயாகும். இதுவே கனியின் பெரும்பகுதியாகும்.

வெள்ளரி, பூசணி போன்றவை **பெப்போ** (Pepo) என்னும் வகையைச் சார்ந்தவை. அதில் உண்ணும் பகுதியாக இருப்பது சதைப்பற்றுள்ள சூல் ஒட்டுத்திசுவும் பருத்த சாறுள்ள கனி நடுத் தோலும் ஆகும். வெளித்தோல் தடித்த தோல் மூடியாகும்.

எலுமிச்சையும் ஆரஞ்சும் **ஹெஸ்பெரிடியம்** (Hesperidium) என்ற வகையைச் சார்ந்தவை. இதிலுள்ள கனித்தோல் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. வெளியிலுள்ள தடித்ததோல்போன்ற எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளுள்ள கனி மேல் தோல், இதன் உள்பக்கம் இணைந்திருப்பது வெள்ளை பஞ்சைப்போன்ற கீழ்த்தோல் கனி நடுத்தோல்; அதற்குள் பல சவ்வுப் பிரிப்புகள் இருக்கின்றன. அவை கனியின் உள்பாகத்தை பல அறைகளாகப் பிரிக்கின்றன. இந்தப் பிரிப்புச் சுவர்கள்தான் கனி உள் தோலாகும். எண்ணற்ற தடித்த, பருத்த, ஒட்டும் சாறுடைய உரோமம் போன்ற உறுப்புகள் அந்தச் சுவரிலிருந்து வளருகின்றன.



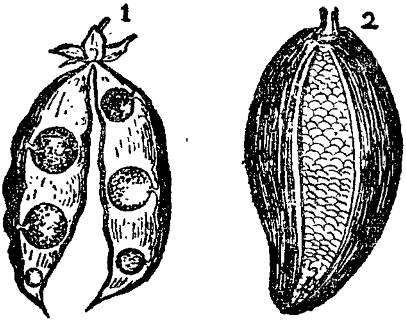
ஹெஸ்பெரிடியம்
ஆரஞ்சு
படம். 36

உலர் கனிகள்

உலர் கனிகள் இருவகைப்படும். **வெடிக்கும் கனி, வெடியாக் கனி.** உலர்ந்த கனித்தோல் வெடித்தோ பிளந்தோ விதைகளை வெளியேற்றுமானால் அக்கனி **வெடிகனி** (Dehiscent) எனப்படும். வெடிக்காத உலர்கனி வெடியாக்கனி எனப்படும்.

உலர் வெடிகனிகள் : நாம் சாதாரணமாகக் காணும் அவரையின் கனித்தோல் இருபுறங்களிலும் உள்ள விளிம்புகளில் வெடித்து இருபாதியாகக் காட்சி கொடுக்கிறது. இத்தகைய கனி இருபுற

வெடிகனி (legume or pod) யாகும். வெடித்தபின் கனியின் இரு பாதிகளும் சுருண்டு விதைகளைச் சிதறச் செய்கின்றன.



1. இருபுற வெடிகனி 2. ஒருபுற வெடிகனி
படம். 37

எருக்கங் கனியின் கனித்தோல் ஒரு புறமுள்ள விளிம்பில் மட்டும்தான் திறக்கிறது. அதுவும் பொதுவாக விதைகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விளிம்பில்தான் திறக்கிறது. இவ்வகைக் கனி **ஒருபுற வெடிகனி** (Follicle) எனப்படும். கருவேலமரத்தின் கனியில் விதைகளுக்கிடையே பல குறுக்கு வளைவுகள் காணப்படும். அதன் விளைவாக கனியானது குறுக்கே வெடித்து ஒரு விதைப் பகுதிகளாகப் பிரிகிறது. அத்தகைய கனி **லோமெண்டம்** (Lomentum) எனப்படும்.

இருபுற வெடிகனி, ஒருபுற வெடிகனி, லோமெண்டம் இவை ஒரு சூலக இலை சூலகத்திலிருந்து உருவாகி வளர்வதாகும்.

இணைச்சூலக வெடிகனிகள் பலசூலக இலைகள் இணைந்த சூலகத்திலிருந்து வளர்ச்சியடைந்த கனி ஆகும். இக்கனிகள் பல முறைகளில் வெடிக்கின்றன. அதற்குத் தக்கவாறு அக்கனிகள் பெயர் பெறுகின்றன.

கனித்தோல் நீளவாட்டில் சூலக அறையின் மையத்தில் எத்தனை சூலக இலைகள் இருக்கின்றனவோ அத்தனை பகுதிகளாக அல்லது அறைகளாக வெடித்து ஒவ்வொரு அறையின் உள் பகுதியும் வெளித்தெரியுமாறு செய்தால் அவ்வகை இணைசூலக வெடிகனி **அறைவெடிகனி** என்று பெயர்.

கனித்தோல் கனியின் தடுப்புச் சுவர் வழியாக நீளவாட்டில் வெடித்து அதன் விளைவாக ஒவ்வொரு சுவரும் இரண்டு பாதியாக

வெடித்து விதைகள் வெளித் தெரியாதவாறு இருந்தால் அவ்வகை இணைசூலக வெடிகனி **தடுப்புச்சுவர் வெடிகனி** எனப்படும்.

தடுப்புச்சுவர் வெடிகனியில் முந்திய இருவகைகளைப் போலல்லாமல் வெடிப்பு ஏற்பட்டபின் கனித்தோல் வெடித்து அறைச்சுவரோடு ஒட்டிக்கொண்டு இருக்கும். இதில் அறை வழியாகவும், தடுப்புச்சுவர் வழியாகவும் வெடிப்பு ஏற்பட்டு விதைகள் வெளியேற்றப்படும்.

பாப்பி என்று சொல்லப்படும் கஞ்சாக் கனியில் கனிகள் முதிர்ந்த உடன் கனியின் உச்சியில் பல துளைகள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றின் வழியாக விதைகள் வெளியேறுகின்றன. இது **நுண் துளை வெடிகனிக்கு** எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

கடுகுக் கனியில் கனித்தோல் இருபாதிகளாக கீழிருந்து மேல் நோக்கி வெடித்து பிரிசுவரை நடுவிலே விட்டுவிட்டு விதைகள் ஏதாவதொரு விளிம்பிலே ஒட்டிக்கொண்டு இருக்கும். இவ்வகைக் கனி **ஸிலிக்குவா** (Siliqua) எனப்படும்.

பிளவுக்கனி என ஒருவகையுண்டு. இதில் வெடிப்பு தடுப்புச் சுவர் வழியாக நடைபெற்று எத்தனை இணை சூலக வெடி கனிகள் இருக்கின்றவோ அத்தனை பகுதிகளாகப் பிரிந்துவிடும். மேலும் அவை பிளவுபடுவதில்லை. எ.கா. துத்தி, கொத்தமல்லி. ஆனால் ஆமணக்கில் நீளவாட்டில் சூலக அறையின் மையத்தில் வெடிப்பு ஏற்பட்டு விதை வெளியேறுகிறது.

வெடியா உலர் கனிகள் : இவ்வகைக் கனிகள் விதைகளை வெளிப்படுத்த கனித்தோலை வெடிக்கச் செய்வதில்லை. ஆனால் விதை முளைக்கும்போது தான் கனித்தோல் வெடிக்கிறது. சூரியகாந்தி விதை ஓர் அறை கொண்டது. விதையுறை கனிச் சுவருடன் ஒட்டாமல் இருக்கிறது. இது **வெடியா உலர் சிறுகனி** (Achene) எனப்படுகிறது.

கீரை வகைகளில் கனியிலுள்ள விதை சிறியதாக இருப்பதால் கனியில் ஒரு பகுதியைத்தான் அடைத்திருக்குமாதலால் கனியின் முழுமையும் நிரப்பப்பட்டுள்ள வெடியா உலர் சிறுகனி போன்ற தில்லை. இவ்வகை **உட்ரிக்கிள்** (Utricle) எனப்படும்.

கோதுமையிலும் சோளத்திலும் கனி வெடியா உலர் சிறு கனியைப்போன்று தோற்றமளிப்பினும் சிறிது வேறுபாடு இருக் கிறது. விதையுறை கனித்தோலுடன் இணைந்திருக்கிறது. விதை

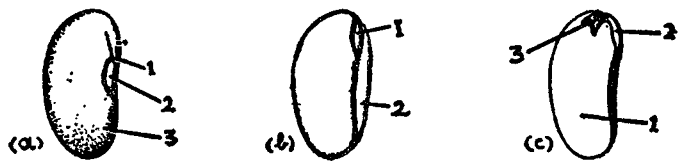
பிரியாத செதில் இலைகள் அல்லது சிறு செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வகை வெடியா உலர் தானியம் அல்லது **உமி ஒட்டிய கனி** (Caryopsis) எனப்படும்.

வேங்கையில் கனி வெடியா உலர் சிறுகனி வகையேயாயினும் சிறகுடையதாயிருப்பதால் சிறிது வேறுபடுகிறது. கனித்தோல் பக்கவாட்டில் விரிந்து வளர்கிறதால் கனி லேசாகக் காற்றில் சுமந்து செல்லப்படுவதற்கு வசதியாக அமைகிறது. இது கனி பரவலுக்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வகைக்கனி **வெடியாச் சிறகுக் கனியாகும்.**

முந்திரிக் கொட்டையில், கனியானது வெடியா உலர் சிறுகனி வகையேயாயினும் உருவில் பெரியதாகவும், கடினமான கனித்தோலையுடையதாகவும், ஓடுபோன்று அமைந்தும் காணப்படுகிறது. இவ்வகை **கொட்டை** (Nut) எனப்படும். சதைப்பற்றுள்ள பகுதியே பொதுவாகக் கனி என்றழைக்கப்படுகிறது. அது பருத்துப் போன பூவடிக் கிண்ணமும், பூத்தண்டுமேயாகும். ஆகவேதான் அது **பொய்க்கனி** எனப்படுகிறது.

விதை

கருவுற்ற சூல் விதையாகிறது. விதைக்கு இரு உறைகள் இருக்கின்றன. அவை வெளியுறை, உள்ளுறை. அவை



(a) விதையின் வெளித்தோற்றம்
1. விதைத்துளை
2. விதை த்தழும்பு
3. விதை உறை

(b) விதையுறை நீக்கப்பட்ட விதை

(c) ஒரு விதையிலை நீக்கப்பட்ட விதை
1. விதையிலை
2. முளைவேர்
3. முளைக்குருத்து

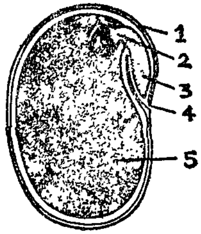
படம். 38

சூலின் இரு உறைகளாகும். பலவிதைகளில் உள்ளுறை; வெளியுறையுடன் இணைந்திருக்கும். கருவுற்ற முட்டையே கருச்செடியாகும். கருப்பை ஒரு புதிய உணவு சேமிப்புத் திசுவாக வளர்கிறது. அதைக் **கருவூண்** அல்லது **முளைசூழ்தசை** (Endosperm) என்கிறோம். முளைக்கும் கருச்செடிக்கு அது உணவளிக்கிறது.

நீ கூர்ந்து கவனித்தால் விதைத் தழும்பின் ஒரு முனையில் ஒரு சிறு திறப்பு இருப்பதைக் காணலாம். ஊறிய விதையை சிறிது மெதுவாக அழுத்து. அந்தத் திறப்பு வழியாக சிதறி

காற்றுக் குமிழிகளுடன் நீர் வெளிவருவதைக் காணலாம். அந்தத் திறப்பு விதைத்துளை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

விதையுறையை நீக்கு. இருவெண்மையான சதைப்பற்றுள்ள விதையிலைகளை நீ காண்பாய். அவை உருவிலும் வடிவிலும் இலைகளைப்போன்று தோற்றமளிக்கின்றன. விதையிலைகளைத் திறந்திடு. ஒரு சிறிய செடி, விதையிலைகளுக்கிடையில் முக்கிய அச்சுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதை நீ காண்கிறாய்.



விதை நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

1. வெளியுறை
2. முளைக்குருத்து
3. முளைவேர்
4. விதைத்துளை
5. விதையிலை

படம். 39

முளைவேரின் நுனி விதைத்துளையை நோக்கி அமைந்திருக்கிறது. நீரானது விதைத்துளைக்குள் நுழையும்போது விதையிலைகள் நீரை உறிஞ்சிப் பருக்கின்றன. சிறுசெடி விழித்தெழுகிறது. முளைவேர் விதைத்துளையின் வழியாக வெளிநோக்கி வளருகிறது. நாம் அந்தச் சிறு வேரைப் பார்த்ததும் விதை முளைக்கிறது என்று கூறுகிறோம். விதையிலைகள் உள்ளிருக்கும் சிறு செடியின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உணவைக் கொடுத்துதவும் பணிபுரிகிறது.

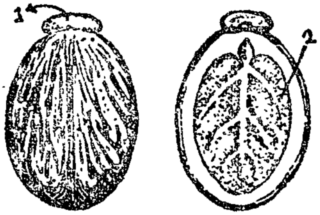
அவரைவிதை இரண்டு விதையிலைகளை உடையதால் அச்செடி **இருவிதையிலைச் செடி** எனப்படுகிறது. கடலை, நிலக்கடலை, ஆமணக்கு, புளியமரம் ஆகியவை இருவிதையிலைத் தாவரங்களாகும். நெல், சோளம், கோதுமை, பனை, தென்னை **ஆகியவை ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களாகும்.**

ஒருவிதையிலை, இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் இன்னொரு வகைப்படுத்தலும் உண்டு. அவரை, கடலை போன்ற விதைகளில் முளைசூழ்தசை கிடையாது. ஆகவே அவை **முளைசூழ்தசையற்ற விதைகள்** எனப்படும். கோதுமை, பேரீச்சை, ஆமணக்கு, தேங்காய் போன்ற விதைகள் **முளைசூழ்தசையுள்ள விதைகள்** எனப்படும்.

முளைசூழ்தசையின் இயல்பு : தேங்காயிலும், ஆமணக்கிலும் சதைப்பற்றான முளைசூழ்தசையில் அதிக அளவில் எண்ணெய் சேமிக்கப்படுகிறது.

பேரீச்சை விதையில் முளைசூழ்தசை மிகவும் கடினமாகவும், தந்தம்போன்று உறுதியாகவும் உள்ளது.

ஆமணக்கு விதையையும், கொடுக்காப்புளி விதையையும் கவனித்தால் அதில் பொதுவாகப் பார்க்க முடியாத ஒரு புற வளர்ச்சி தெரியும். அது கடினமாகவும், உருண்டை வடிவிலும் இருக்கும். அது அதிகப்படியான விதையுறையாகும். அதை விதைமுண்டு (Caruncle) என்கிறோம்.



ஆமணக்கு விதை
1. விதைமுண்டு
2. மெல்லிய விதையிலை
படம். 40

கொடுக்காப்புளி விதை ஒரு வெள்ளைப் பஞ்சுபோன்ற உண்ணத்தகும் பொருளால் மூடப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். அது பத்திரி (Aril) எனப்படும்.

கனியும் விதையும் பரவல்

வெடிகனிகளில் வெடித்தலால் விதை பரவ உதவுகிறது. வெடியாக் கனிகள் காற்று, நீர், விலங்கு ஆகியவற்றின் உதவியால் பரவுகின்றன.

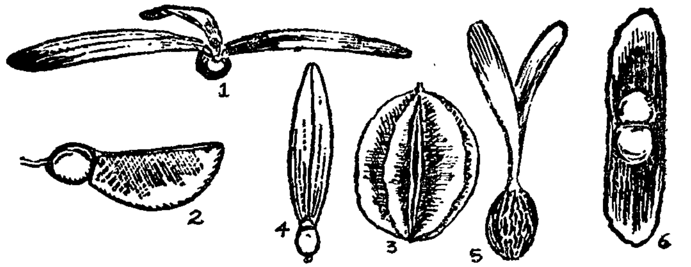
விதையும் கனியும் பரவல் தேவையான ஒன்றாகும். இல்லையெனில் தாவரங்கள் உண்டாக்கும் விதைகள் தாய்த் தாவரத்தின் அடியில் விழுந்து முளைக்கும்போது மிக அதிகமான கூட்டஞ்சேரல் ஏற்படும். அதன் விளைவாக நிலத்திலுள்ள சத்துகள் விரைவில் குறைந்து எண்ணற்ற சிறு தாவரங்களுக்கு வாழ்க்கைப் போட்டி ஏற்படும். ஏனெனில் அவற்றிற்குப் போதுமான ஒளியும், உணவும் கிடைக்காது.

காற்றினால் விதை பரவல்

காற்றினால் பரவும் கனிகளும், விதைகளும் காற்றினால் எளிதாகத் தூக்கப்பட்டு செல்வதற்கு ஏற்றவாறு சில மாற்றுருக்கள் உடையனவாக இருக்கும்.

சில கனிகளும், விதைகளும் தட்டையான பக்க வளர்ச்சியுடைய இறகுகளை உடையதாயிருக்கின்றன. டெரோகார்ப்பஸ், ஹிப்டேஜ் என்பவை இறகுடைய கனிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். விதைகளைப் பொறுத்த மட்டில் இறகுகள் விதை

வெளியுறையிலிருந்து உண்டாகின்றன. அவை விதையைச் சுற்றி இருப்பதை சில தாவரங்களிலும், ஒரு பக்கத்தில் மட்டும் இருப்பதை இன்னும் சில தாவரங்களிலும் காணலாம்.



காற்றின் மூலம் விதை பரவுதல்

1. ஹிப்டேஜ் 2. டீரோலோபியம் 3. காம்ப்ரட்டம்
4. வென்டிலேகோ 5. கைரோகார்பஸ் 6. தங்கரளி

படம். 41

எருக்கிலையில் விதைகளுக்கு உரோமங்கள் அடர்ந்து காணப் படும். அவை காற்றிலே பாரசூட்டுப்போல் விதைகள் ஓரிடத்தி லிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மிதந்து செல்ல உதவுகிறது. ட்ரிடாக்ஸில் சிறிய கனிகளின் உச்சியில் குடுமியாய் உள்ள உரோமங்கள் காணப்படுகின்றன. அக்கனி அக்கீன் வகையைச் சேர்ந்தது.

கிளமேடிஸில் சூல்தண்டு இறகு போன்றிருப்பதால் காற்றினால் சுமந்து செல்ல உதவியாய் இருக்கின்றது.

ஆர்கிட்களிலும், கஞ்சாவிலும் விதையினுடைய உருவம் மிக மிகச் சிறியதாய் இருப்பதால் எளிதாகக் காற்றினால் பரப்பப்படு கின்றன. காற்றின் மூலம் விதை பரவலில் ஒரு குறையுண்டு. அதிக அளவு விதைகள் வீணாதல் ஏற்படுகிறது.

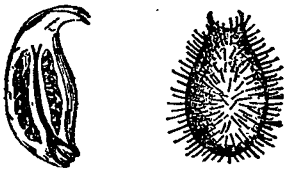
நீரினால் பரவல்

கடற்கரை அல்லது ஆற்றங்கரையில் வளருகின்ற தென்னை போன்ற மரங்கள் நீரின் உதவியால் அவற்றின் கனிகளை ஓரிடம் விட்டு வேறு இடம் பரப்புகின்றன. தேங்காயினுடைய நார் நிறைந்த கனித்தோல் எண்ணற்ற காற்று வெளி களை உடையதாய் இருக்கின்றது. இது, தேங்காயை லேசாக ஆக்கி நீரிலே மிதக்க உதவுகிறது. நதிகளாலும், அலைகளாலும், கடல் நீரோட்டங்களாலும் வெகு தூரங்களுக்கு அது எடுத்துச்

செல்லப்படுகிறது. சவுக்கினுடைய உலர்கனிகள் மிகவும் லேசாக இருப்பதால் நன்றாக மிதந்து செல்கின்றன. நீர் அல்லியில் விதைகள் பஞ்சுபோன்ற பத்திரியை உடையதாய் இருப்பதால் நீரில் மிதக்க வசதியாக உள்ளது. தாமரையில் பூவடிகிண்ணம் பிரிந்து கனிகளைச் சுமந்து தண்ணீரில் மிதந்து செல்கின்றது.

விலங்குகளால் விதை பரவல்

விலங்கினால் பரவக்கூடிய கனிகள் முள், கொக்கிகள் போன்ற அமைப்புகளைப் பெறுகின்றன. தாவரங்களின் மேல்வந்து உராயும் விலங்குகளின் மேல் இவை மாட்டிக்கொள்ளும். மார்டீனியாவின் கனியில் இரண்டு கொக்கிகள் காணப் படுகின்றன. ஸான்தியம் கனியில் பல கொக்கிகள் காணப்படுகின்றன. நெருஞ்சிக் கனியில் கூரிய முட்கள் காணப்படுகின்றன. அவை விலங்கு களின் கால்களில் குத்திக்கொண்டு தாய்ச் செடியை விட்டுப் பரவு கின்றன.



விலங்குகள் மூலம்
விதைகள் பரவுதல்
படம். 42

சில விதைகள் ஏமாற்றும் வகையில் வண்ணமுள்ளதாக இருப்ப தால் சில பறவைகள் அவற்றைப் பூச்சிகள் எனத்தூக்கிச் செல்லு கின்றன ஆமணக்கு விதைகளானது சிறு வண்டுகள் போல் தோற்றமளிப்பதால் பறவைகளால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

வேப்பங்கனியையும், ஆலங்கனியையும் பறவைகள் விழுங்கு கின்றன. விதைகள் அவற்றின் எச்சத்தோடு வெளி எறியப்படு கின்றன. ஆனால் விதைகளுக்கு எந்த ஆபத்தும் ஏற்படாதவாறு கடினமான உறைகள் பாதுகாக்கின்றன. மாங்கனிகள் அணில் களால் தூக்கிச் செல்லப்படுகின்றன. விதைகளிலுள்ள சதைப் பற்று உண்ணப்பட்ட பிறகு தாய்ச் செடியை விட்டுத் தள்ளிக் கீழே போடப்படுகின்றன. பல சதைக்கனிகள் மனிதனால் உண்ணப்பட்டு விதைகள் எறியப்படுகின்றன. ஆகவே கனிகள், விதைகள் பரவலில் மனிதனும் உதவி செய்கிறான்.

வினாக்கள்

1. கனி என்றால் என்ன?
2. தனிக்கனிக்கு இரு எடுத்துக்காட்டுகள் கொடு.
3. சதைக்கனியின் வகைகள் யாவை? எடுத்துக்காட்டுகள் கொடு.

4. உலர்கனியின் இருவகைகள் யாவை?
5. இருபுற வெடிகனிகள் என்றால் என்ன?
6. பாலிக்கிளுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு தருக.
7. பல்வேறு காப்சூல் கனிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
8. அக்கீன் என்றால் என்ன?
9. கோதுமை ஓர் அக்கீனா?
10. சமாராவிற்கு எடுத்துக்காட்டு தருக.
11. முந்திரி ஏன் பொய்க்கனி எனப்படுகிறது?
12. படத்துடன் அவரை விதையின் பாகங்களை விவரி.
13. விதையிலைகள், முளைசூழ்தசை இவைகளின் வேலைகள் யாவை?
14. ஒருவிதையிலைத் தாவரத்திற்கும், இருவிதையிலைத் தாவரத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் யாவை?
15. பேரீச்சை விதையிலும் தேங்காயிலும் உள்ள முளைசூழ் தசையின் இயல்புகள் யாவை?
16. விதைமுண்டு என்பது யாது?
17. காற்றாலும் நீராலும் பரப்பப்படும் கனிகள் யாவை?
18. விலங்குகளினால் பரப்பப்படுவதற்கு ஏற்ற அமைப்புகளை கனிகள் எவ்வாறு பெற்றிருக்கின்றன என்று கூறுக.

சேகரிக்கவும்

பலவகையான உலர் கனிகளை சிறிய கண்ணாடிப் புட்டிகளில் சேகரித்து அந்தந்த வகையின் பெயர்களை எழுதி பள்ளி ஆய்வகப் பொருட்காட்சியில் வைக்கவும்.

தென்னையின் பலவகைகளையும் சேகரித்து வைக்கவும்.

4. தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம்

கலவிப் பெருக்கம் (Sexual Reproduction): தாவரங்கள் பூக்களை உற்பத்தி பண்ணுகிறதையும், அவை தங்களது முறையில் கனிகளையும், விதைகளையும் உற்பத்தி பண்ணுகிறதையும் பார்த்து இருக்கிறோம். விதைகள் முளைக்கும் பொழுது தாய்த் தாவரத்தை எல்லா வகையிலும் ஒத்தமுறையில் புதிய தாவரங்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இது தாவரத்தின் இனப் பெருக்கம் என்று கூறுகிறோம்.

பூக்கும் தாவரங்கள் கலவி முறையில் (sexual reproduction) தம் இனப்பெருக்கத்தைச் செய்கின்றன. பூவே ஓர் இனப்பெருக்க உறுப்பு ஆகும். பூவில் மகரந்த கேசரங்களும், சூலகங்களும் முறையே ஆண்பால், பெண்பால் உறுப்புகளாகும். மகரந்தக் கேசரத்தில் உள்ள மகரந்தப் பையிலிருந்து வெளிவரும் மகரந்தத் தூளின் உட்கரு **ஆண் இனச்செல்** எனப்படுகிறது. சூலகத்தி லுள்ள சூல் பையில் காணப்படும் முட்டை **பெண் இனச்செல்** எனப்படுகிறது. இந்த இரண்டும் இணைதலானது கருவுறுதல் எனப்படுகிறது. இந்த இனச் செல்கள் தாய்த் தாவரங்களு டைய பண்புகளையுடையனவாய் இருப்பதால் இணைதல் (fusion) ஏற்பட்ட பிறகு விதைகள் ஏற்படுகின்றன. விதை யானது ஒரு மிகச் சிறிய தாவரமாகும்; தாய்ச் செடியினுடைய மறு உருவமாகும். விதை முளைக்கும்பொழுது அந்த மிகச் சிறிய செடி வளருகிறது. அது வேர்விட்டுப் படிப்படியாக இலைகள் வளர்கின்றன. இவற்றின் மூலம் தனக்குத் தேவையான உணவுப் பொருளான கார்போஹைட்ரேட்டை உற்பத்தி செய்ய தொடங்கி சுதந்திரமாக வளருகிறது.

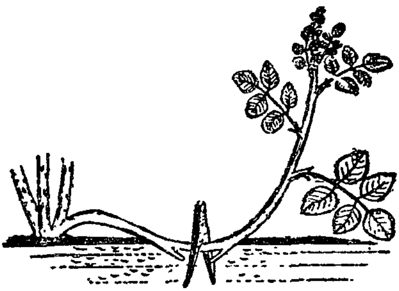
குழந்தையானது மனிதனுடைய மறு உற்பத்தியாகும். அதைப்போல விதையானது பூக்கும் தாவரத்தினுடைய மறு உற்பத்தியாகும். பூக்காத் தாவரங்களான ஆல்கா, காளான் போன்றவைகளில் இனப்பெருக்க செல்கள் ஒரே அளவில் காணப் பட்டாலும் ஆண், பெண் என்று வேறுபடுத்த முடியாமல் இருக் கின்றது. அந்த இனப்பெருக்க செல்கள் இணைந்து சைகோட் (Zygote) உண்டாகிறது. அது ஒரு புதியசெடியாக முளைக்கின்றது.

விதையிலாப் பெருக்கம் (Vegetative Reproduction) அல்லது கலவாப் பெருக்கம் (Asexual Reproduction)

எல்லாப் பூக்கும் தாவரங்களும் பூவின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. சில தாவரங்கள் பூக்களை உற்பத்தி பண்ணினா லும் விதைகளை உற்பத்தி பண்ணமுடிவதில்லை. அத்தகைய தாவரங்கள் விதையிலாப் பெருக்கம் முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. வாழை மரங்கள், வாழைப்பழத்திலுள்ள விதையின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. உணவு சேமித்துவைத்து இருக்கும் மட்டத்தண்டுக் கிழங்கு மூலம் இனப்பெருக்கம் செய் கிறது. மட்டத்தண்டுக் கிழங்கில் மொட்டுகள் உண்டாகின்றன. அவை சிறு செடிகளாக வளருகின்றன. அவை மட்டத்தண்டுக் கிழங்கிலிருந்து உணவு எடுத்துக்கொள்வதால் அவை **உறிஞ்சிகள்** எனப்படுகின்றன. வாழை போன்று இஞ்சியிலும், மஞ்சளிலும்

மட்டத்தண்டுக் குருத்துகளிலிருந்து மிகச் சிறிய செடிகள் உண்டாகின்றன. சேனையிலுள்ள கிழங்குகளிலிருந்து புதிய இளஞ்செடி உண்டாகிறது. பூண்டிலும், வெங்காயத்திலும் கீழ்த்தண்டு குமிழத்திலிருந்து (Bulb) இளஞ்செடிகள் உருவாகின்றன.

பதியம் போடுதல்: அரளி, ரோஜா, பலவகை மல்லிகள், முல்லை ஆகியவை பதியம் போடுதல் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். முதிர்ந்த செடியின் ஒரு கிளையைப் படத்தில் காட்டிய



பதியம் போடுதல்—ரோஜா
படம். 43

வாறு வளைத்துப் பூமியினுள் கணுப் பாகம் அழுந்தி இருக்குமாறு பொருத்தி நீரூற்றி வந்தால் அவ்விடங்களில் அக்கணுக்களில் புதிய வேர்கள் தோன்றி வளர ஆரம்பிக்கும். வேர்கள் நன்கு ஊன்றியவுடன் அக்கிளையை தாய்ச் செடியிலிருந்து பிரித்துவிடலாம். இளஞ்செடி தனித்து வளர ஆரம்பிக்கும்.

இரணக்கள்ளியின் இலைகள் தடித்து, பருத்து காணப்படும். இந்த முதிர்ந்த இலையின் விளம்பில் குருத்து வேர்கள் வளர ஆரம்பித்து பூமியில் ஊன்றி புதிய இளஞ்செடிகள் தோன்றி வளர ஆரம்பிக்கின்றன. இதை தாய்ச் செடியிலிருந்து தனித்து பிரித்து எடுத்துவிடலாம்.

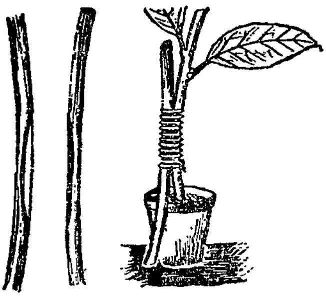
ஒட்டுதல்: ஒட்டுதல் முறையிலும் விதையிலா இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. நல்ல சுவையுள்ள மா, திராட்சை, ஆப்பிள் போன்ற கனிகளைத் தோற்றுவிக்க ஒட்டுதல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு செடியின் கிளையை வெட்டி எடுத்து, வெட்டிய பகுதியை, நிலத்தில் வேரூன்றி உள்ள வேறு ஒரு செடியின் வெட்டப்பட்ட தண்டுப் பகுதியுடன் இணைத்துக் கட்டிவிட வேண்டும். நாளடைவில் இரண்டு பகுதிகளும் இணைந்து ஒரே செடியாக வளர்கிறது.

வேரைக் கொண்டுள்ள செடியானது தண்டுப் பகுதி எனப்படுகிறது. அத்துடன் இணைந்த பகுதி ஒட்டு எனப்படும்.

ஒட்டுதல் மூன்று வகைப்படும்.

1. நெருக்கி ஒட்டல்
2. முளை ஒட்டல்
3. குருத்து ஒட்டல்

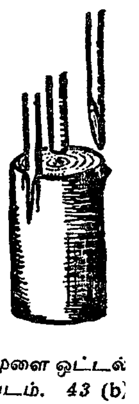
(1) நெருக்கி ஒட்டல் : இம்முறையில் இரு வேறு செடிகளுடைய தண்டுகளின் பக்கங்களில் சிறிய அளவில் துண்டு வெட்டி எடுத்து இரண்டையும் இணைத்து அசையாமல் நிலையாக இருக்கும்படி நாடாவால் சுற்றிக் கட்டவேண்டும். சிலமாதங்களில் இரண்டும் முழுமையாக இணைந்துவிடும். தண்டுப்பகுதியின் உச்சியும், ஒட்டுப் பகுதியின் அச்சும் இணைந்த பகுதிக்கு முறையே மேலும் கீழும் வெட்டப்பட்டு ஒட்டுப் பகுதி, தண்டு பகுதியோடு வளரும்படி விடப்படுகிறது. இவ்வகை ஒட்டுமுறை பெரும்பாலும் மா, சப்போட்டா, கொய்யா முதலியவற்றைப் பெருக்குவதில் பயன்படுகிறது.



நெருக்கி ஒட்டல்
படம். 43 (a)

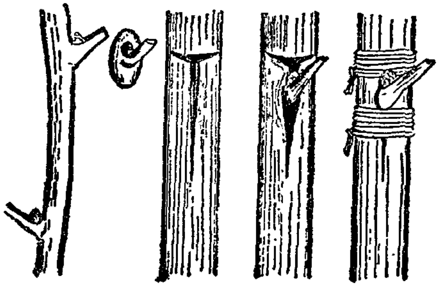
(2) முளை ஒட்டல் : ஒட்டுப் பகுதியாக இருக்கும் வெட்டுப் பகுதியின் தண்டு, தண்டுப் பகுதியின் வெட்டு முனைமேல் பொருத்தப்படுகிறது. தண்டுப்பகுதியும், ஒட்டுப் பகுதியும் அநேகமாக உருவிலும், தடிப்பிலும் சமமாக இருந்தால் தண்டுகள் சாய்வாகச் சீவப்பட்டு, வெட்டுப் பரப்புகள் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. பின்னர் நாடாவினால் கட்டப்படுகிறது. களி மண்ணால் அந்தக் கட்டு மூடப்படுகிறது.

(3) குருத்து ஒட்டல் : 'T' வடிவத்தில் தண்டுப்பகுதியில் வெட்டுச் செய்து, பட்டையானது தளர்த்தப்படுகிறது. ஒட்டுத்தண்டிலிருந்து ஒரு குருத்து சிறிது உள்மரத்தோடு எடுக்கப்பட்டு அந்த பட்டையின் உள்ளே வெட்டு இடத்தில் அது பதிக்கப்பட்டு நாடாவால் சுற்றப்பட்டு நிலையாகக் கட்டப்படுகிறது. இந்த முறையானது ஆப்பிள், ஆரஞ்சு, ரோஜா மற்றும் அழகுச் செடிகளை வளர்ப்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இவ்வொட்டு சிறந்த வகை பூக்களையும், கனி



முளை ஒட்டல்
படம். 43 (b)

களையும் உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. ஆனால் இது நெருங்கிய உறவுள்ள செடிகளுக்கு இடையில்தான் சாத்தியமாகும்.

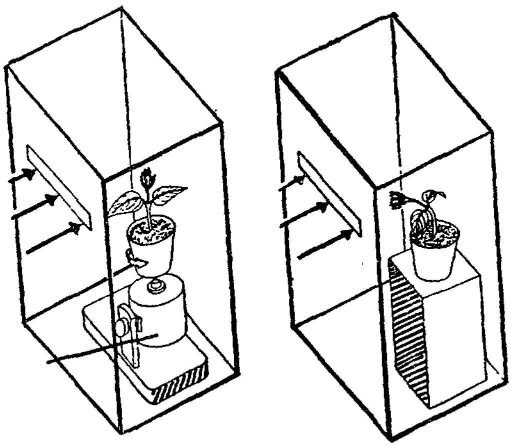


குருத்து ஓட்டல்
படம். 43 (c)

போத்து நடுதல்: கரும்பு, முருங்கை, குரோட்டன்ஸ் முதலியவை போத்து நடுதல் மூலம் வளர்க்கப்படுகிறது. கணுவுக்குக் கீழே வெட்டப்பட்டு கிளை நிலத்தில் ஊன்றப்படுகிறது. அக்கிளையிலிருந்து வேர் கிளம்புகிறது. அது தனிச் செடியாக வளருகிறது.

தாவர இயக்கங்கள் (Tropism)

தூண்டுதலின் திசைக்குத் தக்கவாறு தாவரங்களில் வளர்ச்சி

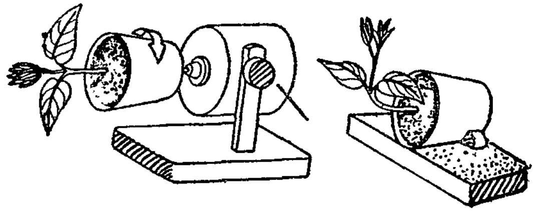


ஒளி நாட்டம்
படம். 44

இயக்கங்கள் இருக்கும்பொழுது அவற்றைத் **தாவர இயக்கம்** என்று கூறுகிறோம்.

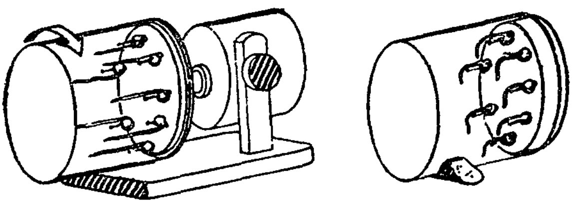
சூரிய ஒளி வரும் திசை நோக்கி வளரும் இயல்பு **ஒளி நாட்டம்** எனப்படுகிறது. தண்டுக் கிளையானது ஒளித் தூண்டுதல் வரும் திசை நோக்கி வளருவதால் இது நேர் ஒளி நாட்டம் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது.

புவி ஈர்ப்பு விசையின் திசையிலிருந்து விலகி வளர்ந்து செல்லும் தண்டின் இயல்பை **எதிர் புவிநாட்டம்** என்றும், புவி ஈர்ப்பு



எதிர் புவி நாட்டம்
படம். 45

விசையின் திசை நோக்கி முளைவேர்கள் வளரும் இயல்பை **நேர் புவிநாட்டம்** என்கிறோம்.



வேரின் புவி நாட்டம்
படம். 46

முளைவேர்கள் நீர் இருக்கும் திசைநோக்கி வளர்வதால் அந்த இயல்பை **நீர் நாட்டம்** என்கிறோம்.

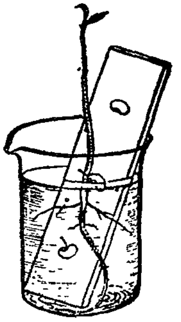
விதை முளைத்தல்

விதை முளைத்தல் என்பது விதையினுள்ளிருக்கும் தூங்கிக் கொண்டிருக்கும் கருச்செடியை எழும்பச்செய்து செயல்புரிய வைப்பதாகும். கனியிலிருந்து வெளிவந்தவுடன் விதைகள் முளைக்கும் தன்மையுள்ளதாய் இல்லை. அவற்றிற்குச் சிறிதுகாலம் ஓய்வு தேவைப்படுகிறது.

முறையான முளைத்தலுக்கு மூன்று நிபந்தனைகள் திருப்தியாய் செயல்படுத்தப்படவேண்டும். அவையாவன :

(1) போதுமான நீர் (2) போதுமான காற்றோட்டம் (3) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பநிலை.

மூன்று அவரை விதை சோதனை : மூன்று அவரை விதைகளை எடுத்துக்கொள். ஒரு கார்க் அட்டையில் குண்டூசிகளால் இருமுனைகளிலும் இருவிதைகளும், மத்தியில் ஒரு விதையும் குத்தி நிலையாக வை. மத்திய விதை பாதி நீரிலும், பாதி வெளியிலும் இருக்கும்படி கார்க் அட்டையை நீருக்குள் வை. இந்நிலையில் ஒன்றிரண்டு நாள்கள் இவ்விதைகள் இருக்கு மாறு செய்து பின்னர் கவனித்துப்பார்.

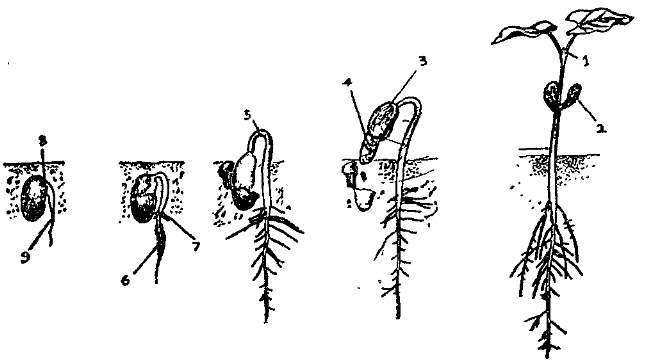


விதை முளைப்பதற்கு சாதனங்கள்-மூன்று அவரை விதை சோதனை

படம். 46 (a)

வெளியிலுள்ள விதை முளைக்கவில்லை. பாதி வெளியிலும், பாதி நீரிலும் இருந்த விதை நன்றாக முளைத்திருக்கிறது. முழுவதும் நீரில் இருந்த விதை சிறிது முளைத்திருக்கிறது. முளை வேர் மட்டும் வந்திருக்கிறது.

வெளியிலுள்ள விதைக்குக் காற்று, வெப்பம்கிடைத்தாலும் நீர் கிடைக்கவில்லை. அதனால் முளைக்கவில்லை.



அவரை விதை முளைத்தல்

1. வளர் நுனி 2. உதிரும் விதையிலை 3. பூமிக்கு மேல் கொண்டு வரப்பட்டுள்ள விதை 4. முளைக்குருத்து விதையிலைகளுக்கிடையில் பாதுகாப்புடன் அமைந்துள்ளது 5. வளைந்த முளைக்குருத்து பூமிக்கு மேல் வளைந்து காணப்படுகிறது 6. வேர்த்தூவி 7. பக்கவேர் 8. பிளவுபட்ட விதையுறை 9. முளைவேர்.

படம். 46 (b)

முழுவதும் நீருள் இருந்த விதைக்கு நீரும், வெப்பமும் கிடைத்தது. காற்று அல்லது அதிலுள்ள ஆக்சிஜன் மிகக்குறைவாகக் கிடைத்தது. அதனால் முளைவேர் மட்டும் வெளிவந்திருக்கிறது. அத்துடன் நின்று விடுகிறது.

மத்தியிலுள்ள விதைக்குப் போதிய அளவு நீர், வெப்பம், காற்றுக் கிடைத்ததால் நன்றாக முளைத்திருக்கிறது.

முளைத்தலுக்குப்பின் முளைசூழ்தசை அல்லது விதையிலைகளில் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ள உணவுப்பொருள் பயன்படுத்தப் படுகிறது. முளைவேர் நீண்டு முதல் வேர் உண்டாகிறது. முளைக்குருத்து வளர்ந்து இலைகள் தோன்றுகின்றன. இலைகள் சூரியஒளியின் உதவியால் மாவுப்பொருள் உண்டாக்கத் தொடங்குகின்றன. இது மேலும் வளர்ச்சி பெற உதவுகிறது.

வினாக்கள்

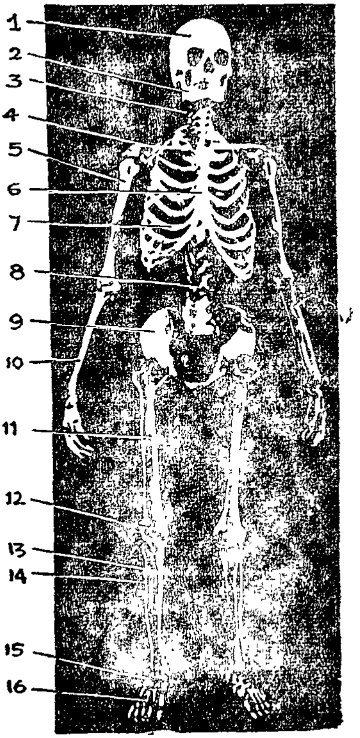
1. விதையிலாப் பெருக்கம் என்பது யாது?
2. மல்லிகை, வாழை, வெங்காயம், இரணக்கள்ளி ஆகியவற்றைப் பெருக்க, விதையிலாப் பெருக்கம் எவ்வாறு உதவுகிறது என்று கூறு.
3. ஒட்டுதல் என்பது யாது?
4. நெருக்கி ஒட்டல் என்பது என்ன?
5. குருத்து ஒட்டல் எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது என்று விவரி.
6. கரும்பு பெருக்கப்படுவது எவ்வாறு?
7. தாவரங்களில் காணப்படும் பலவகைத் திருப்ப அசைவுகள் யாவை?
8. மூன்று அவரை விதைச் சோதனையை விவரி.

5. எலும்பு மண்டலம்

மனித எலும்புக் கூடு

முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களிலும், மனித உடலிலும் எலும்புக்கூடு உடலின் உட்புறத்தே அமைந்துள்ளது. ஆனால் முதுகெலும்பற்றவையில் அவை இப்படி அமைவதில்லை. உடலின் அமைப்பே, எலும்புக்கூட்டைப் பொருத்துள்ளது. அது உடலுக்கு ஒரு குறித்த உருவத்தைத் தரவல்லது. எலும்புகள், நெம்பு

கோல்களாக அமைந்து உடலில் பலவகை அசைவுகளைத் தருகின்றன. தசைகள் சுருங்கி விரியும்போது அவை எலும்புகளில் அசைவை ஏற்படுத்துகின்றன. கைகளை அசைத்தல், உணவை வாயினுள் அரைத்தல், சுவாசிக்கும்போது 'விலா எலும்புகளை அசைத்தல் போன்ற பல மாறுபட்ட அசைவுகளை நாம் காண்கிறோம். உடல் எலும்புகளின் ஒருங்கிணைந்த செயல் மூலமே நாம் இடம் விட்டு இடம் நகர முடிகிறது. நமது உடலின் எலும்புகளின் அசைவுகள், பலவகை மூட்டுகளாலும் அவற்றோடு இணைந்துள்ள தசைகளாலும் உண்டாகின்றன.



மனித எலும்புக்கூடு

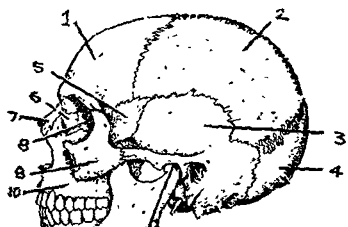
1. கபாலம் 2. கீழ்த்தாடை எலும்பு 3. கழுத்து முள் எலும்பு 4. காறை எலும்பு 5. மேற்கை எலும்பு 6. மார்பு எலும்பு 7. விலா எலும்பு 8. இடுப்பு முள் எலும்பு 9. இடுப்பு எலும்பு 10. ஆர எலும்பு 11. தொடை எலும்பு 12. முழங்கால் சில் 13. கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு 14. கீழ்க்கால் உள் எலும்பு 15. கணுக்கால் எலும்பு 16. பாத எலும்பு 17. கீழ்க்கை எலும்பு

படம். 47

எலும்புக்கூடு நமது உடலில் பல முக்கிய உறுப்புகளைப் பாதுகாக்கிறது. அது மூளை, இதயம், கல்லீரல் போன்ற உறுப்புகளை மூடிப் பாதுகாக்கிறது. மூளை, கபாலத்தினுள் அமைந்துள்ளது. உடலின் மிக முக்கிய நரம்பான தண்டுவடம், முதுகெலும்புத் தொடரினுள் உள்ளது. மார்பு எலும்புக்கூட்டினுள் இதயமும், நுரையீரலும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அழுத்த மாறுதல்கள், அதிர்ச்சி போன்ற தாக்குதல்களிலிருந்தும் இவை பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மார்பு எலும்புக்கூடு சுவாச இயக்கத்திலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நமது உடலெங்கும் பல உருவமுள்ள எலும்புகளை நாம் காண்கிறோம். சில தட்டையானவை. சில நீளமானவை. மற்றும் சில வளைந்துள்ளவை. சில ஒழுங்கற்ற உருவம்

கொண்டவை. அவற்றின் நுனியிலோ அல்லது பிளவுகளிலோ தசைகள் இணைக்கப்படுகின்றன. இரண்டு எலும்புகள் இணையும் இடத்தில் ஒரு மூட்டு காணப்படுகிறது. அவை அசையும் மூட்டாக அமையலாம் (எ.கா. கை, கால்) அல்லது அசையாத மூட்டாக அமையலாம் (எ.கா. கபால எலும்புகள் இணைப்புகள்). தசைகள் சுருங்கி விரியும்போது அவை எலும்புகளை நெம்பு கோல்கள்போல் பணிபுரியச் செய்கின்றன. ஆனால் இவற்றின் எந்திர லாபம் மிகக் குறைவு. தசைகள் சுருங்கி விரியக்கூடியவை. சுருங்கிய தசை பழைய நிலையை அடைய முடியும். அவைகள் தாங்களாக நீட்சி அடைய முடியாது. பழைய நீளத்திற்கு அவை வரச் செய்ய அவை இழுக்கப்படவேண்டும். இதனை செய்வதற்கு ஏற்றவாறு, தசைகள் எப்போதும் சோடிகளாகவே பணிபுரிகின்றன இவை எதிரெதிர்த் திசையில் சுருங்கக் கூடியதாக இருக்கின்றன ஒன்று சுருங்கும்போது மற்றொன்று நீளுகிறது. ஒரு தசையின் திறன் மற்றொன்றைவிட அதிகமாக உள்ளது. இப்படி, எதிரெதிர்' திசையில் விரிந்து சுருங்கும் தசை சோடிகள் மூலமே நமது உடலில் பல இயக்கங்களை நாம் உண்டாக்க முடிகிறது. உடல் அசைவுறாதபோது, அத் தசைகள் விறைப்புடன் இருந்து உடலை ஒரு நிலையிலிருக்க உதவுகின்றன.



கபாலம்
1. நெற்றி எலும்பு 2. மண்டை பக்க எலும்பு 3. பொட்டெலும்பு 4. பின் மண்டை எலும்பு 5. ஸ்வீனாயிடு
6. லாக்ரிமல் 7. நாசி எலும்பு
8. எத்மாயிடு 9. கன்ன எலும்பு
10. மேல் தாடை எலும்பு
11. கீழ்த்தாடை எலும்பு
12. பொட்டெலும்பு-கீழ்த்தாடை எலும்பு இணைப்பு
படம். 48

எலும்புக்கூட்டை, பிரதம எலும்புக்கூடு அல்லது அச்சு எலும்பு மண்டலம் என்றும், துணை எலும்புக்கூடு அல்லது இணையுறுப்பு எலும்பு மண்டலம் என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். பிரதம எலும்புக் கூட்டில் நமது நடு உடல், தலை எலும்புகள் உள்ளன. அவையாவன : கபாலம், முதுகெலும்புத் தொடர்; மார்பெலும்பு விலா எலும்புகள்.

துணை எலும்புக்கூட்டில், கை கால் எலும்புகளும் தோள் இடுப்பு வளையங்களும் அமைந்துள்ளன.

நமது காதின் உட்புறம் நடுச் செவியில் மூன்று சிறு குருத்தெலும்புகளைக் காணலாம்.

கபாலம் : தலையில் அமைந்துள்ள கபால எலும்புகளை (1) மண்டை ஓடு (2) முக எலும்புகள் எனப் பிரிக்கலாம்.

மனித மண்டை ஓட்டில் எட்டு எலும்புகள் உள்ளன. இந்த எலும்புப் பெட்டியின் வெளிப்புறம் வழவழப்பாகவும், உட்புறம் மூளையின் மடிப்புகள் படியுமாறு பள்ளங்களும், வளைவுகளும் உள்ளன. கபாலப் பெட்டியின் அடிப்புறம் சில துளைகள் உள்ளன. இவற்றின் மூலமே பல நரம்புகளும், இரத்தக் குழாய்களும் மூளையை அடைகின்றன.

கபால எலும்பில் மொத்தம் எட்டு எலும்புகள் காணப்படு கின்றன. அவை: நெற்றி எலும்பு 1, மண்டை பக்க எலும்பு 2, பின் மண்டை எலும்பு 1, பொட்டெலும்பு 2, ஆப்பெலும்பு 1, சல்லடை எலும்பு 1 என்பனவாகும்.

நெற்றி எலும்பு அகன்று மிருதுவாகக் காணப்படுகிறது. உட்புறம் பல வளைவுகளும், பள்ளங்களும் காணப்படுகின்றன. மண்டைப் பக்க எலும்புகள் இரண்டும் கபாலத்தின் கூரையாக அமைவதுடன் பக்கவாட்டத்திலும் மூடிப் பாதுகாக்கிறது. இதன் பள்ளங்களில் மூளையின் ரத்தக் குழாய்கள் பதிந்துள்ளன. பின் மண்டை எலும்பு, தலையின் அடிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இதில் காணப்படும் பெருந்துளை வழியாகத்தான் தண்டுவடம், முகுளம் ஆகியவை பெருமூளையுடன் இணைகின்றன. இத்துளையின் இருபுறமும் காணப்படும் தட்டைப் பாகம் கபால அட்லஸ் குருத்தெலும்புமீது அசைய ஏதுவாக அமைந்துள்ளது. காதிற்கு அருகில் இருபுறமும்அமைந்துள்ளதே பொட்டெலும்பு எனப்படும்.

மூக்கின் கூரைப் பாகத்தில் அமைந்துள்ளது கன சதுர வடிவ அமைப்பு கொண்ட மிருதுவான சல்லடை எலும்பு.

ஆப்பெலும்பு பறக்கும் வௌவால் வடிவம் கொண்டது. இரண்டு பெரிய சிறகுகள் போன்ற பாகமும், இரண்டு சிறிய சிறகுகள் போன்ற பாகமும் கொண்டவை. இதில் உள்ள குழிவுப் பகுதியில்தான் பிட்யூட்டரி சுரப்பி அமைந்துள்ளது. கபாலத்தின் அடிப்பகுதியில் பெரும்பாகம் இந்த எலும்பாலானது.

கபால எலும்புகள் எல்லாம் ஒன்றோடொன்று அசையா மூட்டாக இணைந்துள்ளன. மாண்டிபின் அல்லது கீழ்த்தாடை எலும்பு மாத்திரம் பொட்டெலும்புடன், தாடை மூட்டில் அசையக் கூடியதாக அமைந்துள்ளது.

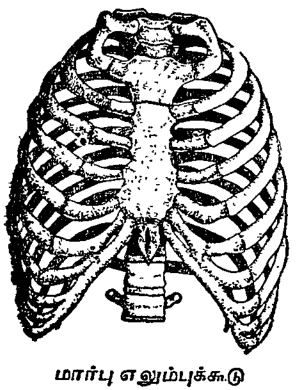
குழந்தை பிறக்கும்போது நெற்றி எலும்பும், மண்டை பக்க எலும்பும் இணையுமிடத்தில் ஒரு 4 சதுர செமீ. அளவு சாய் சதுர மெல்லிய சவ்வினை காணலாம். இது மிகவும் மிருதுவாக அமைந்துள்ளது. இவ்விடத்தில் நாம் நாடித் துடிப்பை எளிதில் உணரமுடியும்.

முக எலும்புகள் : இவற்றின் எண்ணிக்கை 14. இவை ஒன்றோடொன்று அசையாத பொருத்து வாய்ப் பகுதிகளால் இணைந்துள்ளன. கீழ்த்தாடை மாத்திரம் அசையக்கூடியது.

மூக்கின் மேற்புறம் இரண்டு எலும்புகளாலான வளைவு உள்ளது. இரண்டு அண்ண எலும்புகள் வாயின் உட்புறம் மேற் கூரையில் உள்ளன. இதுவே மூக்கின் அடிப்பாகமாக அமைகிறது. கண்ணீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு அருகில் இரு சிறு எலும்புகள் உள்ளன. இரு கன்ன எலும்பு சைகோமாடிக் எலும்புகளால் ஆனது. மூக்கின் எலும்புப் பிரிவின் அடிப்பாகத்தை கலப்பை எலும்பு அல்லது 'வோமர்' என்கிறோம்.

மேல்தாடையில் இரண்டு தாடை எலும்புகள் உள்ளன. இதன் பள்ளங்களில்தான் பற்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. கீழ்த்தாடை எலும்பு ஒன்றுதான் கபாலத்தில் அசையக் கூடியது. இதில் கீழ் வரிசைப் பற்கள் பதிந்துள்ளன.

மார்புக்கூடு : மார்புக்கூட்டில் எலும்புகளுடன் குருத்தெலும்பு களும் இணைந்துள்ளன. இது கூம்பு வடிவ அறை போன்றது. முன்புறத்தைவிட பின்புறம் அகன்றுள்ளது. அடிப்புறம் அகன்றிருக்கும். முன்புறம் மார்பெலும்பு களுடனும், பின்புறம் முள்ளெலும்புத் தொடருடனும் பன்னிரெண்டு ஜோடி விலா எலும்புகள் இணைந்துள்ளன.



மார்பு எலும்புக்கூடு
படம். 48 (a)

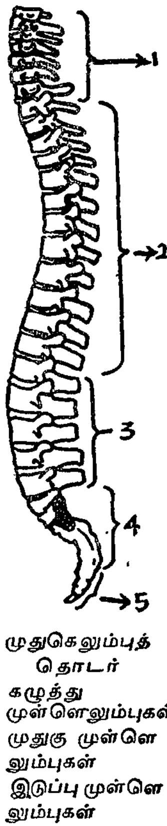
மார்பெலும்பு குத்துவாள் போன்று அமைந்துள்ள அகன்ற எலும்பாகும். இத்துடன் ஏழு ஜோடி விலா எலும்புகள் குருத்தெலும்பு நுனிகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை **உண்மை விலா** எலும்புகள். முதல் விலா எலும்பு நீளம் மிகக் குறைவானது. 8, 9, 10-வது ஜோடிகள் மார்பெலும்புடன் நேராக இணையாமல் குருத்தெலும்பு

மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கடைசி இரு ஜோடி விலா எலும்புகள் முன்புறம் இணைவதில்லை. இவற்றைத் **தொங்கு விலா எலும்புகள்** என்கிறோம். பின்புறத்திலிருந்து முன்புறம் வரும்போது அவை கீழ் நோக்கிச் சரிந்து காணப்படும். பின்புறத்தில் நன்கு இணைந்துள்ளன. முன்புறம் அதிக அசைவு காணப்படும். விலா எலும்புகளின் இடையில் விலா இடைத்தசைகள் காணப்படுகின்றன.

முதுகெலும்புத் தொடர் : இது சுமார் 60-70 செமீ. நீளமுள்ளது. அநேக எலும்புகள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அமுக்கப்பட்டு, நிமிர்ந்து வளையக்கூடிய முறையில் இது அமைந்துள்ளது. இரு முள்ளெலும்புகளுக்கு இடையே குருத்தெலும்பாலான வளையங்கள் உள்ளன.

இத் தொடரில் 33 முள்ளெலும்புகளைக் காணலாம். இவற்றில் 24 தனித்தனியாக அமைந்துள்ளன. மீதி 9 இரண்டு இணைப்பு எலும்புகளாக காணப்படுகின்றன.

முதல் ஏழு முள்ளெலும்புகளைக் **கழுத்து முள்ளெலும்புகள்** என்கிறோம். இவை நமது கழுத்துப் பகுதியில், தொண்டையின் பின்புறம் அமைந்துள்ளன. அதற்கு அடுத்துக் காணப்படுவது **முதுகு முள்ளெலும்புகள்.** இவை எண்ணிக்கையில் 12 ஆகும். நமது இடுப்புப் பகுதிகளில் காணப்படும் 5 முள்ளெலும்புகளை **இடுப்பு முள்ளெலும்புகள்** என்கிறோம். இணைந்து காணப்படும் 5 முள்ளெலும்புகளைத் **திரிக முள்ளெலும்புகள்** என்கிறோம். வால் பகுதியில் நான்கு முள்ளெலும்புகள் உள்ளன. இவை ஒன்றாக இணைந்துள்ளன. இதுவே விலங்கினங்களின் வால் பகுதியாக மாறுகிறது.



முதுகெலும்புத் தொடர்
1. கழுத்து முள்ளெலும்புகள்
2. முதுகு முள்ளெலும்புகள்
3. இடுப்பு முள்ளெலும்புகள்
4. திரிக முள்ளெலும்புகள்
5. வால் முள்ளெலும்புகள்
படம். 49

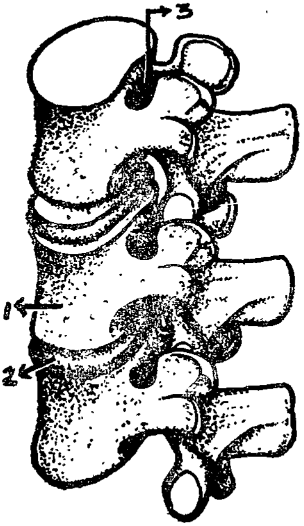
கழுத்து, மார்பு, இடுப்புப் பகுதிகளில் காணப்படும் 24 முள்ளெலும்புகள் வாழ்நாள் முழுதும் தனித்து இருப்பதால் அவை அசையும் முள்ளெலும்புகள் என்றும், கீழ்ப் பகுதிகளான திரிகம் வால் பகுதிகளிலுள்ள கடைசி 9 முள்ளெலும்புகள் முதியவர்களில்

இணைந்து இரு எலும்புகளாக அமைகின்றன. அவை அசையா முள்ளெலும்புகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

முள்ளெலும்புகள்

ஒரு முள்ளெலும்பில் நீண்டுள்ள பின் பகுதியும், குழியும் ஒரு துளையும் கொண்ட முன் பகுதியும் காணப்படும். முன்புற வளைவுப் பகுதியை **நியூரல் வளைவு** என்கிறோம். இதன் துளையின் வழியாகத்தான் தண்டுவடம் செல்கிறது.

முதுகு முள்ளெலும்புகள் : முதுகு முள்ளெலும்புகள் கழுத்து முள்ளெலும்புகளைவிட பெரியவை. கீழே செல்லச் செல்ல அளவில் பெரிதாகிச் செல்கின்றன. அவற்றின் உடல் இதய வடிவில் அமைந்துள்ளன. எலும்பு இணைப்புகளுக்கு ஏற்ப பக்கவாட்டத்தில் தட்டையாக முகப்புகள் உள்ளன. இங்குதான் விலா எலும்புகள் இணைகின்றன.

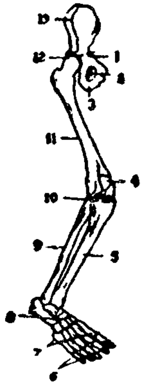


முதுகெலும்பு தொடரிலுள்ள முள்ளெலும்பு
1. முள்ளெலும்பு 2. குருத்தெலும்பு 3. தண்டு வடம் செல்லும் குழல்
படம். 50.

இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் : இடுப்புப் பகுதியில் காணப்படும் இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் அளவில் மிகப் பெரியவை. இவை பெரியதாகவும் சிறுநீரக வடிவில் அமைந்துள்ளன. பின் நீட்சி பகுதி அகன்று காணப்படும். இவை கோடரி போன்ற அமைப்புக் கொண்டவை. குறுக்குவாட்டில் இவை நீண்டு அகலக்குறைவாகக் காணப்படுகின்றன. 5-வது இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் திரிக முள்ளெலும்பு சேருமிடத்தில் நாம் **இடுப்புத் திரிக இணைப்பு மூட்டைக்** காண்கிறோம். முக்கோணவடிவத் திரிக முள்ளெலும்புடன் இங்கு காணப்படும் இந்த இணைப்பு, முள்ளெலும்புகளின் இணைப்புக்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. திரிகக் குழல் தண்டு வடக்குழலின் தொடர்ச்சியாக அமைந்து காணப்படுகிறது. திரிகக் குழாயின் சுவர்களில் காணப்படும் சிறு துளைகள் மூலமே பல திரிக நரம்புகள் செல்கின்றன. திரிகத்தின் கீழ் நுனியுடன் வால் முள்ளெலும்புப் பகுதி இணைகிறது.

முதுகெலும்புத் தொடரினை பக்கவாட்டத்தில் பார்க்கும் போது அது நான்கு வளைவுகளைக் கொண்டதாகக் காணப் படுகிறது. கழுத்து முள்ளெலும்புப் பகுதியிலும், இடுப்பு முள்ளெலும்புப் பகுதியில் முன் குவிந்தும் முதுகு முள்ளெலும்புப் பகுதியிலும், திரிக வால் முள்ளெலும்புப் பகுதியிலும் உள் குழிவாக வும் காணப்படுகின்றன.

முதுகெலும்புத் தொடர், உடலுக்கு உறுதித்தன்மையைத் தருவதுடன், முன்பின் நிமிர்ந்து, வளைந்து பணியாற்ற உதவு கிறது. இதற்கு முள்ளெலும்புகளுக்கு இடையே அமைந்துள்ள குருத்தெலும்புத் தட்டுகளும், மேலே கூறிய வளைவுப பகுதிகளும் பெரிதும் உதவுகின்றன. நடக்கும்போதும், ஓடும்போதும், குதிக்கும்போதும் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளை இவை தாங்கிக்கொள் வதால் தண்டுவடமும், மூளையும அதிர்ச்சிகளிலிருந்து காபபாற்றப படுகின்றன. மேலும் உடற்பாகம் அகன்று அமைவதற்கும, விலா எலும்புகள் இணைந்து மார்புக் கூடு அமைவதற்கும் இது பெரிதும் உதவுகிறது.



இடுபபு வளையமும
கால் எலும்புகளும

1. பியூபிஸ் 2. ஆப்டுரேட்டர் துளை
3. இஸ்கியம் 4. முழங்கால் சில்
5. டிபியா 6. விரல எலும்புகள
7. பாத எலும்புகள்
8. கணுக்கால் எலும்புகள்
9. ஃபிபுலா 10. முழங்கால்
11. தொடை எலும்பு
12. இடுப்பு மூட்டு
13. இலியம்

இடுபபெலும்பின
முனதோற்றம்

1. சேகாம் 2. வால்முள எலும்பு
3. ஆபடுரேட்டர் துளை
4. பியூபிஸ் ஒருங்கிணை
5. இஸ்கியம் 6 பியூபிஸ
7. அசிடாபுலம் குழி

படம். 50 (a)

இடுப்பு வளையம்

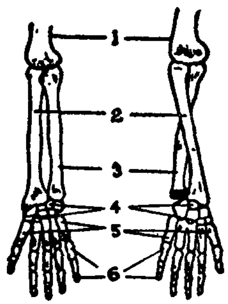
நமது உடலின் கீழ்ப்பகுதியில் காணப்படும் இரு கால்களும் இடுப்புப் பகுதியில் இணைகின்றன. 'இலியம்' என்ற இரு எலும்புகள் பின்புறம் திரிக எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இலியமும், திரிக எலும்பும் சேருமிடத்தில் திரிக-இலிய இணைப்பினைக் காணலாம். மிகக் குறைந்த அளவு இயக்கத்தையே இம்மூட்டு தரவல்லது. இடுப்பெலும்புக் குழியின் முன்புறம் பியூபிஸ் என்ற சிறிய எலும்பு காணப்படுகிறது. இந்த பியூபிஸ் இணைப்பில் தட்டையான குருத்தெலும்புகளைக் காணலாம். இடுப்பெலும்பின் இரு பக்கங்களிலும் மூன்று ஒழுங்கற்ற தட்டையான எலும்புகள் சேருமிடத்தில் அசிடடாபுலம் என்ற குழிப்பகுதி உள்ளது. தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதி இதில் பொருந்துமாறு உள்ளது

தோள் வளையம்

இரண்டு கைகளையும் உடற் பகுதியுடன் இணைக்க உதவுவது தோள் வளையப் பகுதியாகும். இதில் காறை

தோள் வளையம்
1. காறை எலும்பு
2. ஸ்கேபுலா
3. மேற்கை எலும்பு
4. முழங்கை
5. அல்னா
6. உள்ளங்கை எலும்பு
7. விரல் எலும்புகள்
8. மணிக்கட்டு எலும்புகள்
9. ஆரஎலும்பு (ரேடியஸ்)
10. தோள் மூட்டு

படம். 50 (b)



கையெலும்புகளின் முன் தோற்றமும திருப்பிய தோற்றமும்
1. மேற்கை எலும்பு
2. ஆர எலும்பு
3. அல்னா
4. மணிக்கட்டு எலுமபுகள்
5. உள்ளங்கை எலும்பு
6. விரல் எலும்பு

படம். 50 (c)

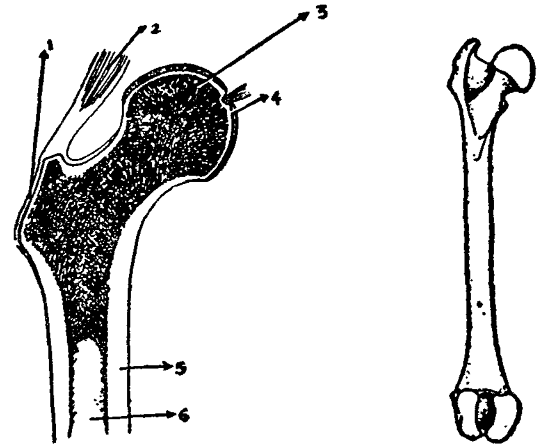
எலும்புகளும் தோள்பட்டை எலும்புகளும் உள்ளன. தோள் பட்டையின் முன்புறப் பகுதியாக அமைவது நீண்டு உருளை வடிவக் காறை எலும்புகள் ஆகும். இந்த காறை

எலும்புடன் கழுத்து, தோள் பாகத் தசைகள் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இது மேற்கை அசைவிற்கு உதவுகிறது.

தோள்பட்டை எலும்பு பின்புறம் அமைந்துள்ளது. விலா எலும்புகளுக்கு சற்று மேலாக தோளுக்கு அருகில் அமைந்துள்ளது. இது முக்கோண வடிவ எலும்பாகும். இதன் வெளி முனையில் உள்ள குழிவுப் பகுதிக்கு கிளினாய்டு குழிவு என்று பெயர் இக்குழிவில்தான் மேற்கை எலும்பின் தலைப் பாகம் பொருந்துகிறது

அவயவ எலும்புகள் : இவற்றில் நாம் கை எலும்புகளையும், கால் எலும்புகளையும் காணலாம்.

தொடை எலும்பு, நமது உடலிலேயே நீண்ட எலும்பு ஆகும் இதன் உருண்ட தலைப்பகுதி இடுப்பெலும்புக் குழியில் பொருந்துகிறது. இது மிருதுவாகவும் உருளை வடிவம் கொண்டதாகவும் காணப்படுகிறது. இது சற்று முன்புறம் வளைந்ததாக உள்ளது. பின்புறம் ஒரு நீண்ட வரிப்பகுதி உள்ளது. கீழ்நுனி அகன்று பெரிய இரு 'காண்டைல்' பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. முன்



தொடை எலும்பின் தோற்றம்

1. பெரியாஸ்டியத்தால் மூடப்பட்ட பகுதி 2. தசை நாண்
3. புரையுள்ள மேல் நுனி சிவப்பு எலும்பு மஜ்ஜைபகுதி
4. குருத்தெலும்பு 5. உள்ளெலும்பு 6. மஞ்சள் மஜ்ஜை

படம். 51

புறம் உள்ள இடைவெளிப்பகுதியில் முழங்கால் சில் படிகிறது. இது முக்கோண வடிவம் கொண்டது. இதன் கூர்நுனி கீழ்

நோக்கி உள்ளது. இதன் பின்புறம் சொரசொரப்பாகவும், முன்புறம் மிருதுவாகவும் அமைந்துள்ளது. இது தொடை எலும்பின் கீழ்ப் பகுதியில் இணைகிறது. இது முழங்கால் மூட்டின் முன்புறம் இருப்பினும் அம்மூட்டில் இது இணைவதில்லை.

கீழ்க்கால் வெளி எலும்பின் மேற்பகுதியில் இரு உருண்டையான 'காண்டைல்' பகுதிகளைக் காணலாம். இவ்விடத்தில்தான் இந்த எலும்பு அகன்று காணப்படுகிறது. இந்த எலும்பின் மறு நுனியில் அது கணுக்கால் மூட்டுடன் இணைகிறது. இது முன்புறம் மிருதுவாக அமைந்திருக்கிறது. கால்பாகத்துடன் இணைந்துள்ள தசை நாண்கள் இதன்மீது வழுக்கக்கூடியதாக உள்ளன. இதன் கீழ்நுனியில் இது கீழ்க்கால் உள்ளெலும்புடன் இணைகின்றது.

கீழ்க்கால் உள்ளெலும்பு கீழ்க்காலின் உட்புறமாக அமைந்துள்ளது மேல்புறம் கீழ்க்கால் வெளி எலும்பின் மேல் நுனியுடன் இணைகிறது முழங்கால் மூட்டில் இது இணைவதில்லை. இது மிருதுவாகவும், பல தசைகளால் சூழப்பட்டும் காணப்படுகிறது இதனுடன் பல தசைகளும் இணைந்து செயலாற்றுகின்றன.

பாத எலும்புகள் : கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு கணுக்கால் எலும்புகளில் டாலஸ் என்ற மேற்பகுதியில் உயர்ந்து காணப்படும் எலும்புடன் இணைந்துள்ளது. இது கீழ்க்கால் வெளி எலும்பைத் தாங்கச் செய்கிறது. கணுக்கால் எலும்புகளில் மிகப்பெரிய எலும்பு ' கால்கேனியம் ' என்பதாகும். இது நமது பாதத்தில் பின் பகுதியாக அமைகிறது. இது நமது உடலின் பளுவை தாங்கி நிற்கிறது. அகில்லிஸ் தசைநாண் மூலம் இது கெண்டைக்கால் தசையுடன் இணைந்துள்ளது முன்புறமும் மேற்புறமும் இரு எலும்புகளுடனும் இணைந்துள்ளது. மேற்புற எலும்பை 'டாலஸ்' என்றும், முன்புற எலும்பை 'க்யூபாய்டு' என்றும் அழைக்கிறோம். டாலஸ்ஸுக்கும் முன்புறம் உள்ள மூன்று கியூனிபார்ம் எலும்புகளுக்கும் இடையே படகு வடிவ எலும்பு உள்ளது. இந்த ஏழு தசைக்கால் எலும்புகளும் சேர்ந்து நமது உடலின் பளுவை தாங்குகின்றன. பாதத்தில் ஐந்து எலும்புகள் உள்ளன. இரண்டாவது பாத எலும்பு மிகவும் பெரியது. அடுத்து விரல்களில் மிகச்சிறிய 14 எலும்புகளைக் காணலாம். பாதத்தில் நான்கு வளைவுகள் உள்ளன. இந்த வளைவில் உள்ள எலும்புகளைத் தசைகளும், தசை நாண்களும் நிறுத்திப் பிடிக்கின்றன.

கைகால் எலும்புகள் :

கை		கால்	
மேற்கை எலும்பு	1	தொடை எலும்பு	1
முழங்கை எலும்பு	1	கீழ்கால் உள்ளெலும்பு	1
ஆர எலும்பு	1	கீழ்கால் வெளியெலும்பு	1
மணிக்கட்டு எலும்புகள்	8	முழங்கால் சில்	1
உள்ளங்கை எலும்புகள்	5	கணுக்கால் எலும்பு	7
விரல் எலும்புகள்	14	பாத எலும்புகள்	5
		விரல் எலும்பு	14
மொத்தம்	30	மொத்தம்	30

மூட்டுகளும் பந்தகங்களும்

எலும்புக்கூட்டின் ஏதாவது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலும்புகளின் இணைப்பே மூட்டு எனப்படும். அது மூன்று வகைப்படும். அவை நார்த்தனமையுள்ளவை, குருத்தெலும்பு மூட்டுகள், சினோவியல் மூட்டுகள். அவை, அவற்றின் அசைவைப் பொறுத்து அசையாமூட்டு, சிறிதசையும் மூட்டு, நன்கு அசையும் மூட்டு என்றும் வகைப்படுத்தப்படலாம்.

நார்த்தன்மையுள்ள மூட்டுகள் : அசையாதவை (Immovable) அல்லது நிலையான மூட்டுகளாகும். அவற்றில் எலும்புகளுக்கிடையே அசைவு என்பது சாத்தியமில்லை

1. **கபாலத்தில் உள்ள தையல் மூட்டுகள் (Suture Joints)** கபாலத்திலுள்ள தட்டையான எலும்புகள் இணைந்த மூட்டுகளாகும்.

2. **முளைக்குழி மூட்டுகள் (Peg and Socket Joints)** பற்களை தாடை எலும்பிலுள்ள அவற்றிற்குரிய குழிகளில் பொருந்தி இருத்தல்,

3. கீழ்க்கால் உள்ளெலும்பு, வெளியெலும்பு ஆகியவற்றின் பொருத்தும் பரப்புகள் ஒரு சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அவ்வகை சின்டெஸ்மோஸிஸ் (syndesmosis) எனப்படும்.

குருத்தெலும்பிடையே உள்ள மூட்டுகள் சிறிது அசையும் மூட்டு களாகும். இவற்றில் மூட்டுப் பரப்புகள் நடுவிலுள்ள குருத்தெலும்புப் பொருள்களால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றின் அசைவு சிறிதுதான் சாத்தியமாகும். எ.கா. 1. முதுகெலும்பின்

முள்ளெலும்புக்களுக் கிடையேயுள்ள குருத்தெலும்புகளைக் கொண்ட முள்ளெலும்பிடை மூட்டு.

2. இடுப்பு வளையத்தின் முன் பகுதியிலுள்ள இரு எலும்பு களின் இணைப்பு அருகே குருத்தெலும்புப் பொதிவு இடையில் காணப்படுகிறது.

3. மார்பெலும்பின் முக்கோண வடிவப்பகுதிக்கும், மார்பெலும் பின் உடல் பகுதிக்கும் இடையேயுள்ள மூட்டு குருத்தெலும்பு மூட்டு ஆகும்.

சினோவியல் மூட்டுகள் (Synovial Joints): இவை நன்றாக அசையக்கூடியன. இவற்றின் பண்புகள் பின்வருமாறு:

1. இவ்வகை மூட்டுகளை, உண்டாக்கும் இரு எலும்புகளின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள பரப்புகள் குருத்தெலும்பால் மூடப் பட்டிருக்கும்.

2. எலும்புகளைச் சேர்த்து இணைக்கும் பந்தகங்கள் (ligaments) காணப்படுகின்றன. அவை ஒருவகை மெல்லிய மீள் சக்தியுள்ள, ஆனால் வலுவான இணைப்புத் திசு அடுக்குகளாகும். இந்த அசையும் மூட்டு ஒரு பைக்குள் மூடப்பட்டுள்ளது. அந்த மூட்டுப் பையானது மெல்லிய வலுவான இணைப்புத் திசு அடுக்கு ஆகும். அது மூட்டிலுள்ள ஓர் எலும்பிலிருந்து மற்றோர் எலும் பிற்குத் தொடர்ந்து மூடியாக உள்ளது. மூட்டுப் பையின் உள் பரப் பில் இருப்பது சினோவியல் சவ்வு ஆகும். அது ஒரடுக்கு செல் களாகும். அது மூட்டில் ஏற்படும் உராய்வைக் குறைப்பதற்கு உரிய உராய்வுத் திரவத்தை (synovial fluid) உண்டாக்குகிறது. உள் அமைப்புகளுக்குத் தேவையான ஊட்டத்தையும் கொடுத்து உதவுகிறது.

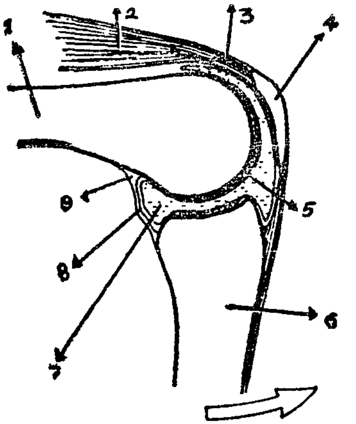
சினோவியல் மூட்டுக்களின் வகைகள்

1. பந்து கிண்ண மூட்டு (Ball and Socket Joint)

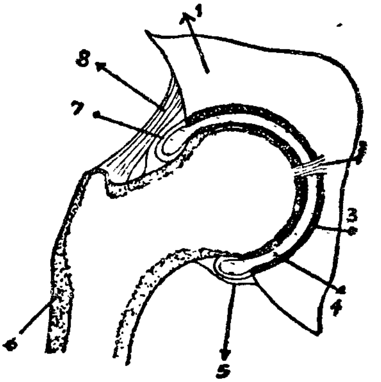
இவ்வகை மூட்டில் ஓர் எலும்பினுடைய பந்து போன்ற நுனி, இன்னோர் எலும்பினுடைய கிண்ணம் அல்லது குழி போன்ற பகுதி யில் பொருந்தி அசைகிறது. இம்மூட்டில் அசைவு எல்லாத் திசைகளிலும் ஏற்படுகிறது. (எ.கா.) தோள்பட்டை மூட்டு, இடுப்பு மூட்டு.

2. கீல் மூட்டு (Hinge Joint)

இவ்வகை மூட்டில் உருண்ட ஓர் எலும்பின் நுனி மற்றோர் உருண்ட எலும்பின் நுனியில் பொருந்தி, (கதவுக் கீலில்



கீல் மூட்டு
1. தொடை எலும்பு 2. தசை
3. தசை நாண் 4. முழங்காற் சில்
5. குருத்தெலும்பு 6. முழங்கால் எலும்பு 7. சினோவியல் திரவம்
8. சினோவியல் சவ்வு 9 மூட்டுறை
படம். 52 (a)

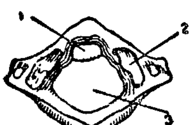


பந்து கிண்ண மூட்டு
1. இடுப்பெலும்பு 2. பந்தகம்
3. குருத்தெலும்பு 4. சினோவியல் திரவம் 5. மூட்டுறை 6. தொடை எலும்பு 7. சினோவியல் சவ்வு
8. பந்தகம்
படம். 52 (b)

ஏற்படுவதும்பான்ற) ஒரு பக்கமாக அசைவு ஏற்படுகிறது (எ.கா.) முழங்கை மூட்டு.

3. முளை மூட்டு (Pivot Joint)

இவ்வகை மூட்டில் சுழலும் அசைவு ஏற்படுகிறது. கபாலத்தைத் தாங்கும் முதுகெலும்பின் முதல் முள்ளெலும்பாகிய அட்லஸ்



பிடர் எலும்பு
1. வளையம் 2. கபாலத்தைத் தாங்கும் பாகம் 3. தண்டுவடம் செல்லும் குழாய்

பிடர் அச்சு
1. முளை
2. தண்டுவடம் செல்லும் குழாய்

படம். 52 (c)

என்னும் பிடர் எலும்பின் இரண்டாம் முள்ளெலும்பும் பிடர் அச்சில் பொருந்தி அசைவது முளை மூட்டுக்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டாகும்.

இன்னொரு எடுத்துக்காட்டு முன்னங்கை கவிழ்தல், நிமிர்த்தலில் ஆர எலும்பு முழங்கை எலும்பின் மேல் பொருந்தி அசைவது ஆகும்.

4. வழுக்கு மூட்டு (Gliding Joint)

இவ்வகை மூட்டில் இரண்டு எலும்புகளின் தட்டையான பரப்புகள் ஒன்றோடொன்று பொருந்தி வழுக்கி அசைகின்றன. மணிக்கட்டு, கணுக்கால் பகுதிகளிலுள்ள எலும்புகள் அசைவு இம் மூட்டுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

தோள்பட்டை மூட்டு (Shoulder Joint)

இது சினோவியல் வகையைச் சேர்ந்த பந்துக் கிண்ண மூட்டாகும். மேற்கை எலும்பின் தலையானது பந்து போன்று உள்ளது. அது தோள்பட்டை எலும்பிலுள்ள குழியில் (glenoid cavity) பொருந்தி அசைகிறது. குருத்தெலும்பு நாரினால் உண்டான விளிம்புச் சேர்ப்பால் அக்குழி சற்று ஆழமாக்கப்படுகிறது. எலும்புகள் பந்தகங்களால் ஏற்படும் நெகிழ்ந்த பையினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த பையை பந்தகமானது எல்லாத் திசைகளிலும் அசைய அனுமதிக்கிறது. பையைப் போன்ற பந்தகம் சினோவியல் சவ்வினால் உள்வரியுடையதாக இருக்கிறது. சவ்வினால் சூழப்பட்ட குழி சினோவியல் குழி எனப்படுகிறது. அதனால் சுரக்கப்படும் ஒரே திரவம் சினோவியல் திரவம் எனப்படும். அது அசைவின் பொழுது ஏற்படும் உராய்வைக் குறைக்கும் உயவுப் பொருளாக பயன்படுகிறது. பையைப் போன்ற பந்தகமும் சினோவியல் சவ்வும் சேர்ந்து மூட்டுப்பை எனப்படுகிறது.

இடுப்பு மூட்டு (Hip Joint)

இதுவும் சினோவியல் வகையைச் சேர்ந்த பந்து கிண்ண மூட்டு ஆகும். இடுப்பெலும்பிலுள்ள இடுப்புக் குழி (அசிட்டாபுலக் குழி) தோள்பட்டைக் குழியைவிட ஆழமானது. தொடை எலும்பின் தலையானது இக் குழியில் பொருந்துகிறது. குழியின் பரப்பானது அதிக சூழ்நிலை சார்புடையதாக இருக்கவும், குழி ஆழமாகவும் இருக்கும்படி செய்வது நார்க் குருத்தெலும்பு வளையத்தின் இயல்பையொத்த பந்தகத்தினாலேயேயாகும்.

இந்த பையைப் போன்ற பந்தகம் தடிப்பாகவும் வலுவாகவும் இருப்பதால் எல்லாத் திசைகளிலும் ஏற்படும் அசைவைக் கட்டுக் குள்ளாக்குகிறது. பல பகுதிகளில் இப் பந்தகமானது தசை நார்ப்பட்டைகளால் தனியான வலுவேற்றப்பட்டது. இந்தப்

பட்டைகளில் மிக முக்கியமானது மூட்டின் முன்னால் விரிவைத் தடுப்பதாகும். அச் செயலால் நாம் நிற்கும் பொழுது நிமிர்ந்த நிலை தொடர்ந்திருக்கச் செய்கிறது. இம் மூட்டின் அசைவு தோள்பட்டை மூட்டிலிருப்பது போன்று அவ்வளவு சுதந்திர முள்ளதாக இல்லை.

முழங்கால் மூட்டு (Knee Joint)

இம்மூட்டு சற்று மாறுபட்ட கீல் மூட்டாகும். இதில் தொடை எலும்பின் கீழ் முனையும், கீழ்க்கால் எலும்புகளில் ஒன்றான டிபியா என்னும் கீழ்க்கால் வெளி எலும்பின் மேல் முனையும் பொருந்தி அசைகின்றன. தொடை எலும்பின் கீழ் முனையில் மிருதுவான பரப்பு உள்ளது. அது முழங்கால் சில் பரப்பு எனப்படும். அதன் மேல்தான் முழங்கால் சில் அமைந்திருக்கிறது. இந்த மூட்டில் அசைவு ஏற்படும்போது முழங்கால் சில் வழுக்குகிறது. இது முழங்கால் மூட்டிற்கு எதிராக அமைந்துள்ளது ; மூட்டின் அமைவுள் நுழைவதில்லை.

கீழ்க்கால் வெளிஎலும்பின் தலையில் மூட்டுப்பரப்பில் பிறை வடிவ குருத்தெலும்புகள் உள்ளன. அவற்றின்மேல் தொடை எலும்பின் கீழ்முனை தங்குகிறது. தொடை எலும்பின் முனையின் கரடுமுரடான பரப்புக்கு கீழ்க்கால் வெளிஎலும்பின் உச்சியிலிருந்து வலுவான பந்தகங்கள் கடந்து செல்லுகின்றன. இவை முழங்கால் மூட்டியுடன் அசைவை கட்டுப்படுத்தி எலும்புகளை மிக உறுதியாக கட்டுகின்றன. மூட்டின் மேலாகக் கடந்து செல்லுபவையும், சுற்றியுள்ளவையுமான தசைகள், தசை நாண்களுடைய விரிவினாலே பரந்துள்ள மூட்டுப்பைப் பந்தகமானது மிகவும் வலுப் படுத்தப்படுகிறது. உடலிலே முழங்கால் மூடியுள்ள சினோவியல் சவ்வானது மிகப்பெரியதாகவும், மூட்டு அமைப்பின் உள்வரியாக இருப்பதோடு, அது முழங்கால் சில் பந்தகங்களுக்குக் கீழே, மேல்நோக்கியும், கீழ்நோக்கியும் விரிவடைந்து, மூட்டின் அருகில் உள்ள பல சிறு பைபோன்ற குழிகளோடு இணைகிறது. இந்த அசைவுகள் மடக்கலும், நீட்டலும், ஓரளவு மத்திய சுழற்சியும் ஆகும். கணுக்கால் மூட்டும் ஒரு கீல் மூட்டாகும். இது கீழ்க்கால் வெளி எலும்பின் கீழ்நுனியும் கீழ்க்கால் உள் எலும்பின் பக்க முனைப் பகுதியும் சேர்ந்து உண்டாக்குகின்ற குழியில், பாதத்தின் மையம் மிக உயர்ந்தப் பகுதியை உண்டாக்கும் குதிக்கால் எலும்பு இணைவதால் உண்டாகிறது. இந்த மூட்டிலுள்ள மூட்டுப் பையானது மேலும் சில முக்கியமான பந்தகங்களால் வலுப்படுத்தப் படுகிறது. உள்ளங்கால் எலும்புகளுக்கிடையில் உள்ள மூட்டு

வழுக்கு மூட்டாகும். அது மணிக்கட்டை உண்டுபண்ணுகின்ற எலும்புகளுக்கு இடையே உள்ள மூட்டு போன்றது.

வினாக்கள்

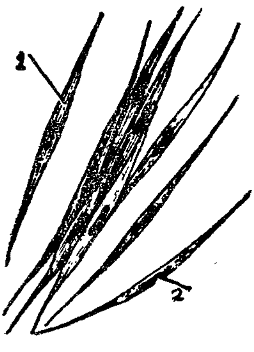
1. எலும்பு மண்டலம் என்பது யாது?
2. எலும்புக் கூட்டின் பயன்கள் யாது?
3. பிரதம, துணை எலும்புக் கூட்டில் அடங்கியுள்ளவை எவை?
4. கபால எலும்புகள் யாவை?
5. காற்று வெளிகள் என்பன யாவை? அவை எங்குக் காணப்படுகின்றன?
6. முகத்திலுள்ள எலும்புகள் எத்தனை?
7. மார்புக்கூடு அமைந்துள்ள முறையை விவரி.
8. முதுகெலும்புத் தண்டில் உள்ள எலும்புகளின் எண்ணிக்கை யாது?
9. கழுத்து முள்ளெலும்பை, மார்பறை முள்ளெலும்புடன் ஒப்பிடு.
10. இடுப்பு முள்ளெலும்பை விவரி.
11. வால் எலும்பு என்பது யாது?
12. முதுகெலும்புத் தண்டு நம் உடலுக்கு எவ்வாறு உதவுகிறது?
13. தோள் வளையத்தையும், இடுப்பு வளையத்தையும் விவரித்து அவற்றை ஒப்பிடு.
14. காலிலும், கையிலும், உள்ள எலும்புகளின் பெயர்களைக் கூறு.
15. பாதத்திலுள்ள எலும்புகளின் பெயர்களைக் கூறு.
16. மூட்டின் வகைகள் யாவை?
17. பந்துகிண்ண மூட்டில் அசைவு எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்று விவரிக்க.
18. தோள்பட்டை மூட்டிற்கும் இடுப்பு மூட்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

6. தசை மண்டலம்

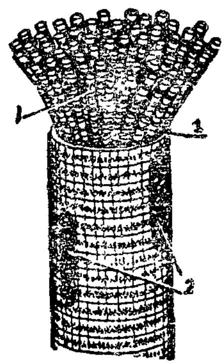
தசை என்பது சுருக்கலுக்கு என்றே தனியாக உள்ள திசு வாகும். இதன் மூலமே உடலின் இயக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. அது உருளை வடிவமுள்ள தசை நார்களால் ஆனது. இவை சிறு கட்டாக கட்டப்பட்டுள்ளன.

தசைகளில் மூன்று வகை உண்டு. 1. வரியுள்ளவை, (striated) 2. வரியற்றவை (unstriated) 3. சுருக்கு தசைகள் (sphincter muscles).

வரியுள்ள தசைகள் : இவை வரியுள்ளவை என்றும், எலும்புக் கூட்டுத் தசைகள் அல்லது இயக்கு தசைகள் (voluntary muscles) எனப்படுகின்றன.



வரியற்ற தசை நார்
1. செல்பொருள்
2. நியூக்ளியஸ்
படம். 53



வரித்தசை நார்க்கற்றை
1. தசை நார் இழை
2. நியூக்ளியஸ்
படம். 54

இதிலுள்ள தனித்தனி தசை நார்கள் குறுக்காக கோடுள்ளவை யாக மாறி மாறி ஒளியுள்ள இருண்ட குறிகள் உடையனவாக இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு நாரும் பல சிறு புரோட்டீனான மையோ ஃபைபிரில்களாலான ஸார்கோலெம்மா என்ற ஐந்து படல தசையுறைக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசையுறையானது தசை சுருங்கும்பொழுது சிறியதாகிறது. ஒவ்வொரு தசை நாரும் சுருங்கி இயக்கத்தில் ஈடுபடுகிறது. இவ்வகை தசையானது நரம்புமண்டலத்தினால் தூண்டப்படும்பொழுது மட்டுமே சுருங்கு

கிறது. அதனால்தான் அது நம் விருப்பப்படி இயக்கப்படுகிறது. ஆகவே அதை **இயக்கு தசை** என்கிறோம். இவ்வகைத் தசையானது எலும்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிருப்பதால்தான் கை, கால் போன்ற பல உறுப்புகளின் அசைவிற்கு காரணமாக இருக்கிறது. அதனால்தான் நாம் அதை எலும்புக் கூட்டுத் தசைகள் (skeletal muscles) என்று கூறுகிறோம்.

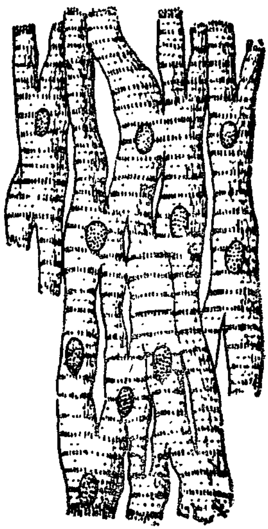
இத்தசையானது சுருங்கும்பொழுது இயக்கம் ஏற்படுகிறது. அப்பொழுது இதன் மையப் பகுதி பருத்து தடிக்கிறது. இரு முனைகளும் நெருங்கி வரும்படிச் செய்யப்படுகின்றன. தசை சுருங்கும்பொழுது, ஒரு முனையானது நிலையாகவே தொடர்ந்து இருக்கிறது. இன்னொரு முனை நகருகிறது.

ஒன்றுக்கொன்று எதிர் திசையில் இயக்கம் உண்டுபண்ணும் தசைகள் எதிர்ப்புத் தசைகள் எனப்படும் (antagonistic muscle). ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்கத்திற்கு ஒத்துழைக்கும் தசைகள் இணைத் தசைகள் (synergist muscle) எனப்படும்.

வரியற்ற தசை : இவ்வகைத் தசைகளில் வரிகள் கிடையாது. மிருதுவாக இருக்கும். தானாக இயங்குந்தன்மையுடையவை, இவ்வகைத் தசை நீண்ட ஸ்பின்டில் வடிவத் தசை செல்களாலானது. அவை செல் வடிவத்தை நீடிக்கச் செய்கிறது. வழக்கமாக உள்ள நரம்புத் தூண்டுதலின்றி இவ்வகை தசையானது சுருங்கும். ஆனால் அதனுடைய செயல்கள் எல்லாம் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படத்தப்படுகிறது. இவ்வகைத் தசையானது இரத்தக் குழாய்களிலும், நிணநீர்க்குழாய்களிலும், செரிப்புப் பாதையிலும், மூச்சுக் குழலிலும், மூச்சுக் கிளைக் குழல்களிலும், கண்ணின் கருவிழியிலும், கண்ணிலுள்ள சிலியாத் தசைகளிலும் தோல் தசைகளிலும் காணப்படுகிறது. இவ்வகைத் தசையானது எந்த வகை எலும்போடும் இணைக்கப்பட்டிருப்பதில்லை.

சுருக்குத் தசைகள் : சுருக்குத் தசையானது வட்டவடிவத் தசை நார்களாலானது. ஒரு குழாயின் உள் திறப்பிலோ, வெளித் திறப்பிலோ அல்லது துளையின் வாய்ப்பகுதியிலோ இருக்கும். சிறுநீர்ப்பை சிறுநீர்ப்புறவழிக்குத் திறக்கின்ற இடத்திலுள்ள சுருக்குத்தசை, மலத்துளையின் வெளிப்புறத்திலுள்ள சுருக்குத் தசை, இரப்பையிலிருந்து முன் சிறுகுடலுக்குப் போகும் வழியில் உள்ள சுருக்குத்தசை ஆகியவை எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

இதயத்தசைகள் (Cardiac Muscles) : இயக்குதசையைப் போன்று வரியுள்ளவை. இதயத்தில் காணப்படுகிறது. நாரிழைகள் நீளவாட்டில் வரித்தசைகளைப் போன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தனியான சிவப்பு நிறமுடையதாக உள்ளன. ஆனால் அவற்றின் இயக்கங்கள் நம்முடைய விருப்பப்படி கட்டுப்படுத்தப்படுவதில்லை. இதயத் தசைகள் தானாகவே ஒழுங்கு முறையில் நரம்புகளின் தூண்டுதலுக்கு உட்படாது செயல்படும் தனிப் பண்பை உடையன. ஆனால் பொதுவாக இதயத்தின் செயல் நரம்புத் தூண்டல்களினால் கட்டுப்படுத்தப்படுவதாக இருக்கிறது.



நுண்ணோக்கியின் மூலம் இதயத்தசை-தசைநார்கள் கிளைத்திருத்தல்
படம். 55

தசை நன்னிலை (Muscle Tone) : தசை ஒருபொழுதும் ஓய்விலிருப்பதில்லை. ஓய்வாக இருப்பதாகத் தோன்றும், அது எப்பொழுதும் இருக்கும் நிலை தசை நன்னிலையாகும். அதாவது எப்பொழுதும் தூண்டலுக்கு எதிர்வினை புரியத் தயார் நிலையிலுள்ளது. ஒருவர் உட்கார்ந்து இருக்கும்போதோ, நேராக நிற்கும் போதோ உள்ள உடல்நிலை இந்தத் தசை நன்னிலையாலேயே முடிவு செய்யப்படுகிறது. வெப்பமாக இருக்கும்பொழுதும், நீட்டப் படும்பொழுதும் தசை மிகக் கட்டாயத்துடன் சுருங்குகிறது. சோர்வும், குளிரும் சுருங்கும் தன்மையைக் குறைக்கிறது.

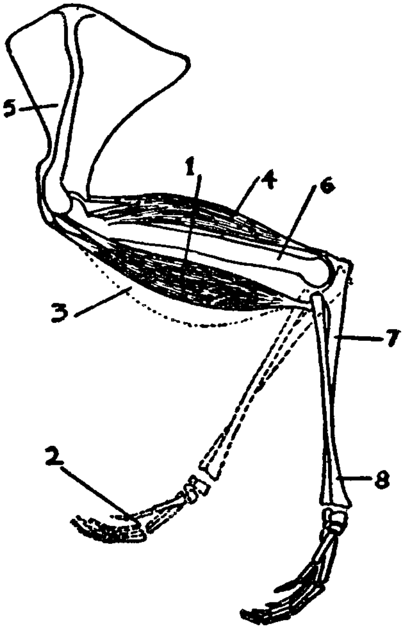
தசை நாண்கள் (Tendons) : பளபளப்பான மீள் சக்தியற்ற தசைநார்ப்பட்டைகள் தசை நாண்களாகும். இவையே எலும்புகளுடன் தசைகளைக் கட்டுகின்றன.

தசைகள் எலும்புகளுடனும், குருத்தெலும்புகளுடனும், பந்தகங்களுடனும், தோலுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

நடுவுடலைச் சுற்றியுள்ள தசைகள் அகலமாகவும், தட்டையாகவும் இருக்கின்றன. கை, கால் உறுப்புகளில் உள்ளவை நீளமாக இருக்கின்றன. தோலுக்கு அடுத்து வைக்கப்பட்டுள்ள தசைகள் தட்டையாக இருக்கின்றன.

எலும்புக் கூட்டுத்தசைக்கு ஏற்படும் ஒழுங்குமாற்றமோ, நோயோ, மையாபதி (myopathy) எனப்படும். பிடிப்பு (cramp) என்பது நாம் அறியாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஏற்படும் வலிதரும் தசைச் சுருக்கமாகும். தசையை நீட்டுவதன் மூலம் அது நீக்கப்படும். இத்தகைய தசைச் சுருக்கம் அல்லது பிடிப்பு உடற்பயிற்சியின்போது ஏற்படும். தொடை அல்லது கெண்டைத் தசையில் இப்பிடிப்பு வழக்கமாகக் காணப்படுகிறது.

எலும்புக்கூட்டுத்தசைகள் இரண்டு குறிப்பிட்ட முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அதிகமாக நிலையாக இருக்கும் பகுதி தொடக்கம் (origin) என்றும் அதிகமாக இயங்கும் பகுதி நுழைப்பு



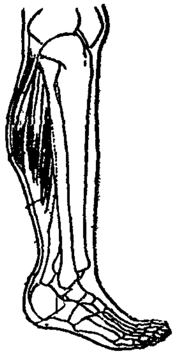
மூன் கையை மடக்குதல்
1. இரு தலைத்தசை சாதாரண நிலை
2. கைதூக்கப்படல் 3. இருதலைத்தசை பருத்தல் 4. முத்தலைத் தசை சுருங்குதல் 5. காறை எலும்பு
6. மேல் கை எலும்பு 7. முழங்கை எலும்பு 8. ஆர எலும்பு
படம். 56

(insertion) என்றும் கூறப்படுகிறது. தொடக்கம் என்னும் புள்ளியிலிருந்துதான் தசை எழுந்து நுழைப்பு என்னும் புள்ளிக்கு

செல்கிறது. அந்தப் புள்ளி இணைப்புக்குதவிடும் எலும்பமைப் பாகும். அது ஒரு குறிப்பிட்ட தசையினால்தான் இயக்கப்படும்.

முன் கையின் இயக்கம் இதற்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டாகும். மேற்கையின் முன்பகுதியிலுள்ள பருத்த தசை இருதலைத் தசை (biceps)யாகும். அது தோள்பட்டை எலும்பிலிருந்து கிளம்பி மேற்கை வழியாக வந்து முன்கையிலுள்ள ஆர (radius) என்ற எலும்பில் இணைகிறது. தோள்பட்டை எலும்பு (scapula) அதிக நிலையான புள்ளி. ஆர எலும்பு, இருதலைத் தசையால் இயக்கப் படும் புள்ளியாகும். இருதலைத் தசையானது இருதசை நாண் களால் தோள்பட்டை எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இருதலைத் தசைக்கு பெரிய வயிறுபோன்று பருத்த பாகம் (belly) உண்டு. ஆனால் அது மேற்கை எலும்புடன் இணைக்கப்பட வில்லை. படிப்படியாக அது குறுகி ஒரு தசை நாணில் செல்கிறது அது ஆர எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மேற்கை எலும்பின் பின்புறம் இருப்பது மற்றொரு தசை. அது முத்தலைத்தசை (triceps) எனப்படும். அதனுடைய கீழ்முனை யானது முழங்கை எலும்பின் மேல்நுனியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது இருதலைத் தசையும் முத்தலைத் தசையும் எதிர்ப்புத் தசை களாதலால் ஒன்று சுருங்கும்பொழுது அடுத்தது விரிவடையும். இந்த எதிர்ப்பு இயக்கமே முன்கையை மேலுயர்த்தவும், கீழ் நீட்டவும் உதவுகிறது.



கெண்டைக்கால்
தசை
படம். 57

பெரிய வயிற்றுப்பகுதியுள்ள மற்றொரு தசை கெண்டைக்கால் தசையாகும் (calf muscles). அதுதான் நடத்தல், ஓடுதல், குதித்தல், நிற்றல், போன்ற இயக்கங்களுக்கு முக்கிய காரணமாகும். அந்தத்தசையிலிருந்து குதிக் காலோடு சேரும் தசை நாண் அகில்லிஸ் தசை நாண் (tendons of Achillies) எனப்படும். அத்தசை சுருங்கும்போது குதிக்கால் தூக்கப் படுகிறது. பாதம் நீட்டப்படுகிறது.

ஒரே காலத்தில் பல தசைகளில் சுருக்கமே உடல் நேராக நிற்கவும், நிலையான நிலையில் தொடர்ந்து இருக்கவும் உதவுகிறது.

வினாக்கள்

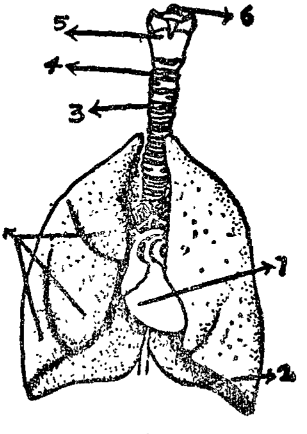
1. தசை என்பது யாது ?
2. தசையின் வகைகள் யாவை ?
3. வரியுள்ள வரியில்லாத் தசைகளின் பண்புகளையும், செய்யும் வேலைகளையும் கூறு.
4. சுருக்குத் தசைகள் நம் உடலில் எங்கு காணப்படுகின்றன ?
5. இதயத்தசை வரியில்லாத் தசையிலிருந்து எவ்வாறு வேறுபடுகிறது ?
6. தசை நன்னிலை என்றால் என்ன ?
7. தசை நாண்கள் என்பன யாவை?
8. தசைப்பிடிப்பு ஏற்படுவது எப்படி?
9. படத்தின் உதவியால் முன்னங்கை எவ்வாறு தூக்கப்பட்டு மீண்டும் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது என்பதை விளக்கு.

7. மூச்சு மண்டலம்

மனிதனின் மூச்சு உறுப்பு நுரையீரல்களாகும். அவை மெல்லிய சுவருள்ள மிருதுவான மீள்சக்தியுள்ள பைகளாகும். அவை வெளிப்புறமாக புளுரா (pleura) என்னும் சவ்வால் மூடப்பட்டுள்ளன. மார்பெலும்புக்கும், முதுகெலும்புக்கும் இடையிலுள்ள விலா எலும்புகளால் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கும் மார்புக் கூட்டிற்குள் அவை இருக்கின்றன. மார்புக் கூட்டிலுள்ள விலா எலும்புகளின் அசைவுகளுக்குத் தக்கவாறு அவை விரிவடையவும், சுருங்கவும் செய்யும். அப்பொழுது காற்று மாறி மாறி உள்ளிழுக்கப்படவும் வெளித்தள்ளப்படவும் செய்கிறது. இருநுரையீரல்களும் காற்றுக் குழாயுள்ள மூச்சுக்குழலில் இரண்டு கிளைகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மூச்சுக்குழல் தொண்டையிலுள்ள குரல்வளை (trachea) யுள் திறக்கிறது. அதன் மூலம் வெளியிலுள்ள காற்று மண்டலத்துடன் தொடர்பு ஏற்படுகிறது.

மூச்சுக் குழலின் இரு கிளைகளும் மூச்சுக் கிளைக் குழல்கள் (bronchi) எனப்படும். அவை நுரையீரல்களுக்குள் நுழைகிறது. நுழைந்து மேலும் பிரிந்து மேலும் சிறிய கிளைகளாகிறது. அவை

மூச்சுக்கிளைச் சிறுகுழல்கள் (bronchioles) எனப்படும். அவை மேலும் மேலும் பிரிந்து மெல்லிய சுவருள்ள பை போன்றுள்ள காற்றறைகளில் முடிவடைகிறது. அவை காற்றுச் சிற்றறைகள் (alveoli) எனப்படும்.



நுரையீரல்கள்

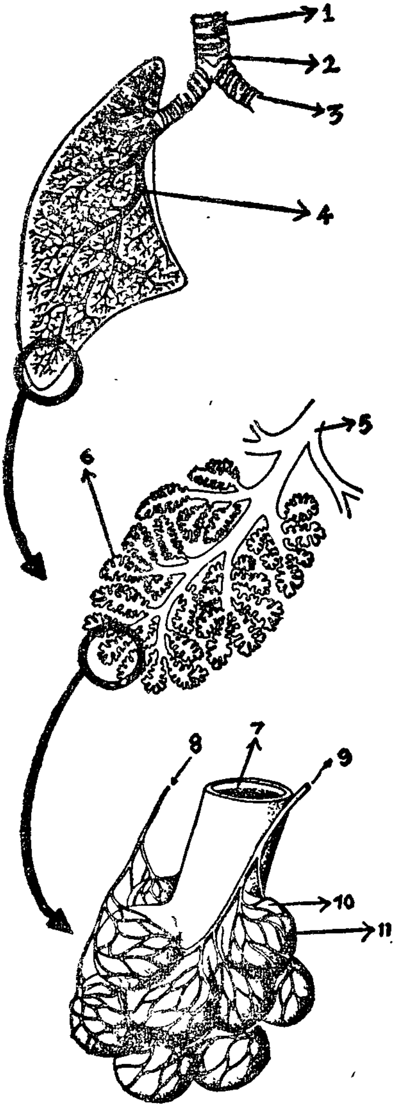
1. வலது நுரையீரல்
2. இடது நுரையீரல்
3. மூச்சுக் குழாய்
4. குருத்தெலும்பு வளையம்
5. குரல்வளை
6. குரல்வளை மூடி
7. இதயம்

படம். 58

மூச்சுக்குழல், குருத்தெலும்பு வளையங்களால் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளது. அவை மூச்சுக்குழலையும் மூச்சுக்கிளைக் குழலையும் திறந்த நிலையில் வைத்திருக்கின்றன. அத்துடன் மூச்சு விடலில் அவற்றினுள்ளே காற்றழுத்தம் குறையும் பொழுது அவை மூடாமல் தடுக்கின்றன. காற்றுப் பாதைகளின் உட்சுவர்கள் எண்ணற்ற ரோமங்களைப் போன்ற **சிலியா** (cilia) என்னும் உறுப்புகளால் மூடப்பட்டுள்ளன. அவை நுண்ணிய சைட்டோபிளாச ரோமங்களாகும். அவை முன்னும், பின்னும் அசைந்து கொண்டே இருக்கும். அந்தச் சுவரிலுள்ள சுரப்பி செல்களால் சளித் திரவம் சுரக்கப்படுகிறது. காற்றிலிருந்து வரும் தூசி இம்மிகளும், பாக்டீரியாக்களும் இந்த சளிப் படலத்தில் சிக்கிக்கொண்டு சிலியாக்களின் அசைவுகளால் மேல் நோக்கிக் குரல்வளை (glottis) வழியாக தொண்டைக்குள் தள்ளப்படுகிறது. அங்கு விழுங்கப்படுகிறது.

குரல்வளை மூடியானது (epiglottis) முக்கியமாக, உண்ணும் பொழுது உணவுப் பொருள்களை காற்றுப் பாதையில் நுழையாதபடி தடுக்கிறது. தற்செயலாக நுழையும் வெளிப்பொருள் எதுவாயினும் தொண்டை அடைப்பதன் மூலமும், இருமுதல் மூலமும் வெளியேற்றப்படுகிறது. அச்செயல்கள் அனிச்சைச் செயல்களாகும்.

காற்றுச் சிற்றறைகள் மீள்சக்தியுள்ள சுவர்களை உடைய காற்றறைகளாகும். சுவர்களின் உள்ளே ஒரு தனி செல்லடுக்கும் அதற்குக் கீழே அடர்ந்த வலைபோன்ற இரத்தத் தந்துகிகளும் காணப்படுகின்றன. அத்தந்துகிகளில் ஆக்சிஜன் நீக்கப்பட்ட இரத்தம் நுரையீரல் தமனி மூலம் இதயத்திலிருந்து வருகிறது.

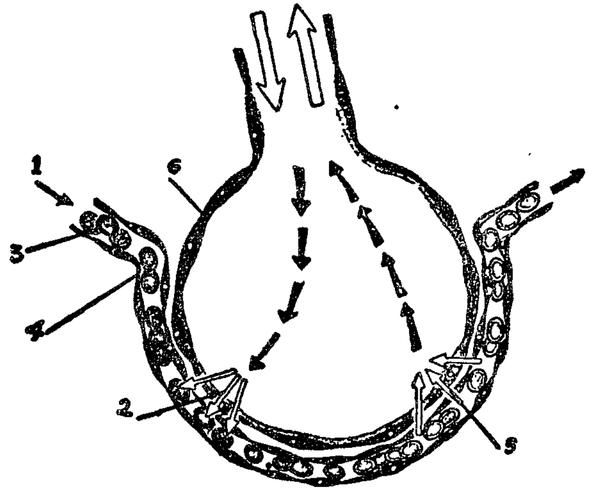


1. குருத்தெலும்பு வளையம்
2. மூச்சுக்குழாய்
3. மூச்சுக் கிளைக்குழல்
4. } மூச்சுச் சிறுகுழல்
5. }
6. காற்றறை
7. காற்று செல்லும் வழி
8. நுரையீரல் தமனி
9. நுரையீரல் சிரை
10. காற்றறை
11. தந்துகியின் வலைப்பின்னல்

காற்று நுரையீரலில் செல்லும் போது வாயு மாற்றம்
படம். 59

ஒரு நுரையீரலில் சுமார் 350 மில்லியன் காற்றுச்சிற்றறைகள் உள்ளன. அவற்றின் மொத்த உறிஞ்சு பரப்பு 90 ச.மீ. ஆகும்.

வாயுக்களின் மாற்றம் (Exchange of Gases): காற்றுச் சிற்றறைகளின் மேல்பரப்பை மூடியிருப்பது ஓர் ஈரப்படலமாகும், காற்றுச் சிற்றறையிலுள்ள காற்றினுடைய ஆக்சிஜன் அடர்வு, இரத்தத்திலுள்ள ஆக்சிஜன் அடர்வைவிடக் குறைவாக இருப்ப



வாயு மாற்றம் நடை பெறுதல்

1. காற்று 2. ஆக்சிஜன் சிவப்பணுவில் நுழைதல்
3. இரத்தச் சிவப்பணு 4. தந்துகி 5. கார்பன் டை-ஆக்சைடு காற்றறையில் வருதல் 6. காற்றறை எபித்திலியம்

படம். 60

தால் ஈரப்படலத்தில் கரைந்து எபிதீலிய அடுக்கின்மூலம் பரவி, தந்துகிச் சுவர் வழியாகப் பிளாஸ்மாவிற்கும், சிவப்பணுக்களுக்குள்ளும் செல்கிறது. தந்துகிகள் மீண்டும் இணைந்து நுரையீரல் சிரைகளாகிறது. அவை ஆக்சிஜனேற்றப்பட்ட இரத்தத்தை இதயத்தின் இடது ஆரிக்களுக்குக் கொண்டு செல்கிறது. காற்றுச் சிற்றறையிலுள்ள அடர்வு குறைந்த கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இரத்தத்திலுள்ள கார்பானிக் - அன் - ஹைடிரேஸ் என்ற என்ஸைமைத் தூண்டிவிடுகிறது. அது ஹைடிரஜன் கார்பனேட் உப்புக்களைச் சிதைத்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடை விடுவிக்கிறது. இந்த வாயு, காற்றுச் சிற்றறைக்குள் பரவுகிறது. நாம் மூச்சு வெளிவிடும்போது அதுவும் வெளியேற்றப்படுகிறது. பின்வரும் அட்டவணையானது உள்ளிழுக்கும், வெளிவிடும் மூச்சுக்காற்றின் இயைபு சதவீத வேறுபாட்டை ஏறக்குறைய காண்பிக்கிறது:

உள்ளிழுத்த காற்று	வெளிவிட்ட காற்று
ஆக்சிஜன் 21%	16%
கார்பன்-டை-ஆக்சைடு 0·04%	4%
நைட்ரஜன் 79%	79%
நீராவி வேறுபடுகிறது	பூரிதமடைந்துள்ளது.

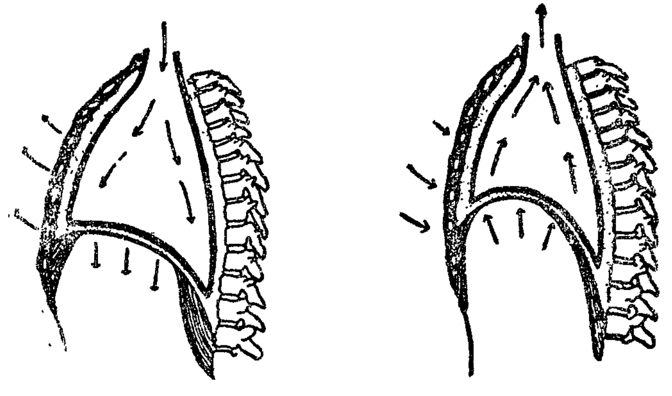
மூச்சுவிடும் அசைவுகள் ஒழுங்கான முறையிலும் நாம் அறியாமலுமே நிகழ்கிறது. அவை ஒரு நிமிடத்திற்கு 16 தடவைகள் நிகழ்கின்றன. அது மூளையின் ஒரு பகுதியினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அது இரத்தத்திலுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அடர்வினால் எளிதில் பாதிக்கப்பட்டு தூண்டப்படுகிறது. கார்பன் - டை - ஆக்சைடு அடர்வில் ஏதாவது உயர்வு ஏற்பட்டால் நரம்புத் துள்ளலைகள் தாமாக உதரவிதானத்துக்கும் தசைகளுக்கும் அனுப்பப்பட்டு, மூச்சுவிடலின் வேகத்தையும், ஆழத்தையும் அதிகப்படுத்துகிறது. விரைவான தேகப் பயிற்சியின்போது அதிக அளவில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு உண்டாக்கப்படுகிறது. அதை விரைவாக வெளிப்படுத்தவும், இரத்தத்திலுள்ள ஆக்சிஜன் அளவை அதிகப்படுத்தவும் மூச்சுவிடலின் வேகம் மிகுதியாக்கப்படுகிறது. அதனால் திசு மூச்சுவிடலின் தேவைகள் பூர்த்தியாக்கப்படுகின்றது.

பெருமூச்சு விடல் மூலம் மூச்சுவிடலின் வீதம் தானாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

வயது வந்த மனிதனிடம், முழுவதும் காற்று அடைத்த நுரையீரல்களின் மொத்தக் கொள்ளளவு 5½ லிட்டர் உள்ளதாக இருக்கும். ஆனால் அமைதியாக மூச்சுவிடலில் சுமார் 500 க.செமீ காற்று மாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இது அலைக்காற்று (tidal air) எனப்படும். செயல் செய்யும் பொழுது ஆழ்ந்த உள்மூச்சு இன்னும் இரண்டு லிட்டர்கள் அதிகம் கொள்ளமுடியும். வெளிமூச்சுவிடல் 1½லிட்டர் காற்றை அதிகமாக வெளிப்படுத்தும். இன்னொரு 1 லிட்டரை ஒரு பொழுதும் வெளிப்படுத்தமுடியாது. இந்தக் காற்றுக்கு மீதியுள்ள காற்று என்று பெயர். இது காற்றுச் சிற்றறையில் நிலையாக இருக்கும். இது கார்பன்-டை-ஆக்சைடையும், ஆக்சிஜனையும் பரவல் முறையில் மாற்றம் நிகழச் செய்கிறது. மூச்சுக் குழல் காற்றுப்பாதை வழியாக விரைந்துவரும் அலைக்காற்று இதற்கு உதவுகிறது.

மூச்சுவிடல் முறை : மார்புக்கூடு காற்றிறுக்கமான உள்குழியாகும். அது பக்கங்களில் விலா எலும்புகளினாலும் கீழே உதர

விதானத்தாலும் மூடப்பட்டுள்ளது. உதரவிதானம் (diaphragm) ஒரு தசையாலான திசுவாகும். அது மார்பறையையும், வயிற்



மூச்சுவிடல் நிகழும் விதம்

மூச்சு உள்ளிழுத்தல் மூச்சு வெளிவிடல்

படம். 61

றறையையும் பிரிக்கும் சுவராகும். ஆய்வு நிலையிலிருக்கும் பொழுது மார்பறைக்குள் வளைந்து குவிந்த நிலையில் காணப்படும். அதற்கு நேர் கீழே கல்லீரலும், இரைப்பையும் இருக்கின்றன. மார்புக்கூட்டின் கொள்ளளவை மாற்றினோமானால் தானாகவே நுரையீரல்களின் கொள்ளளவு மாறும்.

மூச்சு உள்ளிழுத்தல் (Inspiration) : ஒரு விலா எலும்பி லிருந்து மற்றொன்றிற்கு விலா எலும்புத் தசைகள் சுருங்கும் போது கீழ்விலா எலும்புகள் மேல்நோக்கியும் வெளிநோக்கியும் உயர்த்தப்படுகிறது. இது மார்பறையின் கொள்ளளவு அதிக மாகும்படி செய்கிறது. அதன் விளைவாக நுரையீரலின் கொள் ளளவு அதிகமாகிறது. காற்று கொள்ளளவு உயர்கிறது. அப்பொழுது நுரையீரலிலுள்ள காற்று அழுத்தம் குறைகிறது. வெளிக்காற்றின் அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதால் வெளியிலுள்ள காற்று, மூக்கு, மூச்சுக்குழல் வழியாக நுரையீரலுக்குள் தள்ளப்படுகிறது.

இதே மாற்றம் உதரவிதானத் தசைச்சுவர் சுருங்கிக் குழிவு நிலையிலிருந்து மட்டமாகும்போது ஏற்படுகிறது.

மூச்சு வெளிவிடல் (Expiration) : விலா எலும்புத்தசைகளும் உதரவிதானத் தசைகளும் தளரும்போது விலா எலும்புகள் அவற்றின் எடையால் கீழ்நோக்கி நகர்ந்தும் உதரவிதானத்தின் கீழ் உள்ள உறுப்புகள் வயிற்றறை தசைச்சுவரின் அழுத்தத்தால் தளர்ந்த உதரவிதானத்தை மேல்நோக்கி அதன் குவிந்த நிலைக்குத் தள்ளப்படவும் செய்வதால், மீள்சக்தியுள்ள நுரையீரல் தன் பழைய கொள்ளளவை அடைகிறது. இப்பொழுது நுரையீரலின் கொள்ளளவு குறைவு ஏற்படுவதன் விளைவால் அழுத்தம் அதிகமாவதால், உள்ளிருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடும் நீராவியும் உள்ள காற்று வெளித்தள்ளப்படுகிறது.

அமைதியான மூச்சுவிடலில் (quiet breathing) வழக்கமாக உதரவிதானத்தின் அசைவுகளே நுரையீரலில் காற்றுப் புகக் காரணமாயுள்ளது.

வினாக்கள்

1. நுரையீரலின் அமைப்பைப் படத்துடன் விவரி.
2. வாயுமாற்றம் நுரையீரலில் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது ?
3. மூச்சு உள்ளிழுத்தலும், வெளிவிடுதலும் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றன ?
4. உள்ளிழுக்கும் காற்றுக்கும்,வெளிவிடும் காற்றிற்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை ?

சிந்தனைக்கு

1. நுரையீரலைச் சுற்றியுள்ள நுரையீரல் பைக்குழியுள் காற்றைச் செலுத்தினால் நுரையீரல்களுக்கு என்ன நடக்கும் ?
2. மனித உடலில் வாயு மாற்றம் நுரையீரலில் நிகழ்கிறது. பூச்சி, மீன், தவளை ஆகியவற்றில் வாயு மாற்றம் எங்கு நிகழ்கிறது ?

செய்து பார்

1. ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிது தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரை எடுத்து ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை அதற்குள் செலுத்தி வெளிவிடும் மூச்சுக்காற்றை அதன் மூலம் ஊதவும். ஓரிரு நிமிடங்களில் என்ன நிகழ்கிறது என்று கவனி. தொடர்ந்து மேலும் பல நிமிடங்கள் ஊதினால் என்ன நிகழ்கிறது என்று கவனி. விளைவுக்குக் காரணம் கண்டுபிடி.

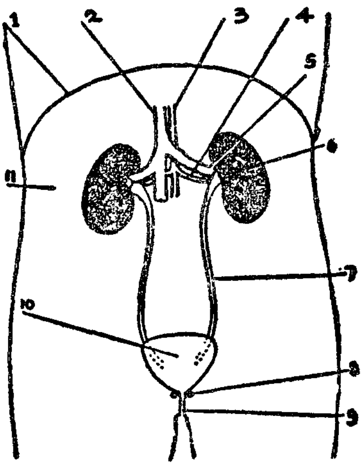
2. ஒரு பெரிய பிளாஸ்டிக் புட்டியை எடுத்து 5 லிட்டர்வரை நீரை ஒவ்வொரு லிட்டராக விட்டு அளவுகளைக் குறித்துக்கொள். நீருள்ள தொட்டியில் இந்தப் புட்டியைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து மூடியை அகற்றி அதன் கழுத்தின் வழியாக ஓர் இரப்பர்க் குழாயை நுழை. பின் நன்றாக ஆழமான மூச்சு எடுத்துக் குழாயின் மூலம் வெளிவிடவும். அது புட்டியிலுள்ள நீரை இடப்பெயர்ச்சி செய்து அங்கு சேரும். விடப்பட்டுள்ள நீரின் மட்டத்திலிருந்து உன் நுரையீரலின் கொள்ளளவைக் கணக்கிடலாம்.

8. கழிவு மண்டலம்

கழிவு அகற்றல் என்பது சிதைவினால் ஏற்படும் தீமை பயக்கும் வினை பொருள்களான அம்மோனியா போன்ற வேறு பல நைட்ரஜன் சம்பந்தமான கூட்டுப் பொருள்களை நீக்கும் முறையாகும். யூரியா, யூரிக்அமிலம், மூச்சு விடுதலின் விளைவான கார்பன்-டை-ஆக்சைடு ஆகியவை ஒரு குறிப்பிட்ட அடர்வுக்கு எவ்வளவு வேகத்துடன் மிகுதியாகிறதோ அவ்வளவு வேகத்தில் நீக்கப்படுகின்றன.

மனிதனின் முக்கியமான கழிவு உறுப்புகள் சிறுநீரகங்களும் (kidneys) நுரையீரல்களும் (lungs) ஆகும். சிறுநீரகங்கள் இரத்தத்திலிருந்து நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களான யூரியா, யூரிக் அமிலம் மேலும் மிகுந்துள்ள நீர், உப்பு ஆகியவற்றை நீக்குகின்றன. நுரையீரல் கார்பன்-டை-ஆக்சைடையும், நீராவியையும் வெளியேற்றுகிறது.

சிறுநீரகங்கள்: சிறுநீரகங்கள் இரண்டு அவரைவித வடிவ உறுப்புகளாகும். சிவந்த மண்ணிறம் உடையது. வயிற்றறையின் பின்னால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



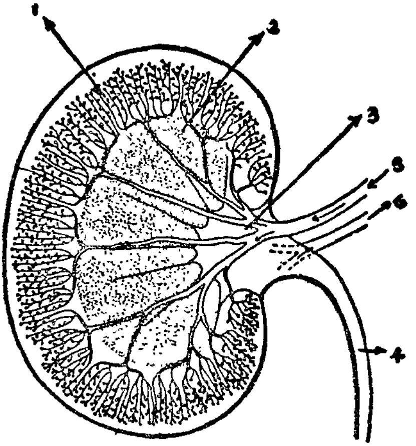
சிறுநீரகத்தின் அமைப்பு

1. உதரவிதானம் 2. கீழ்பெருஞ்சிரை 3. தமனி 4. சிறுநீரகத் தமனி 5. சிறுநீரகச் சிரை 6. இடது சிறுநீரகம் 7. சிறுநீரகக் குழாய் 8. சுருக்குத் தசை 9. சிறுநீர்ப்புறவழி 10. சிறுநீர்ப்பை 11. வயிற்றறை

படம். 62

சிறுநீரக நீள்வெட்டுத் தோற்றத்தின் உட்பகுதிகளைக் காண்போம். இருண்ட வெளிப்பகுதி கார்டெக்ஸ் (cortex) எனப்படும்

வெளிறிய உள்பகுதி மெடுல்லா (medulla) எனப்படும். அடுத்துள்ளது பிரமிடுகள் (pyramids) அல்லது கூம்பு வடிவ சிறுநீரகத் திசுக்களாகும். அவை பெல்விஸ் (pelvis) என்னும் குழிக்குள் நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. சிறுநீர்க்குழாய் (ureter) அங்கிருந்து தொடங்குகிறது. அது கீழிறங்கி சிறுநீர்ப் பையில் (urinary bladder) இணைகிறது.



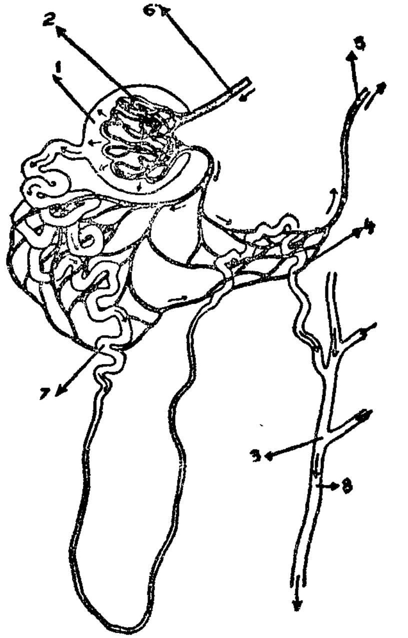
சிறுநீரகம்—நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

1. மெடுல்லா பகுதியில் நெபரான்களின் அமைப்பு 2 பிரமிடுகள்
3. பெல்விஸ் 4. சிறுநீர்க்குழாய் 5. சிறுநீரகத் தமனி
6 சிறுநீரகச் சிரை

படம். 63

சிறுநீரகங்களுக்கு இரத்தம் அளிக்கும் தமனி சிறுநீரகத் தமனி எனப்படும். இது மிகப்பல கிளைத் தமனிகளாகவும், தந்துகிகளாகவும் முக்கியமாகக் கார்டெக்ஸ் பகுதியில் பிரிகிறது. ஒவ்வொரு கிளைத் தமனியும் ஒரு முடிச்சில் முடிகிறது. ஒவ்வொரு முடிச்சிலும் தந்துகிகள் திரும்பத் திரும்பப் பிரிந்து சுருண்டு ஒரு சிறு முடிச்சாகிறது. அதை சிறுநீரக முடிச்சு (glomerulus) என்கிறோம். இந்த சிறுநீரக முடிச்சு முழுவதும் ஒரு கோப்பை வடிவ உறுப்பினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. அதற்கு பௌமன் பை (Bowman's Capsule) எனப்பெயர். இங்கிருந்து தொடர்கின்ற சிறுநீரகக் குழல் பல வளைவுகளும் சுருள்களும் அடைந்த பிறகு மெடுல்லாவைக் கடந்து பிரமிடுகளின் உச்சியில் பெல்விஸில் திறக்கிறது.

சிறுநீரக முடிச்சின் தந்துகிகள் இரத்த ஓட்டத்திற்குக் கொடுக்கும் தடையினால் மிகுந்த அழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்த



நெபரான்

1. பௌமன் பை 2. சிறுநீரக முடிச்சு 3, 8. சேகரிக்கும குழாக
4. தந்துகிகளின் வலைப்பின்னல் 5. சிரை 6 தமனி
7. சிறுநீரகக் குழல்

படம். 64

அழுத்தமே தந்துகிச் சுவர்கள் வழியாக திரவம் வடிகட்டவும், பௌமன் பையில் சேரவும் செய்கிறது. வடிகட்டப்பட்ட திரவம் சிறுநீரக முடிச்சு வடிப்பு எனப்படும். அதில் குளுக்கோஸ், சோடியம் குளோரைடு போன்ற உப்புக்கள், நைட்ரஜன் தொடர்பான கழிவுகள் நீரில் கரைந்த நிலையில் இருக்கின்றன ஆனால் வைபிரினோஜனும் மற்றப் புரோட்டீன்களும் இரத்தத்தில் தங்குகின்றன. வடிதிரவம் சிறுநீரகக் குழலின் வழியாகக் கடந்து செல்லும் பொழுது குளுகோஸும், சில உப்புகளும், நீரில் பெரும்பகுதியும், சிறுநீரகக் குழலைச் சுற்றியுள்ள தந்துகிகளில் திரும்பி உட்கவரப்படுகின்றன. மீதியுள்ள திரவம்தான் சிறுநீர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதில் யூரியா, அதிகப்படியான உப்பு, நீர், செயற்

செய்யா ஹார்மோன்கள் உள்ளன. இந்த திரவம் சேகரிக்கும் குழல் வழியாகக் கீழ் செல்லும் பொழுது, அதிக நீர் உட்கவரப்படு கிறது. அதனால் இரத்தத்தின் அடர்வு ஒழுங்குபடுத்தப்படு கிறது. அதிக நீர் குடித்ததன் விளைவாக இரத்தம் மிகவும் நீர்த்து இருந்தால் குறைந்த அளவு நீரே இரத்தத்தில் திரும்பி கவரப்படு கிறது. அதனால் சிறுநீர் (urine) நீர்த்துக் காணப்படும். இரத்தம் அதிக வியர்வை வெளியேற்றத்தினால் மிக்க அடர்வுள்ளதாக இருப்பின், சேகரிக்கும் சிறுநீரகக் குழல்களில் (urinary tubules) நீர் திரும்பி உட்கவரப்பட்டு சிறுநீர் அதிக அடர்வுள்ளதாக இருக்கும். சேகரிக்கும் சிறுநீரகக் குழல்களிலிருந்து சிறுநீர், சிறுநீரகக் குழிக்குள் நுழைந்து அங்கு சேகரிக்கப்பட்டு சிறுநீர்க் குழாய் வழியாகச் சென்று அதனுடைய தசைச்சுருக்கங்களின் விளைவாக சிறுநீர்ப்பையை அடைகிறது.

சிறுநீரக முடிச்சிலுள்ள தந்துகிகளும், சிறுநீரகக் குழல்களும் ஒன்று சேர்ந்து சிறுநீரகச் சிரையாகிறது. சிறுநீரகச் சிரையை விட்டுச்செல்லும் இரத்தமானது குறைந்த ஆக்சிஜனும், குளுக் கோஸூம், மிகுந்த கார்பன்-டை-ஆக்சைடும் பிரித்தெடுத்தல் விளைவாக குறைந்த நீரும், உப்பும், நைட்ரஜன் தொடர்பான கழிவுகளும் உடையதாக இருக்கின்றது.

கீழ்க்காணும் அட்டவணையாவது இரத்தத்திலும், சிறுநீரிலும் உள்ள நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களின் சதவீதத்தைக் காண்பிக்கிறது :

வரிசை எண்	கழிவுப் பொருள்	இரத்தத்தில் சதவீதம்	சிறுநீரில் சதவீதம்
1.	யூரியா	0·03	2
2.	யூரிக் அமிலம்	0·005	0·05
3.	அம்மோனியக் கூட்டுப்பொருள்	0·0001	0·05

விரியும் இயல்புடைய மீள்சக்தியுள்ள தசைத் திசுவால் ஆன சிறுநீர்ப்பையில் சிறுநீர் சேருகிறது. அது சுமார் 400 க.செமீ. கொள்ளளவுக்கும் மேலாக விரிவடையும் தன்மையுடையது. இடை நேரங்களில் சுருக்குத் தசையானது சிறுநீர்ப்பையிலிருந்து வெளி யேறும் இடத்தில் சுருங்கியிருக்கும். அது தளர்ந்து சிறுநீர்ப்பை

சுருங்கவும், வயிற்றறைத் தசைகளின் உதவியால், சிறுநீர்ப்புற வழி (urethra) என்னும் குழாய் வழியாகச் சிறுநீர் வெளியேற்றப்படுகிறது.

வினாக்கள்

1. கழிவு நீக்கம் என்றால் என்ன ?
2. சிறுநீரகத்தின் அமைப்பை நீள்வெட்டுத் தோற்றப் படத்துடன் விவரி.
3. சிறுநீரக முடிச்சு என்றால் என்ன ? சிறுநீர்க் குழல்களைப் படத்துடன் விவரி
4. சிறுநீர் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்று விரிவாகக் கூறுக.
5. கோடைக்காலத்தில், குளிர்காலத்தைப்போல் நாம் அடிக்கடி சிறுநீர் கழிப்பதில்லை. ஏன் ? கோடைக் காலத்தில் கழிக்கப்படும் சிறுநீர் மஞ்சள் நிறமாக இருப்பதேன் ?

தெரிந்து கொள்

கசாப்புக் கடையிலிருந்து ஆட்டின் சிறுநீரகங்களை வாங்கி வந்து அதை நீளவாக்கில் வெட்டி அதன் பாகங்களைப் பார்த்துப் படம் போடவும்

9. தோல்

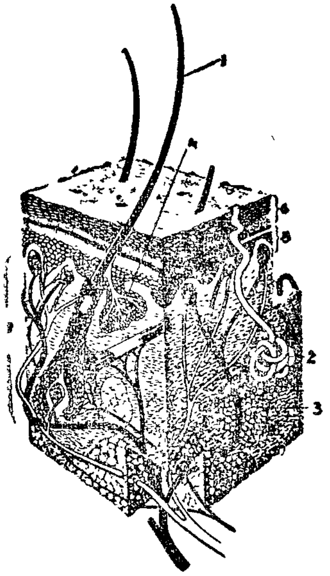
உடலின் மேற்பரப்பில் உள்ள தொடர்ச்சியான திசு அடுக்கே தோலாகும். தோல் அதன் கீழுள்ள திசுக்களை காயம் ஏற்படுவதிலிருந்தும், பாக்டீரியாக்களின் பாதிப்பிலிருந்தும், உலர்ந்து போதலிலிருந்தும், சூரிய ஒளியின் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்தும் காப்பாற்றுகிறது. அது எண்ணற்ற உணர் உறுப்புகளை உடையதாக இருக்கிறது. அவை வெப்பநிலையையும், தொடுதலையும், வலியையும் எளிதில் உணர்த்தி, நம்முடைய சுற்றுப்புறத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களை உணரும்படிச் செய்கிறது. உடலின் வெப்ப நிலையை நிலையாக வைப்பதில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது.

வேர்வையை உண்டாக்கி மிகுந்துள்ள நீரையும், சோடியம் குளோரைடு போன்ற உப்புகளையும் இரத்தத்திலிருந்து நீக்குவதால் அது ஒரு கழிவு உறுப்பாகவும் வேலை செய்கிறது.

தோல் இரு முக்கிய அடுக்குகளை உடையது.

1. வெளிப்புறத்தோல் (epidermis)
2. அடித்தோல் (dermis)

வெளிப்புறத்தோல் மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டது : மால்பீஜியன் அடுக்கு (malphigian layer), ரவைத்தூள் அடுக்கு (granular layer), கடின அடுக்கு (cornified layer).



தோலின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்
1. உரோமம் 2. வியர்வைச் சுரப்பி 3. கொழுப்பு செல்கள் 4. எண்ணெய்ச் சுரப்பி 5. மல்பிஜியன் அடுக்கு 6. மேல் தோல் 7. அடித் தோல்
படம். 65

வெளிப்புறத் தோல் (Epidermis)

மால்பீஜியன் அடுக்கு ஒரு தொடர்ச்சியான செல்லடுக்காகும். அது சுறுசுறுப்பாகப் பிரிந்து புது செல்களை உண்டுபண்ணும் தன்மையுடையது. அதனால் அது புதுப்புறத்தோலை உண்டு பண்ணுகிறது. இந்த அடுக்கில் தான் நிறமி அணுக்களையும் மெலனின் என்பதையும் பார்க்கிறோம. இவைதான் தோலின் நிறத்தை முடிவு பண்ணுகிறது; புற ஊதா ஒளிக்கு எதிரானத் திரையாகச் செயல்படுகிறது.

அடுத்துக் காணப்டுவது, ரவைத்தூள் அடுக்கு. அது உயிர் வாழ் செல்களைக் கொண்டது. ஆனால் வெளிநோக்கி அது படிப் படியாக, கடின அடுக்கு வர இடம் கொடுக்கிறது.

கடின அடுக்கில் இறந்த செல்களே இருப்பதை நாம் காண்கிறோம். அதுவே கடினமாக வெளிப் போர்வையாகின்றது. அது பாக்டீரியாக்கள் உள்நுழைதல், சேதம் ஆகியவற்றிற்குத் தடையாக இருக்கின்றது. நீர் ஆவியாதலினால் நீர் இழப்பு

ஏற்படுவதைக் குறைக்கிறது. இந்த அடுக்கின் செல்கள் தொடர்ந்து கழிந்துகொண்டே இருக்கின்றன. கீழிருந்து அவற்றினிடத்தில் புதியன வந்துகொண்டே இருக்கின்றன. குறிப்பாக உடல் வேலைக்காக கை பயன்படுத்தப்படும்போது உள்ளங்கையிலும் இது கடினமாகிறது. இதேபோன்று உள்ளங்காலிலும் குதிகாலிலும் கடினமாயிருக்கிறது.

அடித்தோல் (Dermis)

இது புறத்தோலுக்கு அடியிலுள்ள தடித்த அடுக்காகும். அது பல மீள்சக்தியுள்ள தசை நார்களையும் இரத்தத் தந்துகிகளையும் நரம்பு முடிவுகள் அல்லது உணர் உறுப்புகளையும் நிணநீர், வேர்வை, சுரப்பிகளையும், உரோமக் குழிகளையும் உடையது.

இரத்தத் தந்துகிகள் தோல்திசுவிற்கு வேண்டிய உணவையும் ஆக்சிஜனையும் அளித்து கழிவுப்பொருளை நீக்குகிறது. இந்த இரத்தத் தந்துகிகள் உடலின் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டில் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன வேர்வைச் சுரப்பிகளும், ரோமக் குழிகளும் இரத்தத் தந்துகிகளால் சூழப்பட்டிருக்கிறது

வியர்வைச் சுரப்பிகள் (Sweat Glands): வியர்வைச் சுரப்பிகள் சுருள் குழாய்களாகும். அவற்றில் சுரப்பு செல்கள் உள்ளன அவை சுற்றியுள்ள செல்களிலிருந்தும், தந்துகிகளிலிருந்தும் திரவத்தை உட்கவர்ந்து வியர்வையை நாளங்களுக்கு அனுப்புகின்றன. பிறகு தோலின் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது.

நாம் வியர்வை என்றழைக்கும் திரவம், நீரும் சில உப்புகளும் சேர்ந்ததாகும். ஆனால் சோடியம் குளோரைடு உப்பு மிகுந்த அளவில் காணப்படும். அதில் யூரியாவும், லாக்டிக் அமிலமும் சிறிதளவு காணப்படும்

வியர்வைச் சுரப்பிகள் சுமார் 2 அல்லது 3 மில்லியன்கள் காணப்படுகின்றன. உடலானது சாதாரண வெப்பநிலையில் ஓரளவு நிலையாக நீராவியை வெளியேற்றிக் கொண்டிருக்கிறது. உடலின் வெப்பநிலை அதன் சாதாரண வெப்பநிலையிலிருந்து 0·2 — 0·5 உயர்ந்தாலொழிய இச்சுரப்பிகள் வேலை செய்வதில்லை.

உரோமக்குழி (Hair Follicle): உரோமக்குழி ஆழமான ரவைத்தூள், மால்பீஜியன் அடுக்குக் குழியாகும். அங்குள்ள செல்கள் பலவாகப் பெருகி குழியினுள் உரோமத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. உரோமத்தின் செல்கள் கெரட்டின் (keratin) என்ற கொழுப்பும்

பொருளால் நிரப்பப்பட்டு இறந்து போகிறது. உரோமத்தின் அடியில் தொடர்ந்து புதிய செல்கள் சேர்க்கப்படுவதால் உரோமம் வளருகிறது. உரோமத்தின் வளர்ச்சி தொடர்ச்சியாக நாலாண்டுகள் இருக்கிறது. பிறகு உரோமம் விழுகிறது. மறுபடியும் ஒரு புதிய வளர்ச்சிப் பருவம் தொடங்குகிறது. அடர்த்தியாக வளருமிடங்களில் உரோமங்கள் பாதுகாப்புப் போர்வையாகவும், வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படாமல் செய்யும் வெப்பக்காப்பு அடுக்காகவும் அமைகிறது. உரோமங்களுக்கிடையேயுள்ள நிலையான காற்றடுக்கு நீராவிப் போக்கையும், வெப்ப இழப்பையும் குறைக்கிறது. உரோமக் குழியில், உரோமத்தின் அசைவை உணர்த்துகின்ற உணர் நரம்பு முடிவுகள் உள்ளன

பூனை அல்லது சுண்டெலியின் முகத்தின் பக்கங்களில் வளரும் மீசை உரோமங்களில், உணர்வுச் செயல்கள் நன்கு வளர்ந்து காணப்படுகின்றன.

உரோமத்தின் நீர் விலகுப் பண்பு, உரோமக் குழியில் திறக்கும் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளின் எண்ணெய் போன்ற சுரப்பின் காரணமாகும். அதே எண்ணெய்ச் சுரப்புதான் மேல் தோலை வளையக்கூடியதாகவும், நீர் ஆவியாவதால் அதிகமாக உலர்ந்து போகும் தன்மையைக் குறைக்கவும் காரணமாக உள்ளது. சில பாக்டீரியாக்களை எதிர்த்துச் செயல்படாது தடுக்கும் பண்பும் உடையதாக அது விளங்குகிறது. உள் தோலுக்கு அடியில் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படும் கொழுப்பு செல்களில் கொழுப்பு சேமிக்கப்படுகின்றது.

உடல் வெப்பநிலையை நிலையாக வைத்தல்

சூரிய ஒளியின் வெப்பக் கதிர்களால் உடல் சூடடையும் போதோ, நோயின்போதோ, ஓடுதல் போன்ற தீவிரமான உடற் செயலின்போதோ அல்லது வேறு எந்த வெளிக்காரணத்தாலும் இரத்தத்தின் வெப்பநிலை உயரும். சாதாரண வெப்பநிலைக்கு மேலாக மிகச் சிறிதளவு உயர்ந்தாலும், இரத்தம் மூளையை அடையும்பொழுது அங்கிருந்து நரம்புத் துள்ளலைகள் உடனே தோலுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. மேல்தோலுக்குக் கீழாக இருக்கும் தந்துகிகளுக்கு இரத்தத்தைக் கொண்டுவரும் கிளைத் தமனிகள் விரிவடைகின்றன. அதன் விளைவாக மேற்பரப்புக்கு அருகே அதிக இரத்தம் ஓடி வருகிறது. அதனால் அதிக வெப்பம் கதிர் வீச்சினாலும், வெப்பச் சலனத்தாலும் வெளியேறிக் காற்றுக்குள் புகுகிறது.

நரம்புத்துள்ளலைகள் வியர்வை உற்பத்தியை அதிகப் படுத்தித் தோலின் மேற்பரப்பில் தொடர்ச்சியான ஈர அடுக்கு உண்டாகும்படி செய்கிறது. வியர்வை ஆவியாகும்போது உள்ளுறை வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது. அது உடலின் வெப்ப நிலையைக் குறைக்கிறது. வீசுங்காற்றினாலோ, விசிறியாலோ ஆவியாதல் விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. அதன் விளைவாக உடலின் வெப்பநிலை குறைகிறது.

ஆனால் காற்று நீராவியை மிகுந்த அளவில் கொண்டிருந்தால் வியர்வையானது விரைவாக ஆவியாகாது. அப்பொழுது போது மான அளவில் குளிர்ச்சி ஏற்படாது. அது வெப்பத்தேக்கத்தை ஏற் படுத்தி உடலுறுப்புகள் திடீரென இயங்காமல் உடல்விழும் நிலை ஏற்படும். சில நேரத்தில் மரணம்கூட ஏற்படும். வெப்பத்தாக்குதல் அல்லது சூரியத்தாக்குதல் என்பது உடல் அமைப்பு மிகுந்த சூடடைவதன் விளைவால் ஏற்படுகிறது. உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உடலின் தீவிரச் செயலால் நீண்டநேரம் தொடர்ந்து நடக்கும் வியர்வை உற்பத்தி திடீரென நின்றுவிடுகிறது. உடன் உடல் வெப்பநிலை, ஒரேயடியாக உயர்ந்து மரண மட்டத்தை அடைகிறது. அப்பொழுது மனிதன் சுருண்டு விழுந்து இறக்கிறான்

குளிர்ந்த கால நிலைகளில் வியர்வை உண்டாதல் குறைகிறது. அது நீராவியாதலால் வெப்ப இழப்பைக் குறைக்கிறது. தந்துகி களுக்கு இரத்தம் கொண்டுவரும் கிளைத்தமனிகள் சுருங்கி குறைவாக இரத்தத்தை தோல்பரப்பிற்கு அனுப்புகிறது. அதன் மூலம் வெப்ப இழப்பையும் குறைக்கிறது. இந்த கிளைத்தமனிச் சுருக்கமே ஒருவன் வெளிறிய நீலமாகத் தோன்றுவதற்குக் காரண மாகும்.

உடலின் வெப்பநிலை திடீரென குறைந்தால் நம் உடல் நடுங்க ஆரம்பிக்கின்றது. இது ஓர் அனிச்சைச் செயலாகும். அது தசை களின் விரைவான சுருக்கமேயாகும். அச்சுருக்கம் வெப்பத்தை உண்டுபண்ணி வெப்பநிலையை உயரச் செய்கிறது.

தோலும், சிறுநீரகங்களும் ஒன்றொடொன்று இணைந்து செய லாற்றி, தட்பவெப்பநிலைகளுக்கேற்ப உடலின் வெப்பநிலையை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. குளிர்காலத்திலும் மழைகாலத்திலும் சிறு நீரகங்கள் அதிகமாக வேலை செய்கின்றன. தோல் குறைவாக வேலை செய்கிறது. கோடைக்காலத்தில் தோல் அதிகமாக வேலைசெய்கிறது. சிறுநீரகங்கள் குறைந்த வேலை செய்கின்றன.

வியர்வை உற்பத்தி இருப்பதால் தோலைத் தூய்மையாக வைத்துக்கொள்ளுதல் தேவையானதாகும். குளிப்பதன்மூலம் சோப்பைக் கொண்டு உடலைக் கழுவுவதன் மூலம் இதைச் செய்யலாம். உடுக்கும் உடையும் ஒழுங்காகத் துவைப்பதன் மூலம் தூய்மையாக வைக்கப்படவேண்டும்.

வினாக்கள்

1. தோலின் வேலைகள் யாவை?
2. தோலின் அமைப்பைப் படத்துடன் விவரி.
3. வியர்வைச் சுரப்பிகள், உரோமக் குழி என்றாலென்ன?
4. தோல் எவ்வாறு உடல் வெப்பநிலையைச் சீராக வைத்துள்ளது?
5. உடற் பயிற்சிக்கப்புறம் சூடாகவோ, மேல்கோட்டு இல்லாமல் குளிர்வதாகவோ, உடல் இருப்பதை நீ உணரலாம். இருப்பினும் உன் உடல் வெப்பநிலை 0·5° C க்கு மேலாக இரு சமயத்திலும் வேறுபடுவதில்லை. ஏன் என்று விளக்குக.

அறிந்துகொள்

1. தோலில் எர்காஸ்டிரால் (ergostrol) என்னும் கொழுப்புச் சத்து உள்ளது. அது சூரிய ஒளிபடும்போது தோலில் வைட்டமின் D சத்தைத் தயாரிக்கிறது.

2. ஐரோப்பிய நாடுகளில் மக்கள் திறந்த வெளிகளில் சூரிய ஒளியில் சில மணி நேரம் காலம் கழிப்பார்கள். அது சூரியக் குளிப்பு (sun bath) எனப்படும்.

10. நரம்பு மண்டலம்

எலும்பு மண்டலம், தசை மண்டலம், மூச்சு மண்டலம், செரித்தல் மண்டலம், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், கழிவு மண்டலம் ஆகியவை மனித உடலின் தனித்தனிச் செயல்களாக இருப்பினும் அவை எல்லாவற்றின் கூட்டுவிளைவே மனிதன் என்னும் முழுமையான உயிர்வாழ் உடலியாகும். இந்த உடலியல் செயல்முறைகள் பயனுள்ள முறையில் தனித்தனியாகக் கருதப்படமுடியும் என்றாலும், உண்மையில் அவை ஒன்றோடொன்று மிக நெருங்கியும் இணைந்தும் காணப்படுகின்றன. உணவு செரித்தல், இரத்த ஓட்டத்தோடு இணைந்துள்ளது. செரித்த உணவுப் பொருளை

இரத்த ஓட்டம் ஏற்றுக்கொண்டு உடல் முழுவதும் எடுத்துச்சென்று பல உறுப்புகளுக்கும் வழங்குகிறது. இரத்த ஓட்ட மண்டலம் மற்ற எல்லா மண்டலங்களுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

எலும்பு மண்டலம், தசை மண்டலம், மூச்சு மண்டலம், கழிவு மண்டலம் முதலிய எல்லாம் இணைந்து செயல்பட்டால் தான் மனித உடல் இசைந்து செயல்படமுடியும். ஒரு வகைச் செயல்களில் நடைபெறும் நேரமும் இடமும் இன்னொரு வகைச் செயல்களோடு நெருங்கிய தொடர்புள்ளது.

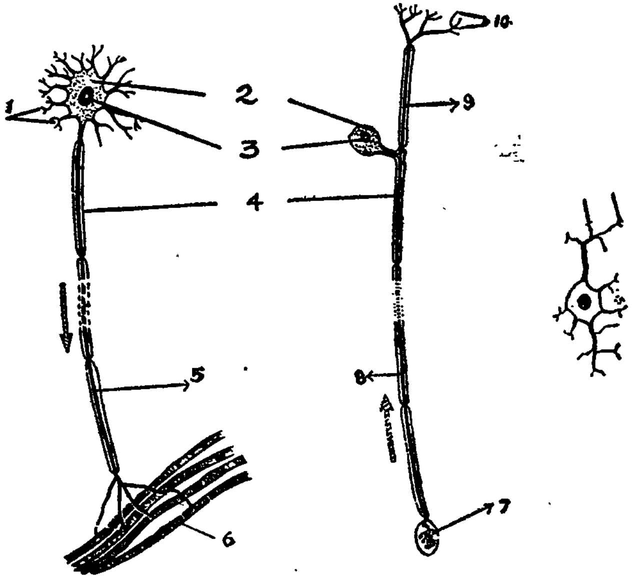
எடுத்துக்காட்டாக, நாம் நடப்பதை எடுத்துக் கொள்ளலாம். நடக்கும்பொழுது இருகால்களும் ஒரே காலத்தில் நகர்த்தப் படுவதில்லை. அவை மாறி மாறி நகர்த்தப்படுகின்றன. உடற்ப்யிற்சி செய்யும்பொழுது உடலுக்கு அதிக அளவு ஆக்சிஜனும், உணவும் தேவைப்படுவதால் மூச்சுவிடல் வேகம் தானாக அதிகமாக்கப்படுகிறது. இதயத்துடிப்பும் அதிகமாகி அதிகக் கொள்ளளவு ஆக்சிஜன் கலந்த இரத்தமானது தசைகளுக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

அடுத்து நாம் உணவு உண்ணுவதை எடுத்துக்கொள்வோம். உண்ணும்போது உணவு இருக்கும் இடமும், அதன் நிலையும் கண்களால் பார்க்கப்பட்டு மூளையில் பதிவாகிறது. அதன் விளைவாக நம்முடைய கை அது இருக்கும் இடத்திற்குச் சரியாக நகர்ந்து, தவறாது சரியாக அதை எடுக்கிறது. உணவு கையினால் வாய்க்கு உயர்த்தப்படும்பொழுது அதைப்பெறுவதற்கு சரியான நேரத்தில் வாய் திறக்கிறது. மெல்லும் அசைவும், உமிழ்நீர் சுரத்தலும் பிறகு தொடங்குகிறது. அடுத்து விழுங்கும்பொழுது பல செயல்கள் ஒரே நேரத்தில் நடைபெறுகின்றன. உணவுக்குழாயின் மூலம் உணவு இரப்பையை வந்து அடையும்பொழுது இரைப்பையிலுள்ள இரைப்பை நீர் சுரப்பிகள் என்ஸைம்களைச் சுரக்கத் தொடங்குகின்றன.

ஆகவே உண்ணும் செயலில் பல உடற்செயல்கள் அவற்றிற்குரிய நேரத்தில் நடைபெறுகின்றன என்பதைக் காண்கிறோம். இவ்வாறு உடலின் பல உறுப்புகள் அடுத்தடுத்து அதற்குரிய நேரத்தில் மற்றவற்றுடன் இணைந்து செயல்படக்காரணமாக உள்ளது நம் உடலிலுள்ள நரம்புமண்டலமாகும்.

நரம்புமண்டலமாவது, உடலில் எல்லாப்பகுதிகளிலும் பரவியுள்ள தொடர்ச்சியான, கடத்தும் திசுக்களைக்கொண்டதாகும்.

நரம்பு மண்டலத்தின் அலகுகளாக இருப்பது நியூரான் (neuron) எனப்படும் நரம்பு செல்களாகும். இவை மைய உட்கரு



நரம்பு செல்

1. டென்டிரைட்டுகள் 2. நரம்பு செல் 3. உட்கரு 4. உறை 5. ஆக்ஸன் 6. தசை நார்கள் 7. தோலின் தொடு உணர்ச்சி பெறும் பகுதி 8. டென்ட்ரான் 9. ஆக்ஸன் 10. ஸினாப்டிக் முடிச்சுகள்

படம். 66

கொண்ட சிறு சைட்டோபிளாசத் தொகுதிகளாகும். இவை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கிளைகளுள்ளனவாக இருக்கும். அந்த இழைகள் டெண்டிரைட்ஸ் (dentrites) என்றழைக்கப்படுகின்றன. செல்லுடம்பை நோக்கி அவை உணர்ச்சியலைகளைக் கடத்துகின்றன. செல்லுடம்பின் ஒரு தனி நீண்ட நாரிழை உணர்ச்சியலைகளை வெளியே கடத்துகிறது. அது ஆக்ஸன் (axon) என்றழைக்கப்படுகிறது.

உணர்ச்சி நியூரான்களில் தனியாயுள்ள நீட்சியுள்ள டென்டிரைட், டென்டிரான் (dendorn) என்றழைக்கப்படுகிறது. டென்டிரானும் ஆக்ஸனும் கூட்டாக நரம்பிழைகள் எனப்படுகின்றன. அவை திரவம் நிறைந்த சைட்டோபிளாசக் குழாய்களை

உடையனவாயுள்ளன. சிலவற்றில் காப்பிட்ட கொழுப்புப் பொருள் களைக்கொண்ட உறைகளால் சூழப்பட்டிருக்கின்றன.

பாலூட்டிகளில் செல்லுடம்பு வழக்கமாக மூளையிலோ தண்டு வடத்திலோ காணப்படுகிறது. டென்டிரான்களும், ஆக்ஸன்களும் தொடர்புள்ள உறுப்புகள் இருக்கும் முழு தூரத்திற்கும் எடுத்துக் காட்டாக தண்டுவடத்தின் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து கால் விரல் நுனி வரைக்கும் மிகுந்த தூரம் நீண்டிருக்கின்றன.

நரம்பு இழைகள் மின்சாரத் துள்ளலைகளை முழு நீளத்திற்கும் மிக விரைவாக எடுத்துச் சென்று அடுத்துள்ள நரம்பு செல்லுக்குக் கடத்தும் தனிப் பண்பை உடையன. ஆனால் கம்பியில் மின் சாரம் கடத்தப்படுவதற்கும், நரம்பில் மின்சாரம் கடத்தப்படு வதற்கும் ஒரு வேறுபாடு உண்டு.

ஆக்ஸன் தனக்குள்ளே மின்னேற்றத்தை அதிகப்படுத்து கிறது. நரம்பு தூண்டப்படும்போது அது விடுவிக்கப்படுகிறது. அடுத்த துள்ளலை கடந்து செல்வதற்குள் ஆக்ஸன் தனக்குள் மின்னேற்றத்தை மிகுதிப்படுத்துகிறது.

நரம்பு செல்கள் துள்ளலைகளை ஒரு திசையிலேயே அனுப்பு வதால் உணர்வுப் பொறிகளிலிருந்து நரம்பு மையத்திற்கு துள்ளலை எடுத்துச் செல்லும் டெண்டிரானை உணர்ச்சி நரம்பு (sensory nerve) என்றும், நரம்பு மையத்திலிருந்து தசைக்கோ, சுரப்பிக்கோ எடுத்துச் செல்லும் டென்டிரானை செயலிழை அல்லது செயல் நரம்பு (motor nerve) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

உணர்ச்சி நரம்பு, உட்செல் (afferent) நரம்பு என்றும், செயல் நரம்பு, வெளிச்செல் (efferent) நரம்பு என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன.

ஒரு நரம்புத் தூண்டல் ஒரு நரம்பு செல்லிலிருந்து இன்னொரு நரம்பு செல்லுக்கு சினாப்ஸின் மூலம் கடக்கிறது. சினாப்ஸ் என்பது மைய நரம்பு மண்டலத்தின் அடிப்படை கணக்கிடும் அலகாகும். அதுவே திறனுள்ள இணைவியக்கத்திற்குக் காரண மாக உள்ளது.

ஒரு தனி செல்லுடன், உள்வருகின்ற பல இழைகளுடன் சினாப்ஸ் உடையதாக இருக்கலாம். இந்த சினாப்ஸ் உடன்தான் உடல், மூளை இவற்றின் பலபகுதிகள் தொடர்பில் வைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றின் சாம்பல் நிறப்பொருள் செல்லுடல்களும் அவற்றின் சினாப்ஸ்களையும் உடையனவாக இருக்கின்றன. மனிதனிடமும் மற்ற முதுகெலும்புள்ள விலங்கு களிடமும் இந்த மையநரம்பு மண்டலம் மூளையையும் தண்டு வடத்தையும் உடையதாக இருக்கின்றது. அது நாட்டின் எந்தப் பகுதியிலும் உள்ளவரோடு விரைவாகவும், சரியாகவும் தொடர்பு கொள்ள உதவும் தொலைபேசி மாற்றுமையம் (telephone exchange) போன்றதாகும்.

பெரும்பாலான செல்லுடல்கள் மையநரம்பு மண்டலத்தில் இருக்கின்றன. அதன் மூலமே உடலிலிருந்தோ உடலினுள்ளோ செல்லுகின்ற தூண்டலைகள் அனைத்தும் செல்வதால் பெரும் அளவில் குறுக்கிணைப்பும், தொடர்புகளும் ஏற்படல் சாத்தியமா யுள்ளது. ஓர் உறுப்பிலிருந்து இன்னோர் உறுப்பிற்கு நரம்புகள் செல்வதாக இருந்தால் இவை ஏற்பட முடியாது.

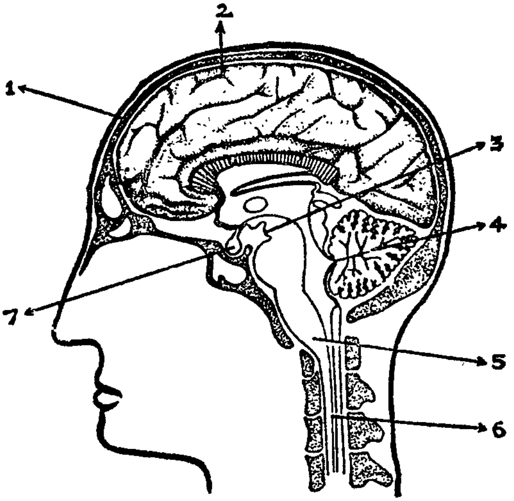
நரம்புகள், இழைகளின் கட்டுக்களாகும். உணர்ச்சி இழை களின் செல்லுடல்கள் சில சமயம் அதன் நீளத்தில் பருத்துக்காணப் படும். அதற்கு காங்கிலியன் என்று பெயர். பெரும்பாலும் எல்லா நரம்புகளும் உணர்ச்சி நரம்பிழைகளையும், செயல் நரம்பிழை களையும் கொண்டுள்ளன. ஆனால் ஏதோ ஒன்று அதிகமாகக் காணப்படலாம்.

மனித மூளை (Human Brain) : மனிதனின் தடித்த கபாலத் திற்குள் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டிருப்பது மனித மூள்ளயாகும். அதற்கு இருமடிப்புகள் உண்டு. அவை பெருமூளையின் அரைக் கோளங்கள் (cerebral hemispheres) எனப்படும். அவை முக்கியமான தொடர்புகாணும் மையங்களாக இருக்கின்றன. அங்கே ஆயிரக் கணக்கான நரம்பு செல்களுக்குள் தொடர்புடையனவாக இருக் கின்றன. அதன் விளைவாக அறிவுள்ள செயல், நினைவாற்றல், நாம் செய்யும் செயல்களைப் பற்றி உணர்வுள்ளவராக நாம் இருத்தல் ஆகியவை ஏற்படுகின்றன.

பெருமூளை அரைக்கோளங்கள் இல்லாத விலங்குகளில், செயல்கள் எளிய நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயலாகவும், உட்பிறந்த செயல்முறை மாதிரிகள் எனப்படும் உள்ளுணர்வு (instincts) ஆகவும் இருக்கும்.

பெருமூளை அரைக்கோளங்களில் 'குறிப்பிட்ட பகுதிகள் உடலின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளைப் பாதிப்பதாக உள்ளன அல்லது

குறிப்பிட்ட பொறிகளிலிருந்து வரும் துள்ளலைகளைப் (impulses) பெறுவனவாக இருக்கும். எல்லாப் பொறிகளிலிருந்தும் துள்ளலை

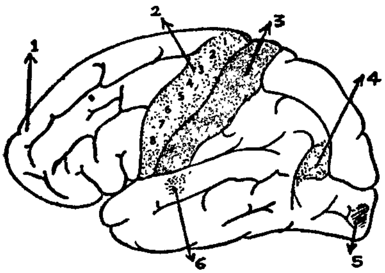


மூளை

1. மண்டை ஓடு 2. பெருமூளை 3. மூளையின் மையம்
4. சிறுமூளை 5. முகுளம் 6. தண்டு வடம் 7. பிட்யூட்டரி சுரப்பி

படம். 67

களைப் பெறுவதாக அமைந்துள்ளதும், பெற்ற பின் செயல் துள்ளலைகளைச் சுரப்பிகளுக்கும் தசைகளுக்கும் அனுப்பி அவை



1. மூளையின் முன்பகுதி
2. செய்கைப் பகுதி
3. உணர்ச்சிப் பகுதி
4. கண் தசைகள்
5. பார்வை
6. கேள்வி

மூளையின் உணர்ச்சிப் பகுதிகள்

படம். 68

முறையாகச் செயல்படக்காரணமாக இருப்பதும் பெருமூளைப் பகுதியாகும். தொடர்பு மையங்களில் வெவ்வேறு பொறிகளி லிருந்து வரும் வேறு வேறு தூண்டல்களை ஒன்றோடொன்று தொடர்புப்படுத்துவதும் பெருமூளைப் பகுதியேயாகும்.

தொடர்பு மையங்களும் செயல்பரப்புகளும் தாம் உடலின் செயல்கள் அனைத்தையும் இணைத்து இசைந்து உடலின் எந்திர இயக்கமும், வேதியியல் மாற்றங்களும் இணைந்து திறன்படச் செயல்படக் காரணமாக அமைகிறது.

பெருமூளை அனுபவ விவரங்களை சேர்த்து வைக்கிறது. அதனால் இயங்குமுறைகள் கடந்த கால அனுபவத்திற்குத் தக்கவாறு மாற்றியமைக்கப்படுகிறது.

பெருமூளையில் இடது பாதியும், வலது பாதியும் முறையே உடலின் வலது பாதியையும், இடது பாதியையும் கட்டுப் படுத்துகின்றன.

மூளையானது, கபால எலும்புடன் மூன்று உறைகளால் பாது காக்கப்படுகிறது. அவற்றிற்கு மெனின்ஜெஸ் (meninges) என்று பெயர்.

பெருமூளையின் பின்பகுதியின் கீழே அமைந்திருப்பது **சிறு மூளையாகும் (cerebellum).** அதற்கும் இரண்டு மடிப்புகள் உண்டு. அவையும் நரம்பு இழைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. உடலின் தசையியக்கங்கள் அனைத்தையும் சமநிலை உறுப்புகளையும் இணைந்து செயல்படச் செய்வதும், கட்டுப்படுத்துவதும் அதுவே. அதனால்தான் துல்லியமான இயக்கங்களைச் சரிவரச் செய்ய சாத்தியமாகின்றது. அதனால்தான் சாராயங் குடித்தவனின் சிறு மூளை சாராயத்தால் பாதிக்கப்படுவதால் அக்குடிகாரனின் கை, கால் இயக்கங்கள் இணைந்து செயல்படும் திறன் குறைந்து காணப் படுகிறது. அதன் விளைவாக அவன் தள்ளாடித் தள்ளாடி நடக்கிறான்.

மூளையின் அடிக் கீழ்ப்பகுதியே **முகுளமாகும் (medulla-oblongata).** மூச்சுவிடல், இதயத்துடிப்பு போன்ற உடலின் பல இயங்கு செயல்கள் இதனுடைய கட்டுப்பாட்டிற்குள் உள்ள தாகும். அதனால்தான் இதற்கு ஏற்படும் எந்த அதிர்ச்சியும் மரணத்தில் முடிகிறது.

அடுத்த பகுதி **தண்டுவடமாகும் (spinal cord).** அது மூளையிலிருந்து முதுகெலும்பின் வால்வரையுள்ள உருளை வடிவத்திரளாகும். அது இழைகளும் செல்லுடல்களும் சேர்ந்த பல நூற்றுக் கணக்கான நரம்பு செல்களாகும். இது முதுகெலும்பு அமைப்பால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. முதுகெலும்பிலுள்ள முள்

எலும்புகளின் இடையே இருந்து தண்டுவடத்திலிருந்து நரம்புகள் கிளம்பி உடலில் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் செல்கின்றன. அவை 31 இணைகளாகும். இந்த நரம்புகள் உணர்ச்சித் துள்ளலைகளை மூளைக்கும், தசைகளுக்கும் உடலின் மற்ற உறுப் புகளுக்கும் எடுத்துச் செல்வதோடு தண்டுவட அனிச்சைச் செய லுக்கும் காரணமாக இருக்கிறது. நரம்பு செல்லுடல்கள் மையத்தில் கூட்டப்பட்டுள்ள முறையானது ஏறக்குறைய 'H' வடிவத்தில் சாம்பல் நிறப்பகுதி காணப்படும் நிலையிலுள்ளது. அதன் வெளிப் பகுதியில் வெள்ளைப் பொருள் உள்ளது.

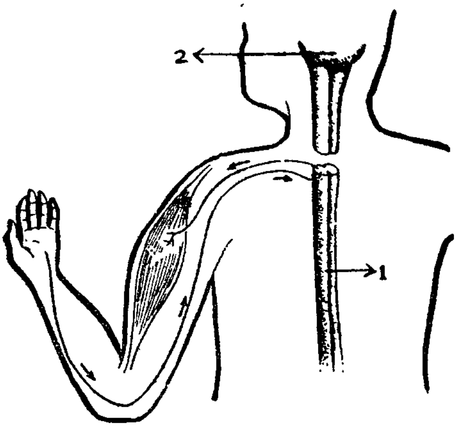
அனிச்சைச் செயல் : அனிச்சைச் செயல் (reflex action) என்பது ஓர் உறுப்போ அல்லது பல உறுப்புகள்கொண்ட ஒரு மண்டலமோ, ஏற்படுத்தும் தூண்டுதலுக்குத் தானாக விரைந்து செய்யும் பிரதி வினையாகும். இது மூளையின் ஏவலின்றி நடை பெறுவதாகும்.

ஒளியின் தீவிரம், அடர்வு மாறுவதற்கு ஏற்றவாறு கண்ணின் கருவிழி சுருங்கியோ விரிந்தோ செயல்படுவது நாம் அறியாமலே நடக்கிறது. பொதுவாக அனிச்சைச் செயல் நடைபெறுவதை அறிந்தும் அதைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமல் இருப்பதை உணர் கிறோம். கண்ணில் வெளிப் பொருள் ஒன்று விழும்பொழுது இமைகள் மூடிக்கொள்கின்றன. இது மூளையின் மூலம் நாம் அறிவதற்குள் இமைகள் மூடிக் கண்ணைப் பாதுகாக்கின்றன. இது பாதுகாக்கும் அனிச்சைச் செயலாகும்.

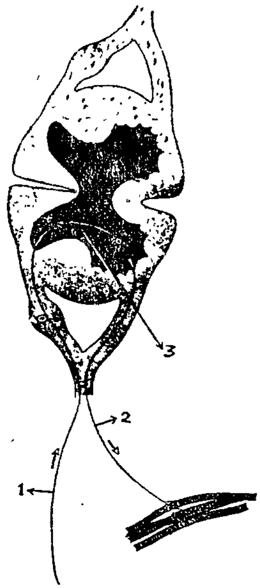
இது நிகழ்வதை அறிந்தும் அதைத் தடுக்கவோ, மாற்றவோ நமக்கு முடிவதில்லை. மூக்கில் ஏற்படும் தூண்டுதலுக்கு அனிச்சைச் செயலே தும்முதலாகும். இடது காலின் மேலாக வலது காலை வைத்திருக்கும்போது வலது காலின் மூட்டுச் சில்லுக்கு மேலாகவோ, கீழாகவோ வலுவாகத் திடீரென்த் தாக்கப்பட்டால் இடது கால் தானாக வெளி நோக்கி சட்டென நகர்கிறது. சூடான பொருளை எதிர்பாராதவிதமாக ஒருவன் தொட நேர்ந்தால் கையானது விரைவாக அதைவிட்டு விலகிக் கொள்கிறது. தோலிலுள்ள வெப்ப அல்லது வலி வாங்கிகள் தூண்டப்படுகின்றன. தூண்டப்பட்டு, துள்ளலைகள் கையி லுள்ள உணர்ச்சி நரம்பு வழியாக விரைந்து பயணம் செய்கிறது. உணர்ச்சி நரம்புகள் தண்டுவடத்திற்குள் நுழைகின்றன.

தண்டுவடத்தின் சாம்பல் பொருளுக்குள் (grey matter) துள்ளலைகள் உணர்ச்சி நரம்பிலிருந்து, அருகேயுள்ள கடத்து

நியூரானுக்கு ஸினாப்ஸ் இணைவிடம் மூலம் செல்கிறது. அந்தக் கடத்து நியூரான் அதன் முறையில் ஒன்று அல்லது அதற்கு



அனிச்சைச் செயல்
1. தண்டுவடம் 2. மூளை
படம். 69



அனிச்சைச் செயல்
1. உட்செல் நரம்பு அல்லது உணர்ச்சி நரம்பு
2. வெளிச் செல் நரம்பு அல்லது செயல் நரம்பு
3. தண்டுவடத்தின் உள் தோற்றம்
படம். 70

மேற்பட்ட செயல்நரம்புகளுடன் இணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. பின் துள்ளலைகள் உள்வழியாக வெளிக்கிளம்பும் செயல்நரம்பு களுக்குக் கடத்தப்பட்டு, அநேகமாக தசைகளுக்கு உணர்வுத் துள்ளலைகள் கடத்தப்படுகின்றன. உடனே தசை சுருங்கிக் கையை வலியூட்டும் தூண்டுதலிலிருந்து விலக்கி, திசுக்களுக்குச் சேதம் விளையாமல் பாதுகாக்கிறது.

தண்டுவட அனிச்சைச் செயல் என்ற சொற்றொடர், தலைக்குக்கீழ் உள்ள பகுதிகளில் ஏற்படும் அனிச்சைச் செயலையே

குறிக்கிறது. தவளையைப் போன்ற விலங்குகளில் மூளை அழிக்கப்பட்டாலும் தண்டுவட அனிச்சைச்செயல் நடைபெறும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

தலையிலுள்ள உறுப்புகளில் ஏற்படும் அனிச்சைச் செயல்கள் மூளையிலேதான் நடைபெறுகிறது. இது கபால அனிச்சைச் செயலாகும் (Crannial reflex).

நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல் (Conditioned Reflex)

உணவின் வாசனையும், ருசியும் நாயின் உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி களைத்தூண்டி அதன் வாயில் நீர்சுரக்கச் செய்கின்றன. **பாவ் லோவ்** (Pavlov) என்னும் ரஷ்ய உயிரியலாளர் நிபந்தனைக் குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல்பற்றி நாய்களை வைத்துக்கொண்டு பல்பல ஆய்வு செய்துள்ளார். பல நாள்கள் பாவ்லோவ் நாய்க்கு உணவு அளிக்கும்போது மணி அடித்தார். பின்னர் உணவின் பார்வையோ வாசனையோ இல்லாமல் மணியின் ஒலியே நாயின் வாயில் நீர் சுரக்கப்போதுமானதாக இருந்ததை அறிந்தார். முதலில் வாயில் ஏற்பட்ட வேதித்தூண்டல் பின்னர் அதனுடன் தொடர்பில்லாத காதுகள் மூலம் வரும் ஒலித்தூண்டலால் இடப் பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டது.

வினாக்கள்

1. நரம்பு செல் என்றால் என்ன ?
2. நரம்பிழை என்றால் என்ன ?
3. நரம்புசெல்லின் முக்கியப் பண்புகள் யாவை ?
4. உணர்வு எடுத்துச் செல்லும் நரம்பு, கட்டளையைப் பெற்றுவரும் நரம்பு என்றால் என்ன ?
5. சினாப்ஸிஸ் என்றால் என்ன ?
6. மனித மூளையைப் படத்துடன் விவரி.
7. பெருமூளையின் வேலைகள் யாவை ?
8. குடித்தவன் தள்ளாடுவது ஏன் ?
9. முகுளத்திற்கு அபாயம் ஏற்பட்டால் மனிதன் உயிரிழப்பது ஏன் ?
10. அனிச்சைச் செயல் என்றால் என்ன ?
11. அனிச்சைச் செயல் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதைப் படத்துடன் விவரி.
12. நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல் என்றால் என்ன ? விளக்குக.

11. உணர்ச்சி உறுப்புகள்

தோலானது, உடல் முழுவதும் மூடியிருக்கின்ற பரப்பு முழுவதும் மிகப்பல உணர்த்துறுப்புகளை சமமாகப் பரவலாக பெற்றுள்ளது. பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட உணர்வுறுப்போ, உணர்செல்லோ மூன்றிலொரு பங்கு தூண்டுதலுக்குத்தான் எதிர் வினை புரியும். வெப்பத்தை உணர்த்தும் தன்மையுள்ள உணர்த் துறுப்பு தொடுதல் தூண்டுதலால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வேதிப் பொருள்களால் தூண்டப்படும் உணர்த்துறுப்புகள் அழுத்தத்திற்கு எதிர்வினை புரியாது என்றாலும் வலியுணர்வை உணர்த்தும். வலியுணர்த்தும் உணர்த்து முடிவுகளை அழுத்தம், வெப்பம், குளிர் போன்ற பல்வேறு தூண்டுதல்களால் செயல்படச் செய்ய முடியும்.

தோலில் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் உணர்த்துறுப்புகள் மற்றப் பகுதிகளைவிட மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. எ.கா. விரல்நுனிகள். அவை மிகுந்த எண்ணிக்கையில் தொடுதல் உணர்த்துறுப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. அவை தொடுதலை எளிதில் உணர்த்துவன. மேற்கையின் முன்பகுதி குளிரையும் வெப்பத்தையும் எளிதில் உணர்த்துகிறது. தோலின் சில பகுதிகள் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள உணர்த்துறுப்புகளைக் கொண் டவை. அந்த இடங்களில் சுடப்பட்டால்கூட நமக்கு எந்த வலியுணர்வும் ஏற்படுவதில்லை.

அனைத்து உணர்த்துறுப்புகளிலும் உணர்த்து செல், மூளை யுடன் அல்லது தண்டுவடத்துடன் நரம்பு இழைகளால் இணைக் கப்பட்டிருக்கின்றது. உணர்த்துறுப்புகள் தகுந்த தூண்டுதல் களைப் பெறும்போது, அது உடனே மின்துள்ளலைகளை உண்டு பண்ணுகிறது. அவை நரம்பின் மூலம் பயணம் செய்து மூளையையோ, தண்டுவடத்தையோ சென்றடைகின்றன. மூளையை அடைந்தவுடன்தான் தூண்டுதலின் இயல்பையும், எங்கிருந்து ஏற்படுகின்ற தென்பதையும் நாம் உணர்கிறோம். தண்டுவடமானது மூளை உணர்வதற்கு முன்னால் அனிச்சைச் செயல் ஏற்படக் காரணமாக இருக்கவும் செய்யும்.

பல்வகைப் பொறிகளும் மூளையின் பல்வகைப் பகுதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மூளையில் துள்ளலைகள் வந்து சேரும் அந்தந்தப் பகுதிகளே தூண்டுதல்களின் இயல்பைப் பற்றிய அறிவையும் எப்பொழுது அவை பெறப்பட்டன என்பதை யும் நமக்கு உணர்த்துகின்றன.

நரம்பு இழைகள் மூலம் கடத்தப்படும் துள்ளலைகள் அடிப்படையிலே எல்லாம் ஒன்றைப்போன்றே மற்றொன்று இருக்கின்றது. உணர்ச்சிகள் நரம்புகளின் மூலம் கடத்தப்படுவதில்லை. கடத்தப்படுவது மின்சார வெள்ளமே. துள்ளலைகளை உண்டுபண்ணுவது அது வெப்பம் உணர்த்தும் உறுப்பானாலும் சரி அல்லது தொடுதல் உணர்த்தும் உறுப்பானாலும் சரி நரம்பில் பாய்வது மின்சாரமே. மூளையில்தான் தூண்டுதல் என்னவென்பது அடையாளம் காணப்படுகிறது. அதுவும் மூளையின் எந்தப் பகுதியினுள் துள்ளலை நுழைகிறதோ அதைப் பொறுத்தது.

உணர்ச்சியின் தீவிரம் ஒரு பரப்பிலுள்ள உணர்த்து உறுப்புகள் அல்லது செல்களின் மிகுந்த எண்ணிக்கையின் விகிதத்திற்கு ஏற்றவாறும் தூண்டுதலுக்கு வினைபுரியும் தன்மைக்கு ஏற்றவாறும் இருக்கும். மிக விரைவாய்த் தூண்டுதல் நரம்பிழைகளில் செல்லும் மின் துள்ளலைகளின் தரத்தையோ, தீவிரத்தையோ மாற்றுவதில்லை. மூளையைச் சென்றடையும் துள்ளலைகளின் மொத்த எண்ணிக்கையே மாறுகிறது.

வலி என்னும் உணர்ச்சி நாம் வரவேற்கக்கூடியதாக இல்லை எனினும் அனிச்சைச் செயலால் திசுக்களுக்கு ஏற்படும் தீங்கினைத் தடுப்பதற்கு அது உதவுகிறது. எ.கா. சூடான பொருள்களைத் தொடுவது.

அது சில குறிப்பிட்ட நிகழ்நிலைகளை ஒதுக்குவதற்கும் உதவியாக உள்ளது. பல்வலியின்போது, நமக்கு ஏற்படும் வலி அனிச்சைச் செயல் எதையும் ஏற்படுத்தவில்லையெனினும், ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் தவறாகப்போயிருக்கிறது என்று நமக்கு உணர்த்த உதவுகிறது. உடனே மருத்துவ அறிவுரையும் சிகிச்சையும் பெற நமக்கு ஒரு வாய்ப்பை அளிக்கிறது.

தசைகளிலும் தசைநாண்களிலும் உள் உணர்த்துறுப்புகள் (internal sense organs) காணப்படுகின்றன. வலியுணர்த்து முடிவுகள் பல உள்ளுறுப்புகளில் காணப்படுகின்றன். ஆனால் மூளையில் மட்டும் அவை இல்லை. பார்த்தல், கேட்டல், சமநிலையும், முகர்தல், ருசித்தல் போன்றவை தனிப்பட்ட புலன்களாகும். கண், காது, மூக்கு, நாக்கு என்பவை அவற்றிற்குறிய தனிப்பட்ட உணர்ச்சியுறுப்புகள் அல்லது பொறிகள் ஆகும்.

நாக்கில் உணர்த்து செல்கள் குழுக் குழுவாகக் காணப்படுகின்றன. அவற்றின்மேல் படிந்திருக்கும் ஈரத்தில் கரையும் வேதிப்

பொருள்களால் அவை தூண்டப்படமுடியும். இந்தக் குழுக்களுக்கு **ருசிமொட்டுகள்** என்று பெயர். இவை நாவின் மேற்பரப்பில் காணப் படும் சிறிய **நீட்சிகளைச்** சுற்றியுள்ள பள்ளப் பகுதிகளில் இருக் கின்றன. இவை நான்கு வகைப்படும். இவை புளிப்பு, இனிப்பு, உவர்ப்பு அல்லது கசப்பு என்று நாம் கூறும் ருசியுள்ள வேதிப் பொருள் கூட்டத்திற்கு எதிர்வினை புரியக்கூடியன. இந்த ருசி யுணர்வு மிகவும் வரையறைக்குட்பட்டதாகும். இது உணவு உண்பதற்கு ஏற்றதா, இல்லையா என்பதை நாம் பிரித்து அறிய நமக்கு உதவுகிறது.

வாசனையறிவுணர்வு, வாசனை உணர்ச்சியிலிருந்து வரு கிறது. மூக்குக்குழியின் உச்சியிலுள்ள மேல் அடுக்குத்திசுவில் கதிர் (spindle) வடிவ செல்கள் இருக்கின்றன. அவற்றின் வறட்சியற்ற உறுப்புகள், திசுவின் மேல் பரவியுள்ள சளிப் படலத்தில் முடிகிறது. இந்த செல்களிலிருந்து நரம்பு இழைகள் மூளைக்குள் செல்கின்றன. இந்த செல்கள், மூக்குக்குழி மெல்லிய பகுதியிலுள்ள ஈர மேலடுக்கில் கரையும் பொருள்களினால் தூண்டப்பட்டு வாசனையுணர்வினை உண்டாக்குகிறது.

நீண்ட நேரம் அனுபவிக்கப்படும் வாசனையானது உணர் வைக் கொடுப்பது நின்றுவிடுகிறது. அந்த வாசனையை நாம் அறியாத நிலைக்கு வந்துவிடுகிறோம். ஆனால் அங்கு வரும் ஒரு புதியவர் அந்த வாசனையைக் கண்டு பிடித்துவிடுவார்.

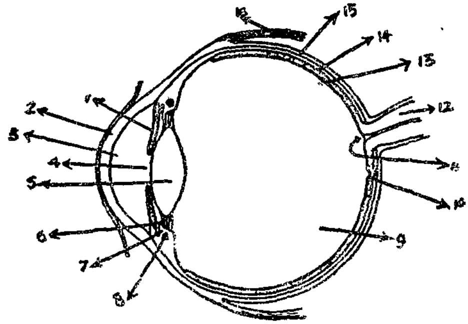
கண்கள்

பார்வையின் உறுப்புகள் கண்களாகும். அவை கோள வடிவ உறுப்புகளாகும். கபாலத்திலுள்ள ஆழமான குழிவுகளில் அமைக் கப்பட்டிருக்கின்றன. குழியின் சுவருடன் கண் ஆறு தசைகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றின் மூலம் விழிக்கோளத்தை நகரச்செய்யமுடியும்.

வெளி அமைப்பு: கண்ணை மூடிப் பாதுகாக்கும் இரு மூடி களுக்கு இமைகள் (eye lids) என்று பெயர். இமைகளை மூடுதல் நம் இச்சைப்படியும் இருக்கலாம்; அனிச்சைச் செயலாகவும் இருக் கலாம். ஒழுங்காக இமை மூடித்திறத்தல், கண்ணின் மேற்பரப்பி லுள்ள திரவத்தைப் பரவச்செய்து உலர்ந்து போகாமல் தடுப்ப தற்கேயாகும்.

இமைகளின் உள் பகுதியின் மேலுள்ள மெல்லிய மேல் திசு தொடர்ந்து விழிக்கோளத்தின் குறுக்கே முன்னால் வந்துள்ளது.

அங்கு அது ஒளி ஊடுருவுவதாக உள்ளது. அதற்கு கன்ஜங்டைவா (conjunctiva) என்று பெயர். மேல் இமைகளுக்குக் கீழே



கண்

1. கருப்புப் படலம் 2. விழிவெண் படலம் 3. முன் கண் ரசம் 4. கண் பாவை 5. லென்சு 6. தாங்கும் பந்தகம் 7. சிலியா உறுப்பு 8. சிலியாத் தசை 9. பின் கண் ரசம் 10. போவியா 11. குருட்டுத்தானம் 12. பார்வை நரம்பு 13. விழித்திரை 14. விழியடிக் கரும்படலம் 15. விழி வெளிப் படலம் 16. ரெக்டஸ் தசை

படம். 71

கண்ணீர்ச் சுரப்பிகள் திறக்கின்றன. அவை சுரக்கின்ற கரைசலில் சோடியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டும், சோடியம் குளோரைடும் இருக்கின்றன. அக்கரைசல் கன்ஜங்டைவாவின் திறந்த பரப்பையும் விழிவெண் படலத்தையும் ஈரமாக வைத்திருக்கின்றது. அது தூசியையும் வேறு பொருள் இம்மிகளையும் நீக்கிவிடுகிறது. கண்ணீர் திரவத்தில் உள்ள ஓர் என்ஸைம் பாக்டீரியாவினை அழிக்கும் ஆற்றல் உடையதாக இருக்கிறது. கண்ணீர் மிகுதியாகும் பொழுது மூக்குக் குழிக்குள் கண்ணீர்க் குழாயின் (lacrymal duct) மூலம் வடிகிறது. அந்தக் கண்ணீர்க் குழாய் கண்களின் விழி வெளிப்படலத்தில் உள்ளிருந்து திறக்கிறது.

விழிக்கோளமானது மூன்று அடுக்குகளாலானது. அவை விழி வெளிப்படலம், விழியடிக்கரும்படலம், விழித்திரை என்பனவாகும்.

விழிவெளிப்படலம் வலுவுள்ள மீள்சக்தியற்ற நார்த்தன்மையுள்ள போர்வையாகும். இது விழிக்கோளத்தைச் சுற்றியுள்ளது.

விழியடிக்கரும்படலம், விழிவெளிப்படலத்திற்குள்ளே அடுத்துள்ள திசு அடுக்காகும். இதில் கண்ணிற்கு உணவும், ஆக்சிஜனும்

அளிக்கும் இரத்தத் தந்துகிகளின் வலைப்பின்னல் காணப்படும். அது ஆழ்ந்த கருப்பு நிறமுடையது. அதனால் கண்ணிற்குள் எதிரொளித்தலைக் குறைக்கிறது.

அடுத்த அடுக்கு **விழித்திரை** எனப்படும். இது ஒளிக்கு உடன் தூண்டப்படும் தன்மையுடையது. அங்கே இருவகையான ஒளிக்கு உடன் தூண்டப்படும் செயல்கள் உண்டு. அவை உருளைக் கம்பிகள், கூம்புகள் எனப்படும். கூம்புகள் வண்ண ஒளிக்கு உடன் தூண்டப்படும் தன்மை உள்ளது. உருளைகள் குறைந்த தீவிர முள்ள ஒளிக்கு உடன் தூண்டப்படும் தன்மையுள்ளது. இந்த செல்களிலிருந்து வரும் நரம்பிழைகள் விழித்திரையின் குறுக்கே கடந்து சென்று எல்லாம் ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெளிக் கிளம்பி பார்வை நரம்பாக மாறுகிறது. அது கபாலத்தைத் துளைத்துக் கொண்டு மூளைக்குள் போகிறது. நரம்பிழைகள் கண்ணைவிட்டு வெளியேறிப் பார்வை நரம்பாகும் பகுதியில் ஒளியினால் தூண்டப் படும் செல்கள் இல்லை. அதை குருட்டுத்தானம் (blind spot) என்கிறோம்.

விழித்திரையின் மையத்தில் ஒரு பள்ளம் இருக்கிறது. அது **போவியா** (fovea) எனப்படுகிறது. அது உணர்செல்கள் அதிக அளவில் குவிந்துள்ள பகுதியாகும். ஆகையால் அது உருவங் களின் மிகச்சரியான விளக்கத்தைக் கொடுக்கிறது. இங்கேதான் உருவின் வடிவமும், வண்ணமும் அதிக விவரங்களுடன் தெளிவாக உள்ளன.

பின் கண் ரசம் (Vitreous Humour) : விழிக் கோளத்தினுள் ஒரு நீர்க் கரைசல் உள்ளது. அதில் உப்புகள், சர்க்கரைகள் புரோட்டீன்கள் கரைந்துள்ளன. இந்தத் திரவமானது, விழிக் கோளத்தினுள் வருகின்ற ஒளியை விலகலடையச் செய்து விழித் திரையில் பிம்பம் விழும்படி செய்கிறது. விழி வெளிப்படலத்தின் மீது அது கொடுக்கும் அழுத்தமே கண்ணின் வடிவத்தை நிலையாக வைக்கிறது.

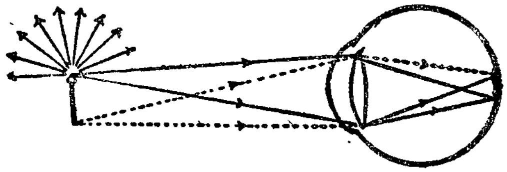
அடுத்து **படிகலென்ஸ்** (crystalline lens) அல்லது படிக வில்லையாகும். அது சிலியாத் தசைகளிலிருந்து தொங்கும் பந்தக இழைகளால் அதன் நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

சிலியாத்தசை என்பது லென்சைச் சுற்றி விழியடிக் கரும் படலத்தின் தடித்த விளிம்புப் பகுதியாகும். அது தசை நார் களையும் இரத்தக் குழாய்களையும் உடையது. அது ஒளி

ஊடுருவாத் திசுத்தகட்டைக் கொண்டது. விழியடிக் கரும்படலத்தின் வெளி விளிம்பின் தொடர்ச்சியாக உள்ளது. மையத்தில் ஒரு துளை உள்ளது. அதன் வழியாக ஒளி உள்ளே புகுந்து பிம்பம் உண்டாகக் காரணமாக இருக்கிறது. அதற்கு எதிர்ப்பு நிலையில் வட்ட வடிவ, ஆர வடிவத் தசைக் கூட்டங்கள் உண்டு. கருவிழியிலுள்ள (iris) தசை இழைகளின் தளர்வு கண்மணியின் (pupa) உருவைப் பெரிதாக்கவோ சிறியதாக்கவோ செய்கிறது. அதற்கேற்றவாறு கண்ணிற்குள் நுழையும் ஒளியின் தீவிரம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கருவிழி நிறமி அடுக்கை உடையதாக இருக்கின்றது. நிறமிகளின் நிறத்துக்குத்தக்கபடி கண்ணின் நிறம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. நீலக் கண்ணிற்கு நிறமிகள் கிடையாது. கருவிழியில் இரத்தக் குழாய்களும் உண்டு. கண்ணின் முன் பகுதியில் தெரியும் விழிவெளிப்படலம் (cornea) ஒளி புகும் ஒரு தகடாகும். அது கருவிழிக்கு முன்னதாக இருக்கிறது. உள்ளிருக்கும் விழிவெளிப்படலத்தின் தொடர்ச்சியாகும். அது வளைந்த பரப்பாகும். அதனால் ஒளி அதன் வழியாகக் கடந்து செல்லும் பொழுது அது விலகலடைந்து குவியத் தொடங்குகிறது. அது உள்ளே ஒரு திரவத்தை உடையதாக இருக்கிறது. அத்திரவம் முன்கண் ரசம் (aqueous humour) எனப்படும். அதுவும் ஒளிவிலகலுக்கு உதவுகிறது. கன்ஜங்டைவா என்பது ஒரு மெல்லிய மேல் செல் அடுக்காகும். கண் இமைகளின் உள் பகுதியின் மேல் பரப்பில் இருக்கிறது. அது விழிக்கோளத்தின் குறுக்கே, அதாவது ஒளி ஊடுருவும் விழிவெளிப் படலத்தின் முன்னே நீண்டு நிற்கிறது.

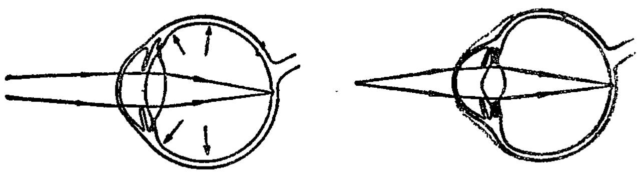
பிம்பம் உண்டாதலும் பார்வையும் : வெளிப் பொருள்களினால் திசைமாற்றிவிடப்பட்ட அல்லது எதிரொளிக்கப்பட்ட அல்லது நேரான ஒளிக்கதிர்கள் வளைபரப்பான விழிவெண்படலத்தின் வழியாக நுழைந்து கண்மணி வழியாக இருபுறக் குவிலென்சில் வந்து விழுகிறது. அது பின்கண் ரசத்தின் வழியாக விழித்திரையில் அவை விழும்படிக் குவிக்கிறது. அப்பொழுது பொருளில் இருந்து வரும் ஒளிப்புள்ளிகள் விழித்திரையில் ஒளிப்புள்ளிகளை உண்டு பண்ணுகின்றன. அதனால் தலைகீழான பிம்பம் உண்டாகிறது. ஒளி தூண்டும் செல்கள் அவற்றின்மேல் விழும் ஒளியினால் தூண்டப்பட்டு நரம்பிழைகளில் துள்ளலைகள் ஓடுகின்றன. இந்தத் துள்ளலைகள் பார்வை நரம்பு வழியாக மூளைக்குச் செல்கின்றன. அங்கே பொருளின் உருவம், நிறம், தூரம், இயல்பு பற்றிய பதிவு ஏற்படுகிறது. மூளையின் பார்வை மையத்தில் விழித்திரையின் தலைகீழ் பிம்ப நிலை தொடர்புபடுத்தப்பட்டு பொருளின் நேர்நிலை உணரப்படுகிறது.

கண்ணின் தக அமைதல்: கண் ஓய்வுறும் நிலையில் இருக்கும் பொழுது விழிலென்ஸ் மெல்லியதாகவும் நீள குவியத்தூரம் உடையதாகவும் இருக்கும். அது தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்ப்



பிம்பம் விழித்திரையில் உண்டாகும் விதம்
படம். 72

பதற்கு தகுந்த முறையில் அமைந்துள்ளது. ஆனால் ஒரு பொருள் நமக்கு அருகாமையில் இருந்தால் அதைச் சரியாகத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு லென்ஸ் தடிப்பாகும்படி செய்யப்படுகிறது. விழி லென்சைத்தாங்கி நிறுத்தும் சிலியாத்தசைகள் சுருங்குவதால் இது



1. தூரத்திலுள்ள பொருளுக்கு ஏற்பக் கண் தக அமைதல்
2. அருகிலுள்ள பொருளுக்கு ஏற்பக் கண் தக அமைதல்

படம். 73

ஏற்படுகிறது. அச்சுருக்கத்தால் லென்சினுடைய விட்டம் குறைக்கப்படுகிறது. தடிப்பான லென்ஸ் குறுகிய குவிபதூரம் உடையது. அதனால் அருகிலுள்ள பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்களை விழித்திரையில் குவியச் செய்கிறது. சிலியாத்தசைகளில் தளர்வு அல்லது விரிவு அடையும்போது விழிவெளிப்படலத்தில் தாக்கும் திரவ அழுத்தம் லென்சை இழுத்து அதன் பழைய வடிவத்திற்கு அல்லது நிலைக்கு வரும்படி செய்கிறது.

ஒளிமிக்க வெளிச்சத்தை நாம் பார்க்கும்போது, ஒளியின் தீவிரமானது விழித்திரைக்குச் சேதத்தை உண்டுபண்ணும். ஆகவே விழித்திரையைக் காக்கும் பொருட்டு ஓர் அனிச்சைச்செயல் நடைபெறுகிறது. கருவிழியின் வட்டத் தசைகள் சுருங்கிக் கண் பார்வையின் அளவைக் குறைக்கின்றன. எனவே குறைந்த அளவு ஒளியே உள்ளே அனுமதிக்கப்படுகிறது. ஒளி மங்கி இருக்கும்போது ஆத்

தசைகள் சுருங்குகின்றன. அதனால் கண் பாவை அகலமா கின்றது. அதிக ஒளி உள்ளனுப்பப்படுகின்றது. அது பிம்பத் தின் ஒளிரும் தன்மையை அதிகப்படுத்துகிறது. எனவே பொருளை நாம் தெளிவாகப் பார்க்கிறோம்.

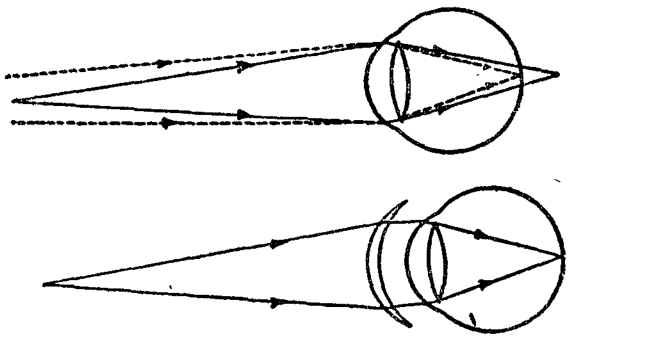
வண்ணப் பார்வை : நம் கண்களின் விழித்திரையில் மூன்று வகையான நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. அவை முறையே சிவப்பு, நீலம், பச்சை நிற ஒளிகளால் தூண்டப்படுவன. வெவ் வேறு வண்ண ஒளி அலைகள் வெவ்வேறு அலை நீளத்தை யுடையன. கூம்புகளின் வகைகள் அவற்றிற்குரிய அலை நீள முள்ள ஒளியால் தூண்டப்படுகின்றன. அவற்றின் எண்ணிக்கைக் கும், வகைகளுக்கும் தக்கபடிதான் மூளையானது வண்ணம் பற்றிய பதிவைப் பெறுகிறது. அதாவது ஏற்படுகின்ற தூண்டுதலின் மொத்தப் பதிவின் கூட்டுணர்வே வண்ணப் பார்வையாகிறது. பாலூட்டிகளில் மனிதன், குரங்குகள், மனிதக் குரங்கு, லெமூர்கள் தான் வண்ணத்தை அறிந்து பாராட்டமுடியும். மற்றவை கருப்பு வண்ணம், சாம்பல் நிறம் ஆகியவற்றைத்தான் காண்கின்றன. ஒவ்வொரு கண்ணும் ஒரு பொருளின் தனித்தனியான பிம்பத்தை ஏற்படுத்தினாலும் மூளையானது இரண்டையும் தொடர்புபடுத்தி இணைத்து பொருளின் ஒரே பிம்பமாகப் பார்க்கச்செய்கிறது. இரண்டு பிம்பங்களின் சேர்க்கையாவது திடத்தன்மையையும் பொருளின் மூவகை இயல்பையும் (three dimensional properties) காண உதவுகிறது. இரண்டு கண்களிலிருந்து வரும் பதிவுகள் சரியாகத் தொடர்பு படுத்தப்படவில்லையென்றால் ஒழுங்கற்று அமைக்கும் தன்மையாலோ அல்லது சாராயத்தால் பார்வை மையம் சுறுசுறுப்பற்ற நிலை அடைந்தாலோ நாம் இரண்டாகப் பார்க்கிறோம். இணைத்த பார்வை அறிவால் தூரத்தை அளந்திட உதவுகிறது. மனிதனுடைய பார்வைப் பரப்பின் கோணம் 200° யாகும், என்றாலும் 2° கோணத்தில் உள்ளடங்கியுள்ள போவியாவில் பிம்பத்தை ஏற்படுத்தி சரியாகப் பார்த்திடும் நிலைக்குள்ளாகும்.

எட்டப் பார்வை, கிட்டப் பார்வை (Long Sight, Short Sight)

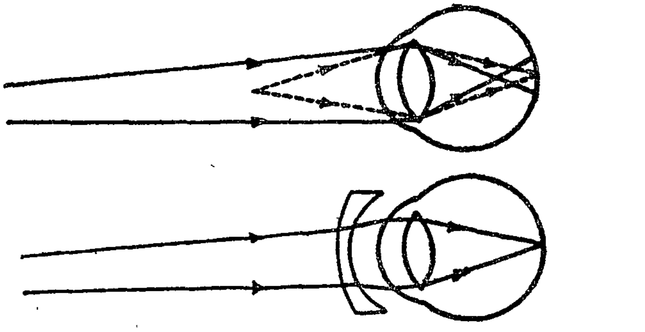
எட்டப் பார்வை சிறிய விழிக்கோளத்தாலும் வலுவற்ற லென்ஸ்களாலும் ஏற்படுகிறது. கிட்டப் பார்வை வழக்கமாக பெரிய விழிக்கோளத்தால் ஏற்படுகிறது.

எட்டப் பார்வையுள்ளவனுக்கு வெகு தூரத்திலுள்ள பொருளி லிருந்து வரும் ஒளியானது விழித்திரையில் குவியும்படி செய்யப்படு

கிறது. அருகிலிருக்கும் பொருளிலிருந்து வரும் ஒளியானது விழித் திரைக்குப் பின்னால் தான் குவியும்படி செய்யப்படுகிறது.



1. எட்டப்பார்வை குறை 2. குவிலென்சு கொண்டு நிவர்த்தி செய்தல்
படம். 74 (a)



1. கிட்டப்பார்வை குறை 2. குழிலென்சு கொண்டு நிவர்த்தி செய்தல்
படம். 74 (b)

கிட்டப் பார்வையுள்ளவனுக்கு தூரப்பொருளிலிருந்து வரும் ஒளியானது, விழித்திரைக்கு முன்னாலேயே குவிக்கப்படுகிறது. எட்டப் பார்வை குவிக்கும் இருபுறக் குவிலென்ஸாலும், கிட்டப் பார்வை விரிக்கும் இருபுறக் குழிலென்ஸாலும் சரிப்படுத்தப்படும்.

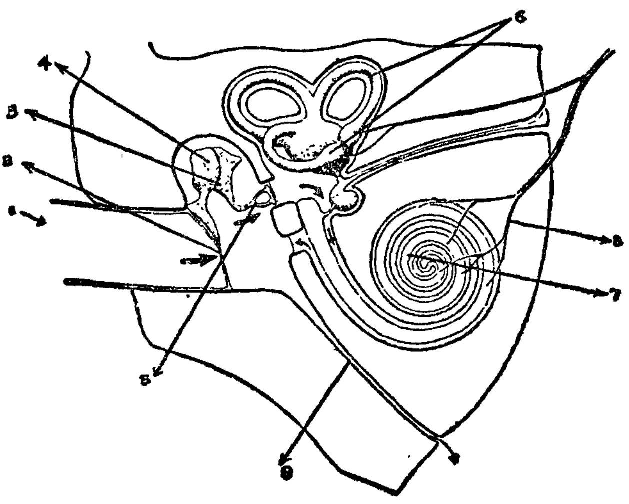
காது

காது காற்றில் உள்ள ஒலி அதிர்வுகளால் தூண்டப்படுவதாகும். அதிர்வுகள் செகண்டுக்கு 30 Hz. லிருந்து 30,000 Hz. வரை இருக்கவேண்டும். 30Hz.க்குக் குறைந்தாலோ 30,000 Hzக்கு அதிகமானாலோ ஒலியை நாம் உணரமுடியாது.

வெளி அமைப்பு

வெளிக் காது தோலாலும், குருத்தெலும்பாலும் ஆனது. அது மடல் எனப்படும். சில பாலூட்டிகளில் இது ஒலி அதிர்வுகளைக் குவித்துக் காதுக்குள் செலுத்தப் பயன்படுகிறது. வெளிக் காதிலிருந்து உள் செல்லும் சிறு குழாயின் உள்முடிவில் தோலும் மெல்லிய தசையிழைகளும் இணைந்துண்டான சவ்வு (tymphanum) ஒன்று இழுத்து விரித்த நிலையில் உள்ளது. அதுதான் செவிப்பறையாகும்.

இந்தச் செவிப்பறையின் மறுபுறத்தில் உள்ளே அதனுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பது மூன்று சிறிய எலும்புகளாகும். இவை கபாலத்தின் ஒரு சிறிய திறப்புடன் இணைந்திருக்கிறது. அது



செவியின் அமைப்பு

1. செவிக்குழல் 2. செவிப்பறை 3. பட்டடை எலும்பு
4. சுத்தி எலும்பு 5. அங்கவடி எலும்பு 6. அரைவட்டக் குல்லியங்கள்
7. நத்தை எலும்பு 8. செவி நரம்பு
9. நடுச் செவிக்குழல்

படம். 75

முட்டைவடிவப்பல கணியாகும். அது உட்காதிற்கு இட்டுச்செல்கிறது. இந்த மூன்று எலும்புகளும் கபாலத்தின் காற்று நிறைந்த பகுதியிலுள்ளன. இந்தப் பகுதியே நடுக்காது எனப்படும். இந்தக் குழியானது வாய்க்குழியில் பின்பகுதியோடு ஒரு குறுகிய

குழாயின் மூலம் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. அக்குழாய் யூஸ்டேசியன் குழாய் (eustachian tube) எனப்படும்.

உட்காது பெரும்பாலும் சுருண்ட குழாயாலானது. அது நத்தை எலும்பு (cochlea) எனப்படும். அதில் ஒரு திரவம் நிறைந் துள்ளது. அத்திரவத்தில் உணர்த்து முடிவுகள் உள்ளன. ஒலி அதிர்வுகள் இங்கு வந்து சேருகின்றன. இங்குபெற்ற இவ்வொலி அதிர்வுகள் நரம்புத் துள்ளலைகளாக மாற்றப்படுகின்றன

ஒலி அலைகள் வெளிக்காதில் நுழையும்போது செவிப்பறை யில் மோதி அதை அதிர்வடையச் செய்கின்றன. இந்த அதிர்வுகள் அதை ஒட்டியிருக்கும் சுத்தி எலும்பு, அதைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பட்டடை எலும்பு, அது தொட்டுக் கொண் டிருக்கும் அங்கவடி எலும்பு ஆகியவற்றின் மூலம் பரவி, அங்கவடி எலும்பு சேர்ந்திருக்கும் முட்டை வடிவப் பலகணியை அதிரச் செய்கிறது.

செவிப்பறையின் உருவ அளவு முட்டைவடிவப் பலகணியை விட மிகப் பெரியதாகும். அதனுடைய பெரிய அளவும் சிற்றெலும்பு களின் நெம்புகோல் வினையும் சேர்ந்து அதிர்வுகளின் விசையை சுமார் 22 மடங்கு பெருக்குகிறது.

அங்கவடி எலும்பின் அதிர்வானது உட்காதிலுள்ள, முக்கிய மாக நத்தை எலும்பிலுள்ள, செவி நிணநீர் என்னும் திரவத்தை ஆடி அதிர்வடையச் செய்கிறது. நத்தை எலும்பில் நீளமான, குட்டையான குறுக்கு நார்களால் உண்டான சவ்வு ஒன்று இருக் கிறது. குட்டையாயிருப்பவை அதிக அதிர்வெண் உடைய அதிர்வு களுக்கு எதிர் வினை புரிகின்றது. நீண்டிருப்பவை குறை அதிர் வெண் உடைய அதிர்வுகளுக்கு எதிர்வினை புரிகின்றன. இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட தொடர்ச்சியாயுள்ள நார்கள் மற்ற அதிர்வெண் அதிர்வுகளுக்கு எதிர்வினை புரிகின்றன. இந்த நார்கள் அதிர்வடையும் போது அவற்றின்மேல் தங்கியுள்ள உணர்த்துசெல்களைத் தூண்டுகின்றன. அவை கேள்வி நரம்பின் மூலம் துள்ளலைகளை மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. மூளையானது ஒலி மூலத்தின் வேறுபாட்டைப் பிரித்தறிகிறது..

வினாக்கள்

1. உடலின் எப்பகுதி எல்லாப் புலனுறுப்புகளையும் கட்டுப் படுத்துகிறது ?
2. தூண்டுதல் உணர்வு உறுப்பில் எங்கு உணரப்படுகிறது ?
3. உணர்வின் தீவிரம் எதைப் பொறுத்திருக்கிறது?

4. வலி உணர்வு எவ்வாறு உதவுகிறது?

5. முக்கியப் புலன்கள் யாவை? முக்கியப் பொறிகள் யாவை?

6. ருசி மொட்டுகள் யாவை? அவை எங்கே காணப்படு கின்றன?

7. வாசனை எவ்வாறு அறியப்படுகிறது?

8. கண்ணின் பாகங்களைப் படத்துடன் விவரி.

9. கண்ணின் எப்பாகம் ஒளி உணரும் பாகமாக உள்ளது?

10. ஒளியின் அளவு கண்ணினுள் புகும்பொழுது எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது?

11. விழித்திரையிலே எவ்வாறு பிம்பம் விழுகிறது?

12. பார்வையை நாம் எவ்வாறு உணர்கிறோம்?

13. எட்டப்பார்வை, கிட்டப்பார்வையின் காரணம் யாது? அவை எவ்வாறு நிவர்த்திக்கப்படுகின்றன?

14. செவியின் பல்வேறு பாகங்கள் யாவை?

15. உட்செவிக்கு வெளியிலே காற்றிலுள்ள அதிர்வு எவ்வாறு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது? நாம் எவ்வாறு கேட்கி றோம்?

தெரிந்துகொள்

கண் : காட்ராக்ட் (cataract) என்னும் கண் குறையானது விழிலென்ஸ் ஒளிபுகாத் தன்மையை அடைவதனால் ஏற்படுகிறது. அந்தக் குறையை நீக்க விழிலென்ஸ் முழுவதாக நீக்கப்படுகிறது. இந்த அறுவை நீக்கத்தால் என்ன தீய விளைவுகள் ஏற்படலாம்?

காது : காது நத்தை எலும்புகளைப் பயனற்ற நிலையில் உடைய ஒருவர் கைக்கெடிகாரமொன்றை காதுக்கருகில் வைத்திருப்பதைவிட, தலையில் சேர்த்து அழுத்தி வைத்திருக்கும்போது அதன் ஒலியைக் கேட்க முடியும். இவ்விளைவை விளக்குக.

12. பெற்றோர் பாதுகாப்பு

இளம் உயிரிகள் நன்கு வளர்ந்து தம்மைத் தாமே பாதுகாத்துக் கொள்ளும் நிலையை அடையும் வரை அவற்றின் பெற்றோர்களால் தரப்படும் பாதுகாப்பையே, 'பெற்றோர் பாதுகாப்பு' என்கிறோம்.

தட்பவெப்ப நிலைகளிலிருந்தும், விரோதிகளிடமிருந்தும் இளம் உயிரிகள் பாதுகாக்கப் படவேண்டும். சில இளம் உயிரிகளைப் பெற்றோர்கள் நேராக உணவை ஊட்டி வளரச் செய்கின்றன. சில இளம் உயிரிகளைப் பாதுகாக்கக் கூடுகளை அமைக்கின்றன.

இந்தப் பெற்றோர் பாதுகாப்பை, முக்கியமாக அதிக அளவில் பாலூட்டிகளில் காண்கிறோம். மேலும் மீன்கள், பறவைகள் மற்றும் சில முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்கள் ஆகியவைகளிடம் இப் பண்பினைக் காண்கிறோம்.

கூடுகள் கட்டி இளம் உயிரிகளைப் பாதுகாத்தல்

கௌராமி என்ற மீன்வகை ஆற்று நீரில் பாசிகளையும் நீச் நாணலையும் கொண்டு கூடு அமைக்கிறது. அதில் பெண் மீன் முட்டையிடுகிறது. ஆண் மீன் அவற்றை கருவுறச்செய்கிறது. ஆணும் பெண்ணும் முட்டைகள் பொரித்து குஞ்சுகள் நன்கு நீந்தும் வரை பாதுகாக்கின்றன. குஞ்சுகள் தாங்களாகவே உணவை உட்கொள்ளும் வரை பெற்றோர்கள் அவற்றை பாதுகாக்கின்றன.

கடல்குதிரை என்று அழைக்கப்படும் ஒருவகை கடல்மீனில் இப்பண்பினைக் காணலாம். கருவுற்ற முட்டைகளை ஆணின் வயிற்றுப் புறமுள்ள ஒரு பையினுள் பெண்மீன் இடுகிறது. இவை பொரித்து நன்கு வளரும் வரை ஆண்மீன் இவற்றை பாது காக்கின்றது. ஆண் விலங்கு முட்டைகளைப் பாதுகாத்து வளர்க் கிறது என்பதற்கு இது சிறந்த உதாரணம் ஆகும்.

பிரேசில் நாட்டில் உள்ள ஒரு வகை தவளை, குட்டையின் ஓரத்தில் தனியாக ஒரு சிறிய பள்ளமான பாகத்தைக் குஞ்சுகள் பொரிக்கும் பாதுகாப்பான இடமாகச் செய்து அதில் முட்டைகளை இடுகிறது. இவைகள் நன்கு வளரும் வரை இப்பகுதியில் பாது காப்பாகக் காப்பாற்றப்படுகின்றன. பின் அவை குட்டைக்குத் தத்திச்சென்று வளர்கின்றன. பெருமழை ஏற்படும்போது அவை குட்டையின் மீதிப்பகுதியுடன் இணைந்து விடுகின்றன.

மற்றொரு வகையான தவளை சூழ்நிலைப் பொருளாலான புறா கூடுபோன்ற பையினுள் முட்டைகளை இடுகிறது. இக்கூடு மிதந்துசெல்கிறது. முட்டைகள் பொரித்துக் குஞ்சுகள் நன்கு வளர்ந்தவுடன் அவை இப்பையைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளி வந்து நீந்திச்செல்கின்றன.

நுரையாலான ஒரு கூட்டில், நீர் மட்டத்திற்குச் சற்று மேலாக அமைந்துள்ள நாணலில் தவளைகள் முட்டைகளை இடுகின்றன. குஞ்சுகள் பொரித்து வளர்ந்தவுடன் அவை நீரில் வீழ்ந்து நீந்திச் செல்கின்றன. இத்தகைய தவளைகளைத் தென் அமெரிக்கா விலும், ஆப்பிரிக்காவிலும் காணலாம். இவை மரத்தில் வாழும் தவளைகள்.

சில தவளைகள் குட்டைகளின் நீர் உறையும்போது அவற்றின் குஞ்சுகளை தங்கள் முதுகில் சுமந்து சென்று நீர் உள்ள மற்றொரு குட்டையை அடையச் செய்கின்றன. சில ஆண் தவளைகள் முட்டைகள் நிரம்பிய கூடுகளை தங்கள் கால்களுக்கிடையில் தாங்கிச் செல்கின்றன.

எலைட்டிஸ் என்ற ஒருவகைத் தவளை முட்டைகளை எல்லாம் வரிசையாக நூல்போல் இணைத்து தன் உடலுடன் சுற்றிக் கொண்டு ஈரத்தரையில் சென்று பதுங்கி வாழும். அடிக்கடி நீருக்குள் சென்று அவற்றை ஈரமாக்கி மீண்டும் மண்குழிக்கு வந்து விடும். தலைபிரட்டைகள் நன்கு வளரும் நிலையில் அது நீரில் குதித்து நீந்திச்செல்லும். தலைப்பிரட்டைகள் அங்கு உருமாற்றம் அடைந்து சிறிய தவளைக் குஞ்சுகளாக மாறுகின்றன.

மற்றொரு வகை பறக்கும் தவளை நீர் நிலைகளுக்கு அருகில் முட்டைகளை இட்டுப் பாதுகாக்கிறது.

பெற்றோர் பாதுகாப்பினை அதிக அளவில் பறவைகளிடம் காணலாம். தாய், தந்தை பறவைகள் பாதுகாப்பான கூட்டினைக் கட்டி அதில் பெண்பறவை முட்டைகளை இடுகிறது. பறவைகள் (பெற்றோர்) முட்டைகள் மீது அமர்ந்து அடைகாக்கின்றன. குஞ்சுகள் வெளிவந்த பிறகு அவைகளுக்கு ஏற்ற உணவை ஊட்டி வெகுவேகமாக வளரச் செய்கின்றன. அவைகளுக்கு இறக்கைகள் முளைத்தவுடன், அவற்றிற்கு நன்கு பறக்கக் கற்றுக் கொடுக் கின்றன. உணவைத் தேடவும் அவைகளுக்கு கற்று கொடுக்கப் படுகின்றன.

இந்த பண்பை நாம் புறா, காகம், கோழி இவற்றின் அன்றாட வாழ்வில் காண்கிறோம். பொதுவாகப் பெண்பறவைதான் அடை காக்கும். ஆனால் ஆண் நெருப்புக்கோழிதான் முட்டையை அடைகாக்கிறது.

இப்பண்பினைப் பாலூட்டிகளில் பெருமளவில் நாம் காண்கிறோம். தாய் மிருகம் தனது உடலில் உண்டாகும் பாலைக் குழந்தைகளுக்குக் கொடுத்து வளரச் செய்கின்றன. பசு தன் குட்டிக்குப் பால் கொடுப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். அன்றாட வாழ்வில் நாய், பன்றி, பூனை ஆகியவை தங்கள் குட்டிகளுக்கு பால்கொடுத்து வளர்ப்பதைப் பார்த்திருக்கிறோம். மனித குலத்தில், தாய் தன் குழந்தைக்குப் பால் கொடுத்து வளர்ப்பதைக் காணலாம். மனிதவர்க்கத்தில் தாய்காட்டும் பெற்றோர் பாதுகாப்பு இவ்வுலகில் ஈடு இணையற்றது.

வினாக்கள்

1. பெற்றோர் பாதுகாப்பு என்றால் என்ன?

2. பெற்றோர் பாதுகாப்பைக் காண்பிக்கும் சில விலங்குகளைக் கூறு.

3. கௌராமி மீன் எவ்வாறு பெற்றோர் பாதுகாப்பைக் காண்பிக்கிறது ?

4. கடல் குதிரை காண்பிக்கும் பெற்றோர் பாதுகாப்பைக் கூறு.

5. தென் அமெரிக்காவிலும் தென் ஆப்பிரிக்காவிலும் உள்ள சில தவளைகள் காண்பிக்கும் பெற்றோர் பாதுகாப்பை விரிவாகக் கூறு.

6. மீன், தவளை ஆகியவற்றைவிடப் பறவைகள் பெற்றோர் பாதுகாப்பை எவ்வாறு காண்பிக்கின்றன?

7. பாலூட்டிகள் எவ்வாறு பெற்றோர் பாதுகாப்பை அதிகமாகக் காண்பிக்கின்றன என்றும் அவற்றுள் மனிதனே எவ்வாறு மிக அதிகமாகப் பெற்றோர் பாதுகாப்பைக் காண்பிக்கின்றான் என்றும் கூறு.

13. உருமாற்றம்

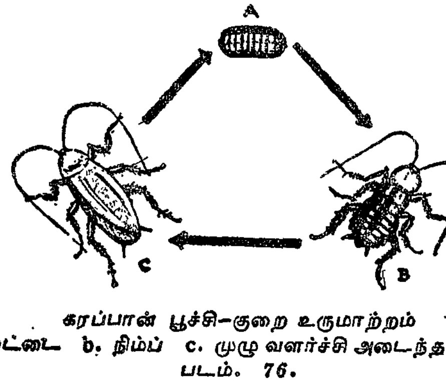
கோழி, வாத்து, பறவைகள் இவற்றின் முட்டைகள் பொரித்தவுடன் அவற்றிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள், தங்கள் உருவத்தில் தாய்ப்பறவைகளைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால் அளவில் சிறியவைகளாக உள்ளன.

ஆனால் சில உயிரினங்களின் முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளம் உயிரிகள், தங்கள் பெற்றோர்களைப்போல் இருப்பதில்லை. முற்றிலும் வேறுபட்டும் காணப்படுகின்றன. சில புழுக்களைப் போல் தோற்றமளிக்கின்றன. அவை நாளாவட்டத்தில் உண்டு வளர்ந்து பல உருமாற்றங்களை அடைந்து பின் தங்கள் பெற்றோர்களைப்போன்று அமைகின்றன.

தவளையின் முட்டையிலிருந்து வெளிவருவது தலைபிரட்டையாகும். இது ஒரு சிறிய தவளையாக மாறுமுன் பல படிப்படியான மாற்றங்களை அடைகிறது. இந்த படிப்படியான மாற்றங்களைத்தான் நாம் உருமாற்றம் என்கிறோம்.

இதே உருமாற்றம் மூன்று வகைகளில் ஏற்படுகிறது. பூச்சியினங்களில் நேர்வளர்ச்சி மாற்றம், குறை உருமாற்றம், முழு உருமாற்றம் என்ற மூன்று வகை மாற்றங்களை நாம் காணமுடியும்

நேர்வளர்ச்சி மாற்றம் : புத்தகப் பூச்சி (வெள்ளி மீன்) என்ற பூச்சி பதினோரு கண்டங்களையுடைய உடலையுடையது. மிகச்



கரப்பான் பூச்சி—குறை உருமாற்றம்
a. முட்டை b. நிம்ப் c. முழு வளர்ச்சி அடைந்த பூச்சி
படம். 76.

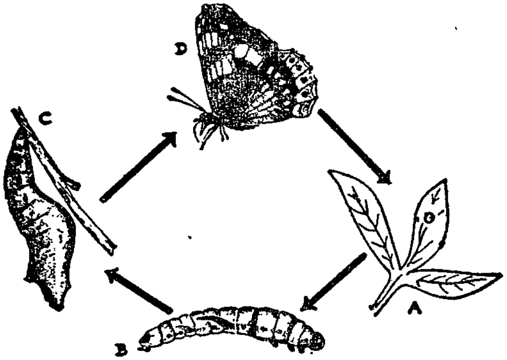
சிறிய கால்களையும் பக்கப்பகுதிகளையும் கொண்டது. இவற்றில் இளம் உயிரிகள் நேராக வளர்ந்து தாயின் உருவத்தைப் பெறுகின்றன.

குறை உருமாற்றம் : பெண் கரப்பான்பூச்சி தனது முட்டைகளை ஒரு சிறிய மெல்லிய ஓட்டாலான பெட்டியில் இடுகிறது. இது படகு வடிவம் கொண்ட பெட்டியாகும். இதனுள் முட்டைகள் இரு வரிசையில் அமைந்துள்ளன. இவைகள் பொரிக்கப்படும் போது இளம்பூச்சியாக வெளிவருகிறது. உருவத்தில் தாயைப் போல் காணப்பட்டாலும் அவற்றில் பல மாற்றங்கள் உள்ளன. ''நிம்ப்'' எனப்படும் இப்பூச்சிக்கு இறக்கைகள் கிடையாது. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இல்லை. வண்ணத்திலும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது.

இது வளர வளர அதன் மேலுறை உரிந்து பின் தாயின் உருவத்தை அடையும். இதற்கு 'தோலுரித்தல்' என்று பெயர், கரப்பான் பூச்சியில் இது ஏழுமுறை நடைபெறுகிறது. இதற்கு இறக்கைகளும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் உண்டாகிவிடுகின்றன. இந்த உருமாற்றம் நிகழ ஒன்பது மாதம் பிடிக்கிறது. இத்தகைய மாற்றங்களையே குறை உருமாற்றம் என்கிறோம்.

குறை உருமாற்றத்தை வெட்டுக்கிளிகளிலும், தும்பியினங்களிலும் காணலாம்.

முழு உருமாற்றம் : வண்ணத்துப்பூச்சி, பட்டுப்பூச்சி, கொசு



வண்ணத்துப்பூச்சி—வளர்ச்சி பருவம்
A. முட்டை B. லார்வா
C. கூட்டுப்புழு D. முழுவளர்ச்சி அடைந்த பூச்சி
படம். 77

இவற்றின் வாழ்க்கையில் முட்டையிலிருந்து தாய் உருவத்தை அடையும் மாற்றத்தை முழு உருமாற்றம் என்கிறோம்.

மிக அழகிய இறக்கைகளை அடித்துக்கொண்டு நமது கவனத்தை ஈர்க்கும் வண்ணத்துப்பூச்சி, தனது முட்டைகளை இலைகளின் அடிப்பாகத்தில் பாதுகாப்பாக இடுகிறது. முட்டைகளின் மேற்பரப்பிலுள்ள பசைபொருள் அவைகளை இலைகளுடன் நன்கு ஒட்டிக்கொள்ளச் செய்கின்றன.

சூரியவெப்பத்தால் இம்முட்டைகள் ஏழுநாட்களில் பொரிந்து 'லார்வா' என்ற புழுக்கள் வெளிவருகின்றன.

இவற்றை நாம் கம்பளிப்புழுக்கள் என அழைக்கிறோம். இது பதின்மூன்று உடற்கண்டங்களைக் கொண்டது. தனிப்பட்ட தலைப்பகுதியும் உள்ளது. முதல் மூன்று உடற்கண்டங்களை மார்பு என்றும், மீதி கண்டங்களை வயிறு என்றும் கூறலாம். தலைப் பகுதியில் இரண்டு கூட்டுக்கண்கள் உள்ளன. ஒரு சோடி உணர் கொம்புகளும் உள்ளன. வாயில் இருதாடைகளும் லேபியம் என்ற உதடும் உள்ளது. லேபியத்தின் அருகில் உள்ள சுரப்பிகளி லிருந்து கசியும் திரவம் அது இலையுடன் ஒட்டிக்கொள்ள உதவு கிறது. இது நன்கு உண்டு ஐந்துமுறை தோலுரிக்கிறது. பின் அசைவற்ற உறக்கநிலையான 'ப்யூப்பா' நிலையை அடைகிறது. இப்போது இது உணவு உட்கொள்வதில்லை. இந்த நிலை 10 அல்லது 12 நாட்கள் நீடிக்கிறது. அதன் உள், வெளி அமைப்பு களில் பல மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

வெளியுறையை பிய்த்துக்கொண்டு 'இமேகோ' பூச்சி வெளி வருகிறது. இறக்கைகளை அடித்து பறந்து செல்கிறது. இது தன் உணவான மலரிலுள்ள மதுவை நாடி மலருக்கு மலர் பறந்து செல்கின்றன. மலர்களிலுள்ள மதுவை உறிஞ்சுவதற்கு ஏதுவாக அதன் வாய்புறம் நீண்ட உறிஞ்சுகுழல் உள்ளது. உணவினை உறிஞ்சாதபோது அது குழல்போல் சுருண்டு காணப்படும். இரண்டு உணர்ச்சி அரும்புகள் தலையில் காணப்படுகின்றன.

முழுஉருமாற்றம் அடைய ஏறத்தாழ ஆறு அல்லது ஏழு வாரங்கள் பிடிக்கின்றன.

பட்டுப்பூச்சியின் வாழ்க்கையும் வண்ணத்துப்பூச்சியின் வாழ்க்கையைப் போன்றதே. ஆனால் இங்கு கம்பளிப்புழு தனது ப்யூப்பாப் பருவத்தில் மெல்லிய பட்டிழையினாலான ஒரு கூட்டைத் தன்னைச் சுற்றிக்கட்டிக் கொண்டு உறங்குகிறது இந்தக் கூட்டிலிருந்துதான் நாம் பட்டு இழையைப் பெறுகிறோம்.

வினாக்கள்

1. உருமாற்றத்தின் மூன்று வகைகளைக் கூறு.

2. கரப்பான் பூச்சியின் வாழ்க்கை வரலாற்றில் நிகழும் உருமாற்றத்தை விவரி.

3. வண்ணத்துப்பூச்சி அல்லது பட்டுப்பூச்சியின் வாழ்க்கை வரலாற்றில் நிகழும் உருமாற்றத்தை விவரி.

4. தேங்கிய நீரில் நிகழும் கொசுவின் வாழ்க்கை வரலாற்றில் காணும் உருமாற்றத்தை உற்றுக் கவனித்து அறிந்து கொள்க.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

கற்க கசடற

Printed by:
POORNAMALA PROCESS,
SIVAKASI-626123.