

# புதிய விஞ்ஞானம் 10





# புதிய விஞ்ஞானம்

10 ஆம் ஆண்டு

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்

(100.00) 1981/82

முதலாம் பதிப்பு	1986
இரண்டாம் பதிப்பு	1987
மூன்றாம் பதிப்பு	1988
நான்காம் பதிப்பு	1989
ஐந்தாம் பதிப்பு	1990
ஆறாம் பதிப்பு	1991
ஏழாம் பதிப்பு	1992
எட்டாம் பதிப்பு	1993
ஒன்பதாம் பதிப்பு	1994
பத்தாம் பதிப்பு	1995
பதினொன்றாம் பதிப்பு	1996
பனிரெண்டாம் பதிப்பு	1997
பதின்மூன்றாம் பதிப்பு	1998

எல்லா உரிமையும் இலங்கை அரசினர்க்கே

01

அம்பலங்கொடை வதுகெதர, இலக்கம் 341, எல்பிடிய நோட். மஹிந்த பிரின்டர்ஸ் (பிறைவேற்) லிமிரெட் அச்சகத்தில் அச்சிட்டுக் கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களத்தால் வெளியிடப்பட்டது.

98/௧௫/105/(60,000)

மாணகல்வகை இலக்கம் 341



நல்லறம் அறிவான்ற தலைமுறை  
நம் நாட்டிலே தோன்றிட  
நம் மரசளிக்கும் கொடையிது  
நல்வழி காட்டும் நல்லொளியாம்!

உங்கள் பின்வரும்  
உடன்பிறவிகள் பொருட்டும்  
உணர்வுடன் இதைப்பேணல்  
உங்கள் கடனெனக் கொள்வீர்!

அறிவை வளர்த்திடச் சமவுரிமை  
அனைவர்க்கும் வழங்கும் நோக்கில்  
அரசு தரும் ஏடிதை  
அக மகிழ்ந்து ஏற்றுடுவீர்!

**றிச்சட் பதிறண**

கல்வி, உயர் கல்வி அமைச்சர்

## தேசிய கீதம்

சிற் லங்கா தாயே - நம் சிற் லங்கா  
நமோ நமோ நமோ நமோ தாயே

நல்லெழில் பொலி சீரணி  
நலங்கள் யாவும் நிறை வான்மணி லங்கா  
ஞாலம் புலழ் வள வயல் நதிமலை மலர்  
நறுஞ்சோலை கொள் லங்கா  
நமதுறு புகலிடம் என ஒளிர்வாய்  
நமதுதி ஏல் தாயே  
நமதலை நினதடி மேல் வைத்தோமே  
நமதுயிரே தாயே—நம் சிற் லங்கா  
நமோ நமோ நமோ நமோ தாயே

நமதாரருள் ஆனாய்  
நவை தவிர் உணர் வானாய்  
நமதேர் வஸியானாய்  
நவில் சுதந்திரம் ஆனாய்  
நமதிளமையை நாட்டே  
நகு மடி தனையோட்டே  
அமைவுறும் அறிவுடனே  
அடல்செறி துணிவருளே—நம் சிற் லங்கா  
நமோ நமோ நமோ நமோ தாயே

நமதார் ஒளி வளமே  
நறிய மலர் என நிலவும் தாயே  
யாமெலாம் ஒரு கருணை அனை பயந்த  
எழில்கொள் சேய்கள் எனவே  
இயலுறு பிளவுகள் தமை அறவே  
இழிவென நீக்கிடுவோம்  
ஈழ சிரோமணி வாழ்வுறு பூமணி  
நமோ நமோ தாயே—நம் சிற் லங்கா  
நமோ நமோ நமோ நமோ தாயே

## நூன்முகம்

1999 ஆம் ஆண்டுக்கென இந்நூல் மறுபதிப்புச் செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஈ.டபிள்யூ. அபேநாயக்க  
பதில் கல்வி வெளியீட்டு ஆணையாளர்

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்  
"இசுறுபாய"  
பத்தரமூல்லை.  
1998.05.03

### முகவுரை

கல்வி அமைச்சினால் தயாரிக்கப்பட்ட புதிய பாடத்திற்கமைப 9 ஆம் ஆண்டு மாணவருக்கென எழுதி இரு பகுதிகளாக வெளியிடப்பட்ட புதிய விஞ்ஞான நூல்கள் ஒரு நூலாக ஒன்று சேர்க்கப்பட்டுத் திருத்தி அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

'அலகு' என மூன்பு குறிப்பிட்ட சொல் 'அத்தியாயம்' என மாற்றப்பட்டுள்ளது. அத்துடன், இந்நூலில் அத்தியாயங்களின் ஒழுங்கும் பாடத்திட்டத்திலுள்ள அலகுகளின் ஒழுங்கு முறைப்படியே ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளது.

இந்நூலை எழுதி அச்சிட்டு வெளியிடும் பொருட்டுத் திணைக்களத்தின் உத்தியோகத்தர்களுக்கு உதவிய ஆலோசனைக் குழுவினருக்கும் எழுத்தாளர் குழுவினருக்கும் எமது மனமார்ந்த நன்றி. இந்நூல் நேரடியாகச் சிங்களத்திலிருந்து தமிழுக்கு மொழிபெயர்க்கப்பட்டுள்ளது.

இந்நூலைப் பயன்படுத்துவோரிடமிருந்து ஆக்கப்பாடான ஆலோசனைகள் எமக்கு வழங்கப்பட்டால் அவை உவந்தேற்கப்படும்.

எம். கே. ஜே. ஏ. அல்விஸ்  
ஆணையாளரும் பிரதிக் கல்விப்  
பணிப்பாளர் நாயகமும்

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்  
"இசுறுபாய"  
பத்தரமூல்லை  
1993.03.24





## ஆலோசனைக் குழு

எம். கே. ஜே. ஏ. அல்விஸ்-கல்வி வெளியீட்டு ஆணையாளரும் பிரதிக் கல்விப் பணிப்பாளர்  
நாயகமும்  
கே. பீ. எம். ஜயதிலக - மேலதிக ஆணையாளர் கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்

## எழுத்தாளர் குழு

ஏ. ஆர். பீ. இராஜமந்திரி  
லலந்த எஸ். பெரேரா  
ஆர். அரங்கல  
ஜீ. எம். கௌதமதாச  
எம். பீ. டபிள்யூ. பிராணந்து  
ஏ. டி. எச். யாப்பா  
திருமதி பத்மினி இரணவீர  
திருமதி எல். ஆர். எம். பத்திரன  
திருமதி பத்மசீலி ஹேரத் மெனிக்கே  
திருமதி எஸ். சுகததாச  
திருமதி எல். யகம்பத்

## மொழிபெயர்ப்பாளர் குழு

எம். எச். எம். யாகூத்  
ஏ. ஜீ. எம். கராமத்  
ஏ. ஆர். எம். எம். நாளீம்  
எம். ஏ. எம். ஜவாத் மரைக்கார்

## பதிப்பாசிரியர்கள்

திருமதி. ப. செல்வராசா  
எஸ். தோய் காந்தராஜ்  
திருமதி. க. சிவபாதசுந்தரம்  
ந. வாசீசமூர்த்தி  
சி. ரவீந்திரன்

## சித்திரம்

திலக் ஜயசூரிய  
எம். ஜஸ்மின்  
செல்ட்டன் திசாநாயக்க

## அட்டைப் படம்

எஸ். எஸ். பி. ஹேரத்



## பொருளடக்கம்

	பக்கம்
<b>அத்தியாயம் 1 சடப்பொருள் எங்ஙனம் ஆக்கப்பட்டுள்ளது</b>	<b>— 1</b>
1.1 அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் ...	1
1.2 இலத்திரனின் நிலையமைப்பும் வலுவளவும் ...	2
1.3 அயன்கள் ...	4
1.4 சூத்திரங்கள் ...	4
1.5 எளிய சேர்வைகளின் சூத்திரங்கள் மூலம் மூலக்களின் வலுவளவை அறிதல் ...	6
1.6 அணுக்களை நிறுத்தலும் அணுக்களை எண்ணுதலும் ...	7
<b>அத்தியாயம் 2 திணிவு மாறாவிதி</b>	<b>— 11</b>
2.1 மூடிய தொகுதி ...	11
2.2 இரசாயனச் சமன்பாடு ...	13
2.2.1 இரசாயச் சமன்பாட்டைச் சமநிலைப்படுத்தல் ...	13
2.3 இரசாயனத்தாக்க வகைகள் ...	14
2.3.1 இரசாயனச் சேர்வைத் தாக்கங்கள் ...	14
2.3.2 இரசாயனப் பிரிகைத் தாக்கங்கள் ...	14
2.3.3 ஒற்றை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கங்கள் ...	14
2.3.4 இரட்டை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கங்கள் ...	15
<b>அத்தியாயம் 3 கரைசல்களும் அவற்றின் செறிவும்</b>	<b>— 18</b>
3.1 கரைசல்கள் ...	18
3.2 கரைசலின் செறிவு ...	18
3.3 கரைசலின் அடர்த்தியும் அதன் செறிவும் ...	21

அத்தியாயம் 4 மனித உடலினுள் பதார்த்தங்கள் கொண்டு செல்லப்படுதல் 24

4.1 குருதி	...	...	24
4.1.1 செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்	...	...	25
4.1.2 வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்	...	...	26
4.1.3 குருதிச் சிறுதட்டுக்கள்	...	...	26
4.1.4 குருதித் திரவவிழையம்	...	...	26
4.2 மனித இதயமும் அதன் தொழிற்பாடுகளும்	...	...	26
4.2.1 இதயம்	...	...	26
4.3 குருதிச் சுற்றோட்டம்	...	...	29
4.3.1 நாடித்தொகுதி	...	...	30
4.3.2 நாளத்தொகுதி	...	...	31
4.4 கலங்களுக்கும் குருதிக்கும் இடையில் பதார்த்தப் பரிமாற்றம்	...	...	34
4.4.1 இழையப் பாயமும் நிணநீர்த் தொகுதியும்	...	...	35
4.5 குருதி மாறுபாடு செலுத்துதலும் குருதித் தொகுதிகளும்	...	...	37
4.5.1 குருதி வழங்குவோரும் குருதி வாங்குவோரும்	...	...	37
4.5.2 குருதி தொடர்பான நோய்கள்	...	...	37

அத்தியாயம் 5 மூலகங்களும் ஆவர்த்தனவியல்பும் — 41

5.1 மூலகங்கள்	...	...	41
5.2 மூலகப் பாகுபாடு	...	...	42
5.3 ஆவர்த்தனவியல்பு	...	...	47
5.3.1 ஆவர்த்தன அட்டவணை	...	...	48

அத்தியாயம் 6 வெப்பம் — 54

6.1 வெப்பமும் வெப்பநிலையும்	...	...	54
6.1.1 வெப்பம் பாய்ந்து செல்கின்றதா?	...	...	56
6.2 பொருள்களின் வெப்பக் கொள்ளளவு	...	...	57
6.3 தன்வெப்பக் கொள்ளளவு	...	...	58
6.4 மறைவெப்பமும் நிலைமாற்றமும்	...	...	61
6.4.1 உருகலின் தன் வெப்பம்	...	...	64
6.4.2 திரவ — வாயு நிலைமாற்றங்கள்	...	...	66
6.5 எரிபொருள்கள்	...	...	69
6.6 தகனத்திற்குத் தேவையான காரணிகள்	...	...	73
6.6.1 மெழுகுதிரியின் சுவாலை	...	...	74
6.6.2 பன்சன் சுவாலை	...	...	75
6.6.3 வெடிமருந்து தகனமுறுவது எவ்வாறு?	...	...	75
6.7 தீ அணைத்தல்	...	...	76

6.7.1 தீ அணைக்கும் கருவிகள்	...	...	77
6.8 அடுப்பு, குளை	...	...	78
6.8.1 அடுப்பு வகைகள்	...	...	78
6.8.2 சூட்டடுப்புகள்	...	...	80
6.8.3 குளைகள்	...	...	82

## அத்தியாயம் 7 இரசாயனப் பிணைப்புகள் — 87

7.1 அணுக்களுக்கிடையே உள்ள பிணைப்புகள்	...	...	88
7.1.1 மின்வலுப் பிணைப்பு	...	...	89
7.1.2 பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்புகள்	...	...	90
7.1.3 ஈதல் பிணைப்புகள்	...	...	92
7.2 சக்தியும் பிணைப்புகளும்	...	...	93

## அத்தியாயம் 8 உயிர்த் தொழிற்பாடுகளுக்காகச் சக்தியைப் பிறப்பித்தல் 97

8.1 மனிதனின் சுவாசத் தொகுதி	...	...	97
8.1.1 சுவாசத் தொழிற்பாடு	...	...	100
8.1.2 உட்கவாச வளியினதும் வெளிச்சுவாச வளியினதும் அமைப்பு	...	...	102
8.1.3 வாயுப்பரிமாற்றம் சிறப்பான முறையில் நடைபெறுவதற்காக நுரையீரல்கள் இயைபாக்கம் அடைந்துள்ள விதம்	...	...	104
8.2 கலச்சுவாசம்	...	...	104
8.2.1 தாவரச் சுவாசம்	...	...	105
8.3 வளியின்றிய சுவாசம்	...	...	107
8.3.1 வளியின்றிய சுவாசத்தின் விளைவுகளைப் பரிசீலனை செய்தல்	...	...	108
8.4 சுவாசத் தொகுதியுடன் தொடர்புடைய நோய்கள்	...	...	108
8.4.1 புகைத்தல் சுவாசத் தொகுதியைப் பாதிக்கும் விதம்	...	...	109
8.4.2 ஏனைய நோய்களும் கோளாறுகளும்	...	...	109

**அத்தியாயம் 9 மனித உடலினுள் உண்டாகும் கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றல்** **112**

9.1 மனித உடலினுள் நடைபெறும் அனுசேபத் தொழிற்பாடுகள்	112
9.1.1 மனிதனின் கழிவுகளும் உறுப்புகள்	... 112
9.2 மனிதனின் சிறுநீரகத் தொகுதி	... 113
9.2.1 சிறுநீரகத்தின் உள்ளமைப்பு	... 115
9.2.2 சிறுநீரகங்களுடன் தொடர்புடைய நோய்கள்	... 118
9.3 மனிதனின் நுரையீரலும் தோலும்	... 118

**அத்தியாயம் 10 இரசாயனத் தாக்கங்களின் தாக்கவீதம்** **121**

10.1 இரசாயனத் தாக்கங்களின் தாக்கவீதத்தை எவ்வாறு அளக்கலாம்?	... 121
10.2 தாக்கவீதத்தில் பங்களிப்புச் செய்யும் காரணிகள்	... 122
10.3 மீளுந்தாக்கங்களின் மூலம் நடைபெறும் தாக்கங்கள்	... 125
10.4 இயற்கை வளங்களை உபயோகித்துச் செய்யப்படும் தொழில்கள்	... 131

**அத்தியாயம் 11 இயக்கம்** **139**

11.1 தூரமும் இடப்பெயர்ச்சியும்	... 139
11.2 நேர்கோட்டு இயக்கம்	... 139
11.2.1 சுதியும் வேகமும்	... 139
11.2.2 ஆர்முடுகல்	... 142
11.2.3 நேர்கோட்டியக்கம் சம்பந்தமான அளவீடுகளில் திக்கர் நேரங்குறியை உபயோகித்தல்	... 148
11.3 இயக்கம் தொடர்பான நியூட்டன் விதிகள்	... 154
11.3.1 சமனறவான விசைகள்	... 154

**அத்தியாயம் 12 உராய்வு** **163**

12.1 இயக்கத்திற்கு எதிரான விசை	... 163
12.1.1 எல்லை உராய்வு	... 163

12:1.2 உராய்வு விசையின் மீது செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகள்	...	...	... 167
12.2 உராய்வுக் குணகம்	...	...	... 167
12.3 உராய்வைக் குறைத்தல்	...	...	... 167
<b>அத்தியாயம் 13 எளிய பொறிகள்</b>			<b>170</b>
13.1 நெம்பு கோல்கள்	...	...	... 170
13.1.1 சில்லும் அச்சாணியும்	...	...	... 174
13.2 சாய்தளம்	...	...	... 175
13.2.1 ஆப்பு	...	...	... 176
13.2.2 திருகாணி	...	...	... 177
13.3 கப்பிகள்	...	...	... 178
13.3.1 தனிக்கப்பி	...	...	... 178
13.3.2 கப்பித் தொகுதி	...	...	... 179
13.4 சக்தி ஊடுகடத்தல்	...	...	... 181
13.4.1 அந்தமில் பட்டி மூலம் ஊடுகடத்தல்	...	...	... 181
13.4.2 அந்தமில்லாச் சங்கிலிகளின் மூலம் ஊடுகடத்தல்	...	...	... 182
13.4.3 பற்சில்லுகளின் மூலம் ஊடுகடத்தல்	...	...	... 183
<b>அத்தியாயம் 14 ஒலி</b>			<b>185</b>
14.1 ஒலி தோற்றுவாய்	...	...	... 185
14.2 அலையியக்கம்	...	...	... 186
14.2.1 குறுக்கலை	...	...	... 187
14.2.2 நெட்டாங்கு அலை	...	...	... 188
14.3 ஒலி அலைகள்	...	...	... 192
14.3.1 ஒலி கடத்தப்படுவதற்கு ஊடகம் அவசியம்	...	...	... 192
14.3.2 நீரினூடாக ஒலி கடத்தப்படும்	...	...	... 193
14.3.3 ஒலி திண்மங்களினூடாகச் செல்லும்	...	...	... 194
14.4 ஒலியின் வேகம்	...	...	... 194
14.5 கேட்டல்	...	...	... 195
14.5.1 கேட்டல் அங்கம்	...	...	... 195
14.6 கழியொலி	...	...	... 196
14.6.1 கழியொலியின் பயன்கள்	...	...	... 197

14.6.2	மருத்துவத் துறையிற் கழியொலி அலைகளின் பயன்பாடு	...	...	197
14.6.3	கைத்தொழில் துறையில் கழியொலி அலைகளின் பயன்பாடு	...	...	198
14.7	ஒலி முதல்கள்	...	...	199
14.7.1	இசை ஒலிகளும் சத்தமும்	...	...	200
14.7.3	இசைக் கருவிகள்	...	...	201

## அத்தியாயம் 15 மின்னின் விளைவுகள் 205

15.1	மின்னோட்டத்தின் வெப்ப விளைவு	...	...	205
5.1.1	வெப்ப விளைவை அணுக்கொள்கைகளின் மூலம் விளக்குதல்	...	...	208
15.2	வலு	...	...	209
15.3	மின்னின் இரசாயன விளைவுகள்	...	...	211
15.4	மின்பகுப்பு பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள்	...	...	218
15.5	மின்னின் காந்த விளைவுகள்	...	...	221
15.5.1	மின்காந்தம் பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள்	...	...	225
15.6	மின்காந்தத் தூண்டல்	...	...	234
15.6.1	மின்காந்தத் தூண்டல் விதி	...	...	236
15.6.2	மின்காந்தத் தூண்டலின் பிரயோகங்கள்	...	...	238

## அத்தியாயம் 16 ஒளிமுறிவு 248

16.1	ஒளி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லல்	...	...	248
16.1.2	முறிவு விதிகள்	...	...	250
16.1.2	தோற்ற ஆழமும் உண்மை ஆழமும்	...	...	252
16.1.3	முழு அகத் தெறிப்பு	...	...	253
16.1.4	முழு அகத் தெறிப்புக் காரணமாக ஏற்படும் தோற்றப்பாடுகள்	...	...	255
16.2	அரியத்தின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படும் விலகலும் பரவலும்	...	...	258



16.2.1	திருசியம்	...	...	... 259
16.2.2	நிறப்பிரிக்கை	...	...	... 261
16.3	வில்லைகள்	...	...	... 262
16.3.1	ஒருங்கும் வில்லைகள்	...	...	... 262
16.3.2	விரி வில்லைகள்	...	...	... 273
16.4	ஒளியியற் கருவிகள்	...	...	... 276
16.4.1	பெரிதாக்கும் வில்லை	...	...	... 277
16.4.2	கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி	...	...	... 277
16.4.3	உடுத்த தொலைகாட்டி	...	...	... 278
16.4.4	அரிய இருவிழியி	...	...	... 281

**அத்தியாயம் 17 அங்கிகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்கள் 283**

17.1	தாவரங்கள் வளர்வதற்குத் தேவையான மூலகங்கள்	...	...	... 283
17.2	வளமாக்கிகள்	...	...	... 284
17.3	மனித உடலின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்கள்	...	...	... 286
17.4	விலங்குகளிலே தோன்றும் பல்வேறு போசணைக் குறைபாடுகள்	...	...	... 288
17.5	பொருள்களின் வட்டங்கள்	...	...	... 289
17.5.1	காபன் வட்டம்	...	...	... 290
17.5.2	நைதரசன் வட்டம்	...	...	... 291
17.5.3	ஒட்சிசன் வட்டம்	...	...	... 293
17.5.4	கனிய வட்டம்	...	...	... 293
17.6	இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்படைதல்	...	...	... 296
17.7	சூழல் மாசுறல்	...	...	... 298

**பாடத்திட்டம் .....306**



# அத்தியாயம் I

## சட்பொருள் எங்கனம் ஆக்கப்பட்டுள்ளது?

### 1.1 அணுக்களும்

#### மூலக்கூறுகளும்

சட்பொருள் ஆக்கப்பட்டுள்ள மூலகங்கள் ஏறத்தாழ நூற்றைந்து காணப்படுகின்றன. எல்லா மூலகங்களும் மிகச்சிறிய துணிக்கைகளான அணுக்களாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை நாம் அறிவோம். ஒரு மூலகத்தின் அணுக்கள் யாவும் எல்லா வகையிலும் ஒன்றையொன்று ஒத்தவையாகும். வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டவை.

சில மூலகங்கள் அதே வடிவில் காணப்பட்டபோதிலும், சகல மூலகங்களும் அவ்வாறாகக் காணப்படுவதில்லை. பெரும்பாலான மூலகங்கள், வேறு மூலகங்களுடன் சேர்வதால் தோன்றிய சேர்வைகளாகவே காணப்படுகின்றன. வாயு நிலையில் காணப்படுகின்ற ஒட்சிசன், ஐதரசன், குளோரீன் போன்ற மூலகங்கள், இரண்டு அணுக்கள் இணைவதன் மூலம் தோன்றிய அணுச்சேடிகளாகவே இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. இரண்டு ஒட்சிசன் அணுக்கள் சேர்வதால் ஒரு ஒட்சிசன் மூலக்கூறு தோன்றுகின்றது.



இரண்டு நைதரசன் அணுக்கள் பிணைவதால் ஒரு நைதரசன் மூலக்கூறும், இரண்டு ஐதரசன் அணுக்கள் பிணைவதன் மூலம் ஒரு ஐதரசன் மூலக்கூறும் தோன்றுகின்றன. சமனான அணுக்கள் பிணைவதால் தோன்றும் மூலக்கூறு, மூலக — மூலக்கூறு என்று அழைக்கப்படுகின்றது. வெவ்வேறு மூலகங்

ளின் அணுக்கள் இரசாயன ரீதியில் சேர்வதன் மூலமே சேர்வைகள் கிடைக்கின்றன. இவை சேர்க்கை மூலக்கூறுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இம்மூலக்கூறுகள் ஒவ்வொன்றும் சுயாதீனமாகக் காணப்படக்கூடியன. இவை அம்மூலகத்தின் அல்லது சேர்வையின் இயல்புகளைக் காட்டும் மிகச்சிறிய துணிக்கைகளாகும். சில மூலக மூலக்கூறுகளும் சில சேர்க்கை மூலக்கூறுகளும் அட்டவணை 1.1 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாறாகத் தோன்றிய இலட்சக் கணக்கான சேர்வைகள் காணப்படுகின்றதால், பல இலட்சக் கணக்கான மூலக்கூறுகளும் காணப்படலாம்.

ஈலியம், நியோன், ஆகன் போன்ற மூலகங்கள் இயற்கையில் மிகச் சிறிய தனித்தனி அணுக்களாகக் காணப்படும். எனினும், இம்மூலகங்களும் சேர்வைகளை அமைக்கின்றன என்பது அறியப்பட்டுள்ளது. ஏனைய மூலகங்களுடன் ஒப்பிடுகையில் இம்மூலகங்கள் தாக்காத தன்மையைக் கொண்டிருப்பதால் இவை சடத்துவ வாயுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மூலக்கூறுகள் தோன்றும் போது மூலகங்களின் அணுக்கள் மாறா விகிதப்படியே சேர்கின்றன. உதாரணமாக, நீர் ( $H_2O$  — மூலக்

மூலக-மூலக்கூறு			சேர்க்கை மூலக்கூறு	
ஒட்சிசன்	(O-O)	$O_2$	நீர்	$H_2O$
ஐதரசன்	(H-H)	$H_2$	சோடியங்குளோரைட்டு	$NaCl$
நைதரசன்	(N-N)	$N_2$	ஐதரசன் குளோரைட்டு	$HCl$
குளோரீன்	(Cl-Cl)	$Cl_2$	காபனீரொட்சைட்டு	$CO_2$
அயடின்	(I-I)	$I_2$	கல்சியம் ஒட்சைட்டு	$CaO$

அட்டவணை 1.1

கூறொன்றில் ஐதரசனுக்கும் ஒட்சிசனுக்கும் இடையிலான விகிதம் 2:1 ஆகும். அணுவுக்கும் மூலக்கூறுக்கும் இடையிலான வேறுபாடு முதன் முதலாக 1811 ஆம் ஆண்டில் அவகாதரோவினால் காட்டப்பட்டது.

## 1.2 இலத்திரனின் நிலையமைப்பு வலுவளவும்

வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் வெவ்வேறு வகையானவையாகும். ஆரம்பத்தில் அணு தொடர்பான தகவல்களை வெளியிடுவதற்கு விஞ்ஞானிகளுக்குக் கடினமாக இருந்தது. எனினும், பிற்காலத்தில்

விஞ்ஞான நுட்பமுறைகள் அபிவிருத்தி அடைந்தமையால் அணு தொடர்பான பல தகவல்கள் வெளிவரலாயிற்று (புதிய விஞ்ஞானம்-ஆண்டு 9 ஐ மீண்டும் வாசியுங்கள்). அணுவினது கருவில் புரோத்தன்களும் நியூத்திரன்களும் உள்ளன. அவை கருவன்கள் (நியூக்கிளியன்) என அழைக்கப்படுகின்றன. கருவுக்கு வெளியே இலத்திரன்கள் காணப்படுகின்றன. இரசாயனத் தாக்கங்களின் போது அணுக்களின் கருவில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. தாக்கங்களின் போது அணுக்களில் காணப்படும் இலத்திரன்களின் பரிமாற்றம் மாத்திரமே நடைபெறுகின்றது.

உலகிலுள்ள "சடப்பொருள்கள்" யாவும்

ஏறத்தாழ நூறு  
"மூலகங்களின்"

"அணுக்கள்"

எனப்படும் மிகச்சிறிய துணிக்கைகளாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன

அணு

பின்வருவனவற்றினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது

கரு

இலத்திரன்கள்

புரோத்தன்கள்  
நேரேற்றமுடையவை  
(திணுவு 1 அலகாகும்)

(நியூத்திரன்கள்  
(நடுநிலையானவை  
திணிவு 1 அலகாகும்)

எதிரேற்றமுடையவை  
1  
(திணிவு 1850 அலகாகும்)

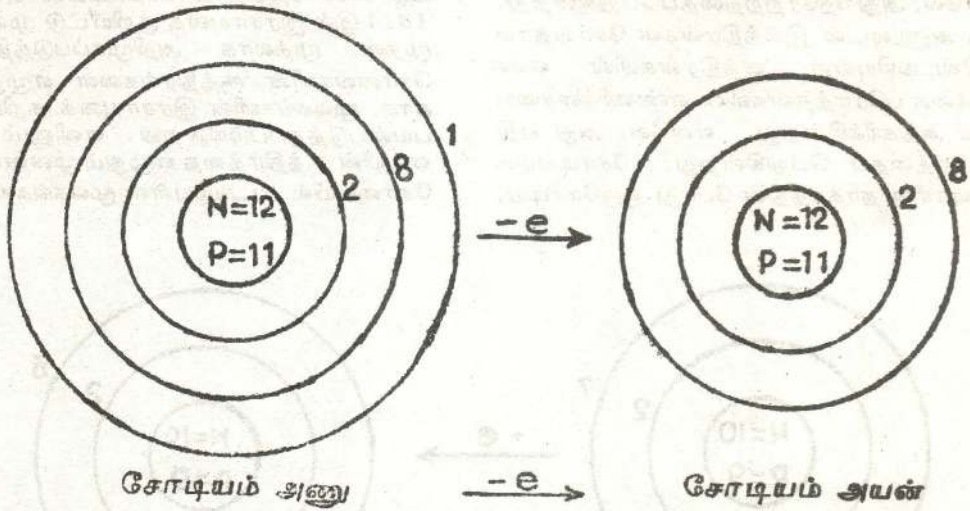
அட்டவணை 1.2

உலோக மூலகங்கள்	இலத்திரனின் நிலையமைப்பு	சடத்துவ மூலகங்கள்	இலத்திரனின் நிலையமைப்பு	அல்லுலோக மூலகங்கள்	இலத்திரனின் நிலையமைப்பு
ஐதரசன்	1	ஈலியம்	2	புளோரீன்	2, 7
இலிதியம்	2, 1	நியோன்	2, 8	குளோரீன்	2, 8, 7
சோடியம்	2, 8, 1	ஆகன்	2, 8, 8	காபன்	2, 4
பொற்றாசியம்	2, 8, 8, 1			நைதரசன்	2, 5
மக்னீசியம்	2, 8, 2			ஒட்சிசன்	2, 6
கல்சியம்	2, 8, 8, 2				

அட்டவணை 1.3

அணுக்களுக்கிடையிலான தாக்கத்தில் புறச் சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரன்கள் மாத்திரமே பங்குபற்றுகின்றன. முதலாவது சக்தி மட்டத்திற் காணப்படக்கூடிய உச்ச அளவான இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை இரண்டாகும். ஈலியத்தின் முதலாவது சக்தி மட்டத்தில் இரண்டு இலத்திரன்கள் காணப்படுகின்றன. இம்மூலகம் பொதுவாக இரசாயனத் தாக்கங்களில் பங்குபற்றுவதில்லை. எனவே, இது ஒரு சடத்துவ மூலகமாகக் கருதப்படுகின்றது. இரண்டாவது சக்தி

அணுவை நோக்கி மிக வேகமாக ஈர்க்கப்படுகின்றது. எனவே, சோடியம் அணுவிலிருந்து ஒரு இலத்திரன் அகன்று, அந்த இலத்திரன் புளோரீன் அணுவுக்குக் கிடைக்கின்றது. இதன் காரணமாக, இரண்டு அணுக்களுக்கும்ிடையே ஒரு பிணைப்பு ஏற்படுகின்றது. இங்கு மற்றொன்றும் நடைபெறுகின்றது. அதாவது, புளோரீன் அணுவின் புறச்சக்தி மட்டத்துடன் ஒரு இலத்திரன் சேரும்போதும், சோடியத்தின் புறச்சக்தி மட்டத்திலிருந்து ஒரு இலத்திரன் அகற்



படம் 1.1

மட்டத்தில்காணப்படக்கூடியஉச்ச அளவு இலத்திரன்களான எண்ணிக்கை எட்டு ஆகும். மூலகத்தில் இரண்டாம் சக்தி மட்டத்தில் நியோன் எட்டு இலத்திரன்களை உடையது இம்மூலகமும் பொதுவான இரசாயனத் தாக்கங்களில் ஈடுபடுவதில்லை. எனவே, நியோனும் ஒரு சடத்துவ மூலகமாகும். ஆகன் மூலகமும் ஒரு சடத்துவ மூலகமே. ஏனைய மூலகங்கள் தொழிற்படும் மூலகங்களாக இருப்பதற்கான காரணம், அவற்றின் புறச் சக்தி மட்டத்தில் (எட்டிலும்) குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய இலத்திரன்கள் காணப்படுகின்றமையாகும்.

றப்படும் போதும், அவ்வொவ்வொரு அணுவும் நியோன் அணுவின் இலத்திரனின் நிலையமைப்பைப் பெறுகின்றன.

சோடியம் அணுவிலிருந்து ஒரு இலத்திரனை மட்டுமே வெளியேற்ற முடியும். எனவே அதன் சேர்க்கை வலு அதாவது வலுவளவு ஒன்றாகும். புளோரீன் அணுவினால் ஒரு இலத்திரனை மட்டுமே பெற்றுக் கொள்ள முடியும். எனவே புளோரீனின் வலுவளவும் ஒன்றாகும். புறச்சக்திமட்டத்தில் இரண்டு இலத்திரன்களைக் கொண்ட மூலகங்களின் வலுவளவு இரண்டாகும். மக்னீசியம், கல்சியம், ஒட்சிசன் போன்றவை இரட்டை வலுவளவுடைய மூலகங்களுக்கான உதாரணங்களாகும். இவ்வாறாக, மூலங்களின் வலுவளவு முறையே ஒரு வலுவளவு, இரு வலுவளவு, மூவ்வலுவளவு, நால்வலுவளவு என்றவாறு அழைக்கப்படுகின்றது.

சோடியம் அணுக்களுக்கும் புளோரீன் அணுக்களுக்கும் இடையிலான தாக்கத்தைக் கவனிப்போம். சோடியம் அணுவும், புளோரீன் அணுவும் ஒன்றையொன்று நெருங்கியதும், சோடியம் அணுவின் புறச் சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரன் புளோரீன்

### 1.3 அயன்கள்

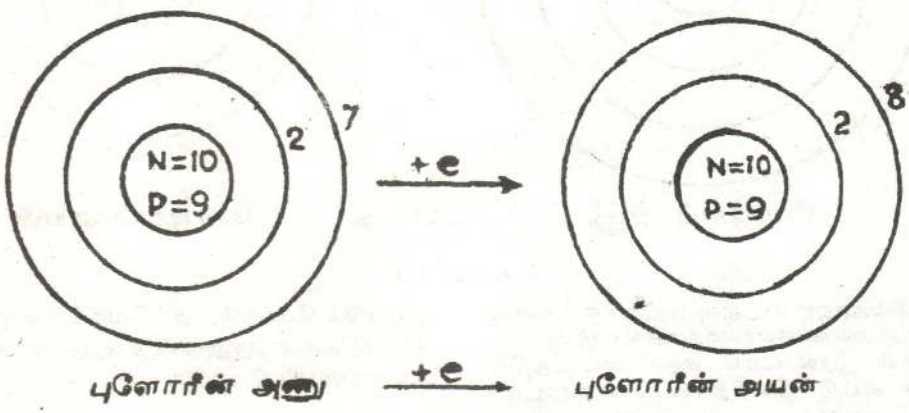
அணு நடுநிலையானது. சேர்வைகள் தோன்றும்போது, அணுக்களில் இலத்தின் கள் அகற்றப்படுதல் அல்லது சேர்தல் நடைபெறுகின்றது என நாம் அறிந்துகொண்டோம். ஒரு அணுவிலிருந்து இலத்திரன்கள் அகற்றப்படுவதால், அதிலடங்கியுள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை, புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கையை விடக் குறைவானதாகும். எனவே, அது நேரேற்றத்தைப்பெறுகின்றது. ஒரு அணுவுடன் இலத்திரன்கள் சேர்வதால் அதிலடங்கியுள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகரிக்கின்றது. எனவே, அது எதிர்ரேற்றத்தைப் பெறுகின்றது. சோடியம்ம் புளோரீன் தாக்கத்தின் போது ஒருசோடிய,

நேரேற்றமுடையது. அது  $NH_4^+$  என்பதால் காட்டப்படுகின்றது. நைத்திரேற்ற அயன் எதிரேற்றமுடையது. அது  $NO_3^-$  எனக் காட்டப்படுகின்றது.

ஏற்றம் பெற்ற அணு அல்லது அணுக்கூட்டம், அயன் என அழைக்கப்படுகின்றது.

### 1.4 சூத்திரங்கள்

சுலீடன் நாட்டு இரசாயனவியலாளரான ஜோன்ஸ் ஜேகொப் பர்ஸிலியஸ் என்பவர் 1811 இல் இரசாயனக் குறியீட்டு முறையை முதன் முதலாக அறிமுகப்படுத்தினார். சேர்வைகளின் சூத்திரங்களை எழுதுவதற்காக, மூலகங்களின் இரசாயனக் குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனினும், சேர்வையின் சூத்திரத்தை எழுதும் முன்னர், அச்சேர்வையில் அடங்கியுள்ள மூலகங்களின் அல்



படம் 1.2

அயனும் ஒரு புளோரீன் அயனும் தோன்றின. சோடியம் அயன் நேரேற்றமுடையது. அது  $Na^+$  என்பதால் காட்டப்படுகின்றது. புளோரீன் அயன் எதிரேற்றமுடையது. அது  $F^-$  என்பதால் காட்டப்படுகின்றது.

அணு - இலத்திரன் → நேர் அயன்  
 அணு + இலத்திரன் → எதிர் அயன்

சில அணுக்கூட்டங்கள் அதாவது மூலிகங்களும் நேரேற்றத்தை அல்லது எதிரேற்றத்தைப் பெறுகின்றன. அமோனியம் அயன்

லது அயன்களின் அல்லது மூலிகங்களின் வலுவளவை அறிந்து கொள்ள வேண்டும். நாம் அறிந்து வைத்துள்ள வலுவளவுகளைக் கொண்ட இரண்டு மூலகங்கள் சேர்ந்து எளிய சேர்வையொன்றினை ஆக்கும் சந்தர்ப்பம் பற்றி இப்போது நாம் கவனிப்போம். இச்சந்தர்ப்பத்தில் தோன்றும் சேர்வையின் சூத்திரத்தை எவ்வாறு முடிவு செய்யலாம்? உதாரணமாக, ஒரு வலுவளவுள்ள மூலகமாகிய ஐதரசன், இரு வலுவளவுள்ள மூலகமாகிய ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து ஒரு மூலக்கூறு நீரைத் தோற்றுவிக்கின்றது. அம்மூல

1. முதல் 20 வரையான அணுவெண்களைக் கொண்ட மூலகங்களினதும், மூலிகங்களினதும் வலுவளவுகள் அட்டவணை 1.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வலுவளவு	மூலகம்	மூலிகம்
பூச்சியம்	ஈலியம் He, நியோன் Ne	
ஒரு வலுவளவுள்ளவை	ஐதரசன் H, இலிதியம் Li, சோடியம் Na, பொற்றாசியம் K, குளோரீன் Cl, புளோரீன் F	அமோனியம் ( $\text{NH}_4^+$ ) ஐதரோட்சில் ( $\text{OH}^-$ ) நைத்திரேற்று ( $\text{NO}_3^-$ ) இருகாபனேற்று ( $\text{HCO}_3^-$ )
இரு வலுவளவுள்ளவை	பெரிலியம் Be, மக்னீசியம் Mg, கல்சியம் Ca, ஒட்சிசன் O, கந்தகம் S.	காபனேற்று ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) சல்பேற்று ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
மூவ்வலுவளவுள்ளவை	போரன் B, அலுமினியம் Al	பொகபேற்று ( $\text{PO}_4^{3-}$ )
நால் வலுவளவுள்ளவை	காபன் C, சிலிக்கன் Si	

அட்டவணை 1.4

கங்களின் சேர்க்கைவலு, அதாவது, வலுவளவு சமப்படுத்தப்படும் வகையிலேயே நீர் மூலக்கூறின் சூத்திரம் எழுதப்படுகிறது. ஒட்சிசன் அணுவின் வலுவளவு இரண்டாகும். எனவே, ஒட்சிசன் அணுவின் வலுவளவைச் சமப்படுத்துவதற்காக, ஒரு வலுவளவைக் கொண்ட இரண்டு ஐதரசன் அணுக்கள் தேவை. எனவே, நீர் மூலக்கூறின் குறியீடு  $\text{H}_2\text{O}$  ஆகும்.

மற்றோர் உதாரணத்தையும் கவனிப்போம். அலுமினியம் மூலகத்தின் வலுவளவு 3 ஆகும். ஒட்சிசனின் வலுவளவு 2, அலுமினியம் ஒட்சைட்டின் சூத்திரம்  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . அலுமினியம் அணுக்கள் இரண்டினதும் சேர்க்கை வலு 6. மூன்று ஒட்சிசன் அணுக்களினதும் சேர்க்கை வலுவும் 6 ஆகும். இதற்கேற்ப இவ்விரு மூலகங்களினதும் வலுவளவுகள் சமப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மூலகங்களிரண்டினதும் வலுவளவுகள் இடம் மாற்றப்பட்டு, குறியீடுகளுக்குச் சிறிது கீழே எழுதப்படுகின்றது.

அணுவின் குறியீட்டின் பின்னால் என்ன பெறுமானங்கள் ஏதுமில்லாவிடின், அம்மூலகங்களில் ஒரு மூலக்கூறு வீதம் அடங்கியுள்ளன என்பது தெளிவாகின்றது. சோடியம் குளோரைட்டுச் சேர்வையின் சூத்திரம்  $\text{NaCl}$  ஆகும். அதாவது சகல சோடியம் குளோரைட்டு மூலக்கூறுகளிலும், ஒரு சோடியம் சோடியம் அணுவும் ஒரு குளோரீன் அணுவும் அடங்கியுள்ளன என்பதாகும்.

கல்சியம் ஐதரொட்டை மூலக்கூறின் சூத்திரம்  $\text{Ca(OH)}_2$  ஆகும். இச்சூத்திரத்தின் அடைப்புக் குறிக்குள் இருக்கும் ஒவ்வொரு மூலகத்தினதும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, அடைப்புக்குறிக்கு வெளியே உள்ள எண்பெறுமானத்தால் காட்டப்படுகின்றது. இதற்கேற்ப, சகல கல்சியம் ஐதரொட்டை மூலக்கூறுகளிலும் ஒரு கல்சியம் அணுவும் இரண்டு ஐதரொட்சில் கூட்டங்களும் ( $\text{HO}$ ) அடங்கியுள்ளன என்று காட்டப்படுகின்றது. தனி அலகாகத் தொழிற்படும் அணுக்கூட்டம் அடைப்புக் குறிக்குள் எழுதப்படுகின்றது.

சேர்வை	சூத்திரம்	சேர்வை	கூத்திரம்
நீர் ஐதரோக்குளோரிக் அமிலம் அமோனியா மெதேன் அலுமினியம் ஓட்சைட்டு மக்னீசியம் ஓட்சைட்டு காபனீரொட்சைட்டு பொற்றாசியம் குளோரைட்டு அமோனியங் குளோரைட்டு அமோனியமைதரோட்சைட்டு (அமோனியாக் கரைசல்) சிலிக்கீரொட்சைட்டு	H <sub>2</sub> O HCl  NH <sub>4</sub> CH <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MgO CO <sub>2</sub> KCl NH <sub>4</sub> Cl NH <sub>4</sub> OH  SiO <sub>2</sub>	ஐதரசன் சல்பைட்டு செப்பு சல்பேற்று (பல்மாணிக்கம்) ஈயகுளோரைட்டு பொற்றாசியம் நைத்திரேற்று பொற்றாசியம் அயடைட்டு சோடியம் சல்பேற்று(இந்துப்பு) சோடியம் காபனேற்று மக்னீசியம் சல்பேற்று கல்சியம் காபனேற்று அமோனியம் நைத்திரேற்று நாக குளோரைட்டு	H <sub>2</sub> S CuSO <sub>4</sub>  PbCl <sub>2</sub> KNO <sub>3</sub> KI Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> MgSO <sub>4</sub> CaCO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ZnCl <sub>2</sub>

அட்டவணை 1.5

மூலகம்	அசு (OUS)	இக்கு (ic)
இரும்பு	பெரசு	பெரிக்கு
செம்பு	கியூப்பிரசு	கியூப்பிரிக்கு
தகரம்	தானசு	தானிக்கு
இரசம்	மேக்கூரசு	மேக்கூரிக்கு

அட்டவணை 1.6

## 1.5 எளிய சேர்வைகளின் சூத்திரங்கள் மூலம், மூலகங்களின் வலுவளவை அறிதல்

சேர்வைகளின் சூத்திரங்களை எழுதமுன் அச்சேர்வைகளிலடங்கியுள்ள மூலகங்களின் வலுவளவுகளைத் தெரிந்து வைத்திருத்தல் வேண்டும் என்பது முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது. அவ்வாறாயின் அம்மூலகங்களின் வலுவளவுகளை எவ்வாறாக அறிந்து கொள்ளலாம்?

ஒரு ஐதரசன் அணுவின் சேரக்கூடிய ஐதரசன் அணுக்களின் உச்ச எண்ணிக்கை ஒன்று ஆகும். ஒரு ஓட்சிசன் அணுவைக் கருதினால், அதனுடன் இரண்டுக்கு மேற்

பட்ட ஐதரசன் அணுக்கள் ஒரு போதும் சேர்வதில்லை. ஒரு குளோரின் அணுவின் ஒரு ஐதரசன் அணு மாத்திரமே சேரும். எனவே, ஐதரசனின் சேர்க்கை வலு அதாவது வலுவளவு ஒன்றாகும். எல்லா மூலகங்கள் தொடர்பாகவும் இவ்வாறான நிலைமை நிலவுகின்றது.

சில சேர்வைகளில் மூலக அணுக்கள் கூட்டங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவை மூலிகங்கள் என அழைக்கப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறாகக் காணப்படும் மூலகங்கள் எப்போதும் ஒரே விதத்திலேயே அமைகின்றன. சல்பேற்று (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) மூலிகத்தில் ஒரு கந்தக அணு எப்போதும் நான்கு ஓட்சிசன் அணுக்களுடனேயே சேர்கின்றது. இம் மூலிகம்



மூலகம் சேர்வைகள்	பழைய முறை	IUPAC முறை
இரும்பு $FeCl_2$	பெரசு.....	அயன் (II).....
$FeCl_3$	பெரிக்கு.....	அயன் (III).....
செம்பு $CuCl$	கியூப்பிரசு.....	கொப்பர் (I)
$CuCl_2$	கியூப்பிரிக்கு.....	கொப்பர் (II).....
இரசம் $Hg_2Cl_2$	மேக்கூரசு.....	மெர்கரி (I).....
$HgCl_2$	மேக்கூரிக்கு.....	மெர்கரி (II)

அட்டவணை 1.7

எப்போதும் தனி அலகாகவே தொழிற்படும்,  $SO_4^{2-}$  மூலிகம் எப்போதும் இரண்டு ஐதரசன் அணுக்களுடனேயே சேர்கின்றது.  $SO_4^{2-}$  மூலிகத்தின் வலுவளவு இரண்டாகும். இவ்வாறாக மூலகங்களின் அல்லது மூலிகங்களின் வலுவளவு ஒன்று, இரண்டு, மூன்று அல்லது நான்காகக் காணப்படுகின்றது.

எல்லா மூலகங்களினதும் வலுவளவு மாறியாகக் காணப்படுவதில்லை. இரும்பு, செம்பு, இரசம் ஆகிய மூலகங்கள் இரண்டு வலுவளவுகளைக் காட்டுகின்றன. எனவே, அவை இரண்டு விதமான சேர்வைகளை அமைக்கின்றன. உதாரணமாக, இரும்பைக் கருதிகனால் அது

$FeCl_2$  — பெரசுக் குளோரைட்டு

$FeCl_3$  — பெரிக்குக் குளோரைட்டு

எனும் இரண்டு சேர்வைகளை அமைக்கின்றது. இச்சேர்வைகளைப் பெயரிடுகையில் அம்மூலகங்களைக் குறிக்கும் பெயரின் இறுதியில் 'இக்கு' அல்லது 'அசு' எனும் உச்சரிப்புக்கள் சேர்க்கப்பட்டு அச்சேர்வைகள் பெயரிடப்படுகின்றன.

சில மூலகங்கள் இரண்டை விடக் கூடிய வலுவளவுகளைக் கொண்டிருக்கின்றமையால், பழையையான இம்முறை பொருத்தமற்றது என்பதை இரசாயனவியல் விஞ்ஞானிகள் உணர்ந்துகொண்டனர். எனவே முறையான கூட்டக் கோவைக்கு ஏற்ப ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ள புதிய பெயரிட்டு முறை IUPAC முறையென அழைக்கப்படுகின்றது.

புதிய IUPAC பெயரிட்டு முறைக்கு ஏற்ப, உலோகத்தின் பெயராக ஆங்கிலப் பெயர் பயன்படுத்தப்படுவதோடு உலோகப் பெயரின் பின்னர், விடைப்புக்குறிக்குள் இடப்ப

டும் உரோம இலக்கத்தால் வலுவளவு குறிக்கப்படுகின்றது. பெரசுக்குளோரைட்டு, அயன் (II) குளோரைட்டு என்றும் பெரிக்கு குளோரைட்டு அயன் (III) குளோரைட்டு என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இச்சேர்வைகளைப் பெயரிடுகையில் உலோகப் பெயரின் பின்னர் இலக்கம் குறிப்பிடப்படுகின்றது. பழைய முறைப்பட்டியும் IUPAC (புதிய) முறைப்பட்டியும், சில சேர்வைகளின் பெயரிட்டு முறை அட்டவணை 1.7 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

## 1.6 அணுக்களை நிறுத்தலும் அணுக்களை எண்ணுதலும்

பென்சில் நுனியினால் நீங்கள் கடதாசியின் மேல் ஒரு புள்ளியை இடும்போது அக் கடதாசியின் மேல் பத்தாயிரத்திற்கும் அதிக எண்ணிக்கையிலான காபன் அணுக்கள் தங்கி இருக்கும். அணுக்கள் மிக நுண்ணிய அளவானவை ஆதலால் உலகிலுள்ள மிகவும் பலம் வாய்ந்த, நுணுக்குக் கண்ணாடியாலும் இதனைத் தெளிவாகக் கண்டு கொள்ள முடியாது. ஆயினும் ஒவ்வொரு மூலகத்தினதும் அணுக்களில் திட்டமான திணிவொன்று உள்ளதென முன்பு கற்றுள்ளீர்கள். இதன்படி குறிப்பிட்ட ஓர் அணுவின் திணிவைக் கணிப்பதன் மூலம் அவ் அணுவை மற்றைய அணுக்களிலிருந்து பிரித்தறியலாம். அணுக்கள் மிக நுண்ணியவையானதாகையால் அவற்றின் திணிவைக் காண்பது மிகவும் சிரமமான காரியமாய் அமைகின்றது. ஆயினும், அணுத் திணிவைத் துல்லியமாகத் தெரிந்து கொள்ளும் முறைகளை விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்துள்ளார்கள்.

பதார்த்தமொன்றின் திணிவை அறிந்து கொள்வதற்காக நாம் அப்பதார்த்தத்தின் திணிவை நியம திணிவு (அதாவது 1 கிலோ

கிராம அல்லது இறாத்தல்) உடன் ஒப்பிடுகின்றோம். பதார்த்தமொன்றின் திணிவு ஒரு கிலோகிராமின் திணிவைப் போல் பத்து மடங்காயின் அப்பதார்த்தத்தின் திணிவு 10 கிலோகிராம் எனக் காட்டப்படுகின்றது. திணிவு, நீளம் அல்லது காலம் போன்ற ஒன்றை அளவிடும்போது நம்மால் இலகுவான, ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அலகொன்று உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. இது போன்ற முறையைக் கைக் கொள்ளுவதன் மூலம் அணுக்களின் திணிவையும் அளவிடக் கூடியதாய் உள்ளது. இங்கு நியம அலகாக மூலகமொன்றின் அணுவொன்று தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றது. மற்றைய மூலகங்களின் அணுக்களின் திணிவு தேர்ந்தெடுத்த நியம மூலகத்தின் திணிவுடன் ஒப்பிடப்படுகின்றது. மிகவும் இலேசான மூலகமான ஐதரசன் அணு "நியம" அணுவென முதலில் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. பின்னர் அதிக மூலகங்களுடன் தாக்கமுறும் திறனுடைய ஓட்சிசன் அணு ஐதரசன் அணுவிலும் சிறந்த நியம அணுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. ஓட்சிசன் அணுவின் திணிவு 16 அணுத்திணிவு அலகுகளாகும். இதன்படி ஓட்சிசன் அணுவின் திணிவின் 1/16 பாகம் 'நியம அலகு' என ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. அணுத்திணிவை மேலும் பிழையின்றிக் கண்டு கொள்வதற்காக, காபன் அணுவின்  $^{12}\text{C}$  சமதானியை உபயோகித்தல் சாலக் சிறந்ததென 1061 ஆம் ஆண்டில் அணுத்திணிவு பற்றி சர்வதேசக்குழு தீர்மானித்தது. மேலும் அணுத்திணிவு என்ற பதத்திற்குப் பதிலாக சார் அணுத்திணிவு என்ற பதம் உபயோகிக்க வேண்டுமெனவும் தீர்மானிக்கப்பட்டது.  $^{12}\text{C}$  காபன் சமதானியின் அணுத்திணிவு 12 அணுத்திணிவு அலகுகளாகும். சார் அணுத்திணிவைத் தீர்மானிக்கும்போது இக்காபன் அணுவின் அணுத்திணிவின் 1/12 ஐ அணுத்திணிவு அலகாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மூலகமொன்றின் அணுத்திணிவென்பது  $^{12}\text{C}$  காபன் சமதானியின் திணிவு அணுத்திணிவு அலகு 12 எனக் கொள்ளும் அளவிடொன்றின்படியான மூலக அணுவின் பொதுவான திணிவாகும்.

வேறு விதமாகக் கூறுவதாயின், சார் அணுத்திணிவென்பது மூலகமொன்றின் அணுத்திணிவு காபன் அணுவொன்றின் திணிவின் 1/12 ஐப் போல் எத்தனை மடங்கு என்பதாகும்.

மூலகங்கள் சிலவற்றின் சார் அணுத்திணிவு (இரு தசம தானங்களுக்கு) அட்டவணை 1.8 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

மூலகம்	சார் அணுத்திணிவு
ஐதரசன்	1.01
காபன்	12.01
நைதரசன்	14.00
ஓட்சிசன்	16.00
மக்னீசியம்	24.21
அலுமினியம்	26.98
கந்தகம்	22.06
குளோரீன்	35.45
செம்பு	63.55
இரும்பு	44.48
வெள்ளி	107.87
தங்கம்	196.97

அட்டவணை 1.8

சேர்வைகளை உண்டாக்குவதற்காக வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் தாக்கமுறும் வீதத்தை, அச்சேர்வைகளின் இரசாயனச் சூத்திரங்களினால் காட்டமுடியும். சேர்வையொன்றின் சூத்திரத்தின் மூலம் தரப்படும் அணுக்களின் சார் திணிவின் மொத்தப் பெறுமானத்தினால், அச்சேர்வையின் அணுவொன்றின், சார் திணிவைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

உதாரணமாக,

$$\begin{aligned} \text{H}_2 \text{ இன் சார் மூலக்கூற்றுத் திணிவு} \\ &= 2 \times 1.01 = 2.20 \\ \text{NH}_3 \text{ வின் சார் மூலக்கூற்றுத் திணிவு} \\ &= 14.00 + (3 \times 1.10) \\ &= 17.08 \end{aligned}$$

**அணுக்களை எண்ணுவதற்கு சார் அணுத்திணிவை உபயோகித்தல்**

பல்வேறு மூலக அணுக்களின் சார் அணுத்திணிவு பற்றிய விளக்கம் உள்ளபோது, அணுக்களின் எண்ணிக்கை பற்றிய பல்வேறு பயனுள்ள தீர்மானங்களுக்கு வரமுடிகின்றது. மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையை ஆராயுங்கள். இங்கு அணுத்திணிவு இரு தசமதானங்களுக்குச் சரியாகத் தரப்பட்டுள்ளது. கற்பதற்கு வசதியாக ஐதரசன், நைதரசன், ஓட்சிசன் கந்தகம் (சல்பர்) போன்ற மூலகங்களின் சார் அணுத்திணிவு முறையே 1, 14, 16, 32 எனக் கொள்ளப்படும். சார் அணுத்திணிவைக் கிராமில் குறிக்கும்போது அது கிராம் அணுத்திணிவாகும்.

உதாரணமாக நைதரசனின் சார் அணுத்திணிவு 14 ஆகும். இங்கு நைதரசனின் கிராம் அணுத்திணிவு 14 (கிராம்) ஆகும். சார் மூலக்கூற்றுத் திணிவைக் கிராமில் குறிக்கும் போது அது கிராம் மூலக்கூற்றுத் திணிவு ஆகும். உதாரணமாக நைதரசனின் சார் மூலக் கூற்றுத்திணிவு 28 ஆகும். இங்கு நைதரசனின் கிராம் மூலக்கூற்றுத் திணிவு 28 g (கிராம்) ஆகும். இதேபோன்று அமோனியாவின் (NH<sub>3</sub>) கிராம் மூலக்கூற்றுத் திணிவு 17 g (கிராம்) ஆகும். இம்முறை எல்லா மூலகங்களுக்கும் சேர்வைகளுக்கும் பொருந்தும்.

**மூல்**

காபன் மூலகத்தின் அணுத்திணிவு 12 ஆகும். 12 கிராம் காபனை 1 மூல் காபன் எனவும் குறிப்பிடலாம். இவ்வாறு வேறு மூலகங்கள் தொடர்பாகவும் சேர்வைகளின் மூலக்கூறுகள் தொடர்பாகவும் அயன்கள் சம்பந்தமாகவும் குறிப்பிட முடியும். 1 மூல் நைதரசன் மூலக்கூறு என்பது 28 கிராம் நைதரசன் மூலக்கூறுகளையே. 1 மூல் அயன் மூலக்கூறு என்பது 56 கிராம் அயன் மூலக் கூறுகளையே. 1 மூல் அமோனியா என்பது 17 கிராம் அமோனியா மூலக்கூறுகளையே.

சிலவற்றில் இது தொடர்பாக மற்றோர் முக்கிய காரணம் யாதெனின் மூலகங்கள் சிலவற்றின் 1 மூல் மூலக்கூறு வீதம் நிறுத்துக் கொண்டு, அதில் அடங்கியுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டால், அதில்  $6.023 \times 10^{23}$  அணுக்கள் காணப்படும்.

அணு, மூலக்கூற்று அயன்களைக் கணக்கிடுவதற்கு விஞ்ஞானிகள், மாற்று வழி முறைகளைக் கண்டு பிடித்துள்ளார்கள். திணிவை மூல்களில் பெறல், அன்றாட வேலைகளுக்காக அணுக்களை எண்ணுவதற்கு உரிய இலகுவான வழியாகும். கந்தகம் இரண்டு மூல் அணுக்களின் திணிவு 64 g ஆகும். அங்கு காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை  $2 \times 6.023 \times 10^{23}$  ஆகும். எந்தவொரு துணிக்கை (அணு அயன் மூலக்கூறு) சம்பந்தமாகவும், மூல ஒன்றில் அடங்கும் துணிக்கைகளின் எண்ணிக்கை மாறாதிருக்கும். அதாவது, மூல் ஒன்றில் காணப்படும்  $6.023 \times 10^{23}$  எனும் துணிக்கைகளின் எண்ணிக்கை மாறாததாகும். இது அவகாதரோ மாறிலி எனப்படும். காபன் 12C 12 கிராமில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை அவகாதரோ மாறிலி என அழைக்கப்படும். இது L எனும் குறியீட்டினால் காண்பிக்கப்படுகின்றது.

உதாரணம்: 10g- நைதரசனிலும் 20 கிராம் காபனிலும் அடங்கியுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை எத்தனை?

1. 14g நைதரசனில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $6.023 \times 10^{23}$   
 $\therefore$  1g நைதரசனில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $\frac{6.023 \times 10^{23}}{14}$

$\therefore$  10g நைதரசனில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $\frac{10 \times 6.023 \times 10^{23}}{14}$

10 g நைதரசனில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $4.3 \times 10^{23}$

2. 12g காபனில் அடங்கும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $6.023 \times 10^{23}$   
 $\therefore$  1g காபனில் அடங்கும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $\frac{6.023 \times 10^{23}}{12}$

$\therefore$  20g காபனில் அடங்கும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை =  $\frac{6.023 \times 10^{23} \times 20}{12}$   
 $= 10.04 \times 10^{23}$

1 மூல் ஐதரசன் மூலக்கூறுகளின் (H<sub>2</sub>) திணிவு 2.0g ஆகும்.  
 1 மூல் ஐதரசன் அணுக்களின் (H) திணிவு 1.0g ஆகும்.

- 1 மூல் ஓட்சிசன் மூலக்கூறுகளின் ( $O_2$ )  
திணிவு 32.0g ஆகும்.  
1 மூல் சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு மூலக்  
கூறுகளின் திணிவு 40.0g  
1 மூல் ஐதரொக்குளோரிக்கமிலத்தின்  
திணிவு 36.5g

### பயிற்சி

மூலங்களின் எண்ணிக்கையைக் கணித்துப்  
பெறுக.

- i. சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு 4.0g  
ii. ஐதரொக்குளோரிக்கமிலம் (HCl) 0.365g

### உதாரணம் (1)

சோடியம் ஐதரொட்சைட்டின் (NaOH)  
சார்மூலக்கூற்றுத் திணிவு = 40  
40 g சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு = 1 மூல்  
4.0 g சோடியம் ஐதரொட்சைட்டில்  
=  $\frac{1}{40} \times 4.0$  மூல்  
= 0.1 மூல்

### உதாரணம் (ii)

HCl இன் சார் மூலக்கூற்றுத் = 36.5  
36.5 HCl திணிவு = 1 மூல்  
 $0.365 \text{ g HCl} = \frac{1}{36.5} \times 0.365$  மூல்  
= 0.01 மூல்

### பொழிப்பு

எல்லா மூலகங்களும் அணுக்களால் ஆக்கப்  
பட்டுள்ளன.

வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் ஒன்று  
க்கொன்று வேறுபட்டவையாகும்.

மூலக்கூறு என்பது, ஒரு மூலகத்தின்  
அல்லது ஒரு சேர்வையின் இயல்புகளைக்  
காட்டுகின்றதும் சுயாதீனமாக நிலவக்கூடிய  
யதுமான மிகச் சிறிய துணிக்கையாகும்.

அணுவின் கருவில் புரோத்தன்களும்  
நியூத்திரன்களும் காணப்படுகின்றன.

அணுவின் கருவிற்குப் புறத்தே இலத்திரன்  
கள் காணப்படுகின்றன.

இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது அணுக்  
களில் இலத்திரன் பரிமாற்றம் நடைபெறு  
கின்றது.

அணுக்களுக்கிடையே நடைபெறும் இரசாய  
னத் தாக்கங்களில், புறச்சக்தி மட்டத்தி  
லுள்ள இலத்திரன்கள் மட்டுமே பங்கு  
பெறுகின்றன.

அணு நடுநிலையானது.

அணுவிலிருந்து இலத்திரன்கள் அகற்றப்  
பட்டதும் அவ்வணு நேரேற்றத்தைப் பெறு  
கின்றது.

ஏற்றம் பெற்ற அணு அல்லது அணுக்கூட்  
டம் (மூலகம்) அயன் என அழைக்கப்  
படுகின்றது.

அணுக்களின் அல்லது மூலகங்களின் சேர்க்  
கைவலு, வலுவளவு என அழைக்கப்படு  
கின்றது.

## அத்தியாயம் 2

### திணிவு மாறாவிதி

#### சமநிலைப்படுத்தல்

நீங்கள் கற்றுள்ள இரசாயனத் தாக்கங்கள் சிலவற்றை நினைவு படுத்திப் பாருங்கள். சில தாக்கங்களின் விளைவுகளாக வாயு நிலைகளிலுள்ள விளைவுப் பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன. மேலும், சில தாக்கங்களின் விளைவாக வீழ்படிவுகள் பெறப்படும். சோதனைக்குழாய் ஒன்றிற்குள் புதிதாகத் தயாரித்த சுண்ணாம்பு நீரில் சிறிதளவை ஊற்றுங்கள். சுண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றின் உதவியால் வெளிச் சுவாச வளியை இதற்குள் செலுத்துங்கள். சிறிது நேரத்தின் பின், நீங்கள் எதைக் காண்கின்றீர்கள்? கரைசல் பால் நிறமாக மாறுவதைக் காண்பீர்கள். அதனைச் சிறிது நேரம் அசைக்காமல் வைத்திருந்தால் வெள்ளை நிறப்பொருள் ஒன்று சோதனைக் குழாயின் அடியில் படியும். இது கல்சியம் காபனேற்று வீழ்படிவாகும். ஆய்வுச்சாலையிலுள்ள சில இரசாயனப் பொருட்களைத் தாக்கமுறச் செய்வதன் மூலம் இது போன்ற வேறு வீழ்படிவுகளைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம். வீழ்படிவு உண்டாதல் அல்லது வாயு வெளியேறுதல், இரசாயனத் தாக்கம் நடைபெற்றதற்கான அறிகுறியாகும்.

**வீழ்படிவு உண்டாகும் சில தாக்கங்கள்**  
சோடியங் குளோரைட்டு + வெள்ளி நைத்திரேற்று → சோடியம் நைத்திரேற்று + வெள்ளிக் குளோரைட்டு

$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$   
பேரியங் குளோரைட்டு + சோடியஞ்சல்பேற்று → பேரியஞ்சல்பேற்று

+ சோடியங் குளோரைட்டு  
 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
கல்சியம் குளோரைட்டு + சோடியங்காபனேற்று → கல்சியம் காபனேற்று

+ சோடியம் குளோரைட்டு  
 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
விளைவுப் பொருளாக வாயு வெளிவிடப்படும் தாக்கம்

ஐதான சல்பூரிக் அமிலம் + நாகம் → நாக சல்பேற்று + ஐதரசன்  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

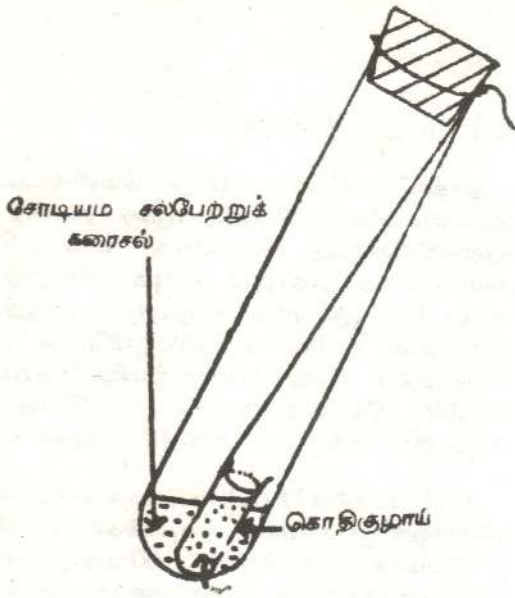
#### 2.1 மூடிய தொகுதி

தாக்கமொன்றின் போது வெளிவிடப்படும் எந்தவொரு விளைபொருளும் தாக்கத்தொகுதியிலிருந்து வெளியேறா வண்ணம் அமைந்துள்ள தொகுதி மூடிய தொகுதி எனப்படும். இவ்வாறான மூடிய தொகுதி ஒன்றினுள் தாக்கம் நடைபெறும்போது, பெறப்படும் விளைவுகளின் திணிவும் தாக்கிகளின் திணிவும் சமமாகுமா? இதைப் பற்றி அறிவதற்கு பலர் முயற்சி செய்தனர்.

கி.பி. 1743-1794 ஆண்டுகளில் வாழ்ந்த லவோசியர் இரசாயனத் தாக்கங்கள் பற்றி முக்கியமாக ஆராய்ந்தார். பல்வேறு இரசாயனத் தாக்கங்களின் விளைவுகளை ஆராய்ந்தபின் அவர் 'இரசாயனத் தாக்கமொன்றின் மூலம் எதனையும் உண்டாக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது' எனும் முடிவைப் பெற்றார். இதனை வேறு வகையில் குறிப்பிடுவதானால், எல்லா இரசாயனத் தாக்கங்களினதும் முடிவில் பெறப்படும் பொருட்களின் அளவு அத்தாக்க ஆரம்பத்தில் இருந்த பொருள்களின் அளவிற்குச் சமமாகும். தாக்கத்தின் போது நடைபெறுவது மாற்றம் உண்டாவது மாத்திரமே. இக்கருத்து பிற்காலத்தில் பரிசோதனை மூலம் நிரூபிக்கப்பட்ட பின் அது விதியொன்றாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. இரசாயனத்தாக்கம் ஒன்றில் தாக்கிகளின் மொத்தத் திணிவு விளைவுகளின் மொத்தத் திணிவுக்குச் சமமாகும் என்பது அவ்விதியாகும். முன்பு கூறப்பட்ட தாக்கத்தைத் திரும்பவும் ஆராய்வோம்.

சோடியங் குளோரைட்டு + வெள்ளி நைத்திரேற்று → சோடியம் நைத்திரேற்று + வெள்ளிக் குளோரைட்டு

சோடியங் குளோரைட்டின் திணிவு A எனவும், வெள்ளி நைத்திரேற்றின் திணிவு B எனவும், விளைவுகளாகப் பெறும் சோடியம் நைத்திரேற்றின் திணிவு C எனவும் வெள்ளிக் குளோரைட்டின் திணிவு D எனவும் கொள்வோம். திணிவு மாறாவிதியின் படி

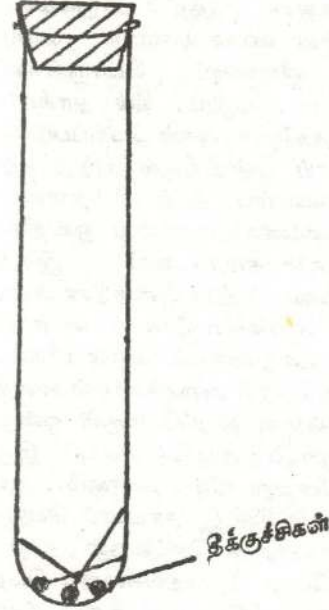


படம் 2.1

A + B = C + D ஆகும். கி.பி.1860-65 இல் ஸ்டால் என்பாரும், 1893-1896 ஆண்டுகளில் லண்டேல்ட் என்பவரும், இவ் விதியின் உண்மையினைப் பரீட்சிப்பதற்காக பல பரிசோதனைகளைச் செய்து, அவ்விதி சரியானதெனக் காட்டினார்கள். இவ்விதி மூடிய தொகுதிகளுக்கு மாத்திரமே பொருந்தும். வாயுக்கள் உட்பட தாக்கத்தின் விளைவாகப் பெறும் எல்லாப் பொருட்களையும் தொகுதியிலிருந்து வெளியே நராதவாறு தடை செய்தல் வேண்டும்.

இவ்விதியின் உண்மைத் தன்மையை ஆராய்வதற்கு நாம் பின்வரும் பரிசோதனையைச் செய்யலாம். சாதாரண சோதனைக் குழாய் ஒன்றையும் சிறிய வெப்பமேற்றும் கொதிகுழாய் ஒன்றையும் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். பேரியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் ஒன்றையும் சோடியஞ் சல்பேற்றுக் கரைசல் ஒன்றையும் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள்.

தாக்கம்  
பேரியம் குளோரைட் + சோடியம்  
சல்பேற்று  
→ பேரியஞ் சல்பேற்று  
+ சோடியம் குளோரைட்டு  
 $BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$



படம் 2.2

சோடியஞ் சல்பேற்றுக் கரைசலில் 5 ml அளவை சோதனைக் குழாயொன்றினுள் இடுங்கள். சிறிய வெப்பமேற்றும் குழாயொன்றைப் பேரியங் குளோரைற்றுக் கரைசலால் நிரப்பி, அதனைச் சோதனைக் குழாயினுள் இட்டுத் தக்கையினால் மூடுங்கள். இத்தொகுதியின் திணிவைத் தராசு ஒன்றின் உதவியால் மிக அவதானமாக நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின் குழாயைச் சரித்து அதனுள் இருக்கும் கரைச்சல்களைக் கலக்குங்கள். அங்கு வெள்ளை நிற வீழ்படிவு உண்டாகும். தாக்க முடிவின் பின், அத்தொகுதியின் திணிவை மீண்டும் நிறுத்துப் பாருங்கள். நீங்கள் பெற்ற நிறைகளில் வித்தியாசம் காணப்படுகின்றதா? மிக அவதானமாக இச்செயற்பாட்டை செய்தீர்களாயின் எவ்வித வேறுபாட்டையும் காண மாட்டீர்கள்.

விளைபொருளாக வாயு ஒன்றைத் தரவல்ல தாக்கமொன்றை இப்போது ஆராய்வோம்.

உலர்ந்த வெப்பமேற்றும் கொதி குழாயொன்றைப் பெற்றுக்கொள்ளுங்கள். குழாயின் வாயை மூடத்தக்க தக்கையொன்றையும் இரண்டு அல்லது மூன்று தீக்குச்சிகளையும் பெற்றுக்கொள்ளுங்கள். படத்தில் காட்டியவாறு தீக்குச்சிகளின் தலை கீழாக இருக்குமாறு குழாயினுள் இட்டு இரசாயனத்தரசு ஒன்றின் உதவியால் இத்தொகுதியின் திணிவை நிறுத்துக்கொள்ளுங்கள். சவாலையொன்றின் உதவியால் தீக்குச்சிகளின் தலைகளைச் சூடாக்குங்கள். அப்போது தீக்குச்சிகள் எரியும். தீக்குச்சிகளில் தலைகளில் காபனும் கந்தகமும் இருப்பதால் கீழ்வரும் தாக்கம் நடைபெறும்.

காபன் + ஓட்சிசன் → கானீரொட்சைட்டு



கந்தகம் + ஓட்சிசன் → கந்தவீரொட்சைட்டு



இவ்விளைவுகள் இரண்டும் வாயுக்களாகும். வாயுவான இவ்விளைவுகள் புகைபோன்று சோதனைக்குழாய் முழுவதும் நிரம்பி இருப்பதை அவதானிக்கலாம். 1 மணி நேரம் வரை குழாயைக் குளிர்விட்டதன் பின், சோதனைக்குழாயின் அடியைத் துணியொன்றினால் நன்றாகத் துடைத்த பின், திரும்ப அதன் திணிவின் நிறையைத் தராசின் உதவியால் கணிக்க. இரு பெறுபேறுகளுக்கிடையேயும் என்ன வித்தியாசத்தைக் காண்கின்றீர்கள்? பரிசோதனையை மிக அவதானமாகச் செய்திருப்பின் எவ்வித வித்தியாசத்தையும் காணமாட்டீர்கள்.

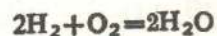
மேலதிக செயற்பாடாகக் கீழ்க்காணும் செயற்பாட்டையும் செய்து பாருங்கள். இதற்காக கமராக்களில் பிரகாசமான ஒளியைத் தரும் பளிச்சீட்டு மின்சூழி ஒன்றைப் பெற்றுக்கொள்ளுங்கள். இக்குமிழில் மெல்லிய மக்னீசியம் நாடாக்கினால் ஆன நார்கள் உண்டு. இந்நார்களுக்கு மின்னோட்டம் அளிக்கப்பட்டவுடன், அவை ஒரே கணத்தில் எரிந்து, மிகப் பிரகாசமான ஒளியைத் தரும். கமரா ஒன்றினுள் இவ்வாறான சூழி ஒன்று உபயோகிக்கப்படும். கமராவைப் பயன்படுத்தும் பொழுது பிரகாசமான ஒளியைநாம் காண்பது இதனால்

தான். இவ்வாறான மின்சூழி ஒன்றைப் பெற்று அதன் திணிவைக் காணுங்கள். பின் அதனைக் கமராவினுள் இணைத்து மின்னோட்டத்தை அனுப்புவதன் மூலம் அதனை எரியச் செய்யுங்கள். அக்குமிழ் குளிர்ந்த பின் அதன் திணிவைத் திரும்பவும் காணுங்கள். அளவீடுகளில் எவ்வித வித்தியாசத்தையும் காணமாட்டீர்கள். இவ்வகையான எளிய பரிசோதனைகள் மூலம் திணிவு மாறாவிதியை நிரூபிக்கலாம்.

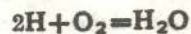
## 2.2 இரசாயனச் சமன்பாடு

இரசாயனச் சமன்பாடென்றால் என்ன? இரசாயனக் குறியீடுகள் சூத்திரங்கள் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் இரசாயனத் தாக்கமொன்றை எழுதிக் காட்டுதல் இரசாயனச் சமன்பாடு ஆகும். ஓட்சிசன் அல்லது வளியினுள் ஐதரசன் எரிவதால், நீரைப் பெறுகின்ற தாக்கம் சமன்பாட்டின் மூலம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஐதரசன் + ஓட்சிசன் = நீர்  
குறியீடுகள் மூலம்,



இச்சமன்பாட்டை இவ்வாறும் எழுதலாம் என நீங்கள் நினைக்கலாம்

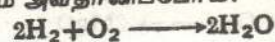


ஆயினும், சாதாரண நிலைகளில் ஐதரசன் வாயுவும், ஓட்சிசன் வாயுவும் அணுக்களாக அல்லாமல் மூலக்கூறுகளாகவே காணப்படும் அதாவது  $H_2$  வும்,  $O_2$  வும் ஆகும்.

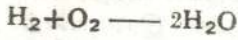
மேலே காட்டிய சமன்பாட்டில், இடப்பக்கத்தில் காணப்படும் ஐதரசனும், ஓட்சிசனும் தாக்கத்தில் ஈடுபடும் பதார்த்தங்களாகையால் அவை தாக்கிகள் எனப்படும். வலது பக்கத்தில் உள்ளவை தாக்கத்தின் போது பெறப்படும் பெறுபேறுகள். ஆதலால் அவை விளைவுகள் எனப்படும். பொதுவாகக் கூறின், சமன்பாட்டின் இடது பக்கத்தில் தாக்கிகளும் வலப்பக்கத்தில் விளைவுகளும் காட்டப்படுகின்றது.

### 2.2.1 இரசாயனச் சமன்பாட்டைச் சமநிலைப்படுத்தல்

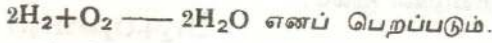
ஐதரசனும் ஓட்சிசனும் தாக்கமுறுவதைத் திரும்பவும் அவதானிப்போம்.



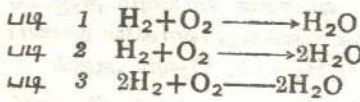
திணிவு மாறாவிதியின்படி பொருட்கள் அழிவுறமாட்டா. ஆகையால், சமன்பாட்டின் இடது பக்கத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமன்பாட்டின் வலது புறத்திலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமனாகும். இடது பக்கத்தில் ஐதரசன் இரு அணுக்களும் ஓட்சிசன் இரு அணுக்களும் உண்டு. சமன்பாட்டின் வலது புறத்தில் உள்ள நீர் மூலக்கூறில் இரு ஐதரசன் அணுக்களும் ஓர் ஓட்சிசன் அணுவும் உண்டு. சமன்பாட்டின் ஓர் ஓட்சிசன் அணுவின் எண்ணிக்கையைச் சமன்படுத்துவதற்கு அதன் வலப் பக்கத்தை இரண்டால் பெருக்கவும். அப்போது கிடைப்பது,



இப்போது சமன்பாட்டின் வலப்பக்கத்தில் 4 ஐதரசன் அணுக்கள் உள். ஐதரசன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைச் சமன்படுத்துவதற்கு இடது புறத்திலுள்ள ஐதரசன் மூலக்கூற்றை இரண்டால் பெருக்கலாம். அப்போது,



இப்போது சமன்பாட்டின் இருப்பங்களினுமுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையை ஒப்பிட்டுப் பாருங்கள். அணுக்களின் எண்ணிக்கை சமமெனக் காண்பீர்கள்

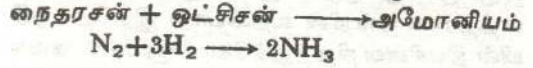
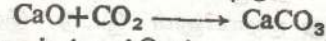
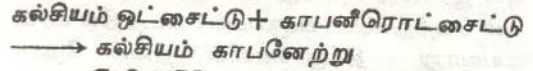
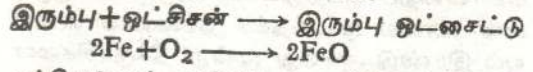
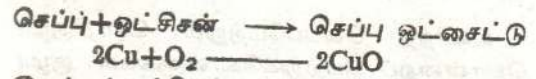


## 2:3 இரசாயனத் தாக்க வகைகள்

இரசாயனத் தாக்கங்கள் பல்வகைப்படும். அவற்றில் சிலவற்றை இங்கு ஆராய்வோம்

### 2.3.1 இரசாயனச் சேர்வைத் தாக்கங்கள்

இத்தாக்கத்தின்போது மூலகம் ஒன்று வேறொரு மூலகத்துடனோ, சேர்வைஒன்று வேறொர் சேர்வையுடனோ, மூலகம் ஒன்று சேர்வை ஒன்றுடனோ தாக்கமுறும். சேர்க்கைத் தாக்கங்களிற்சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன. மக்னீசியம் + ஓட்சிசன்  $\rightarrow$  மக்னீசியம் ஓட்சைட்டு



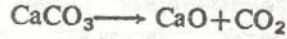
### 2.3.2 இரசாயனப் பிரிகைத் தாக்கங்கள்

சில இரசாயனச் சேர்வைகளை வெப்பமேற்றும்போது அவை பிரிகை அடைகின்றன. இத்தாக்கங்கள் பிரிகைத் தாக்கங்கள் எனப்படும்.

#### உதாரணம்:

வெப்பமேற்று

கல்சியம் காபனேற்று  $\longrightarrow$  கல்சியம் ஓட்சைட்டு + காபனீரொட்சைட்டு.



வெப்பமேற்றல்

பொற்றாசியம் குளோரேற்று  $\longrightarrow$

பொற்றாசியம் குளோரைற்று + ஓட்சிசன்.

வெப்பமேற்றல்



வெப்பமேற்றல்

ஐதரசன் பெரொட்சைட்டு  $\longrightarrow$  நீர் + ஓட்சிசன்

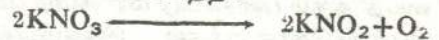
வெப்பமேற்றல்



வெப்பமேற்றல்

பொற்றாசியம் பொற்றாசியம் நைத்திரேற்று  $\longrightarrow$  நைத்திரேற்று + ஓட்சிசன்

வெப்பமேற்றல்



### 2.3.3 ஒற்றை இடப் பெயர்ச்சித் தாக்கங்கள்

நீலநிறச் செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் சிறிதளவைச் சோதனைக் குழாயினுள் எடுங்கள். இதற்குள் சுத்தமான மக்னீசியம் அல்லது நாகத் துண்டொன்றை இடுங்கள். சிறிது



நேரத்தின் பின் சொதனைக்குழாயின் அடியில் உள்ள பொருளைப் பாருங்கள். அதன் நிறம் என்ன? கபில நிறப்பொருளொன்றை இங்கு காணலாம். இங்கு செம்பு உலோகம் உள்ளது. செம்பு, செப்புச்சல்பேற்றிலிருந்து பெறப்பட்டது. இத்தாக்கத்தை நாம் இவ்வாறு எழுதலாம்.

செப்புச்சல்பேற்று + மக்னீசியம் → மக்னீசியம் சல்பேற்று + செம்பு



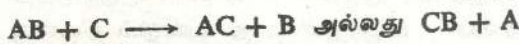
இங்கு செப்புச்சல்பேற்றின்  $\text{SO}_4^{2-}$  கூட்டம் மக்னீசியத்துடன் தாக்கமுற்றுள்ளது. ஆகவே செம்பு இடப்பெயர்ச்சியுற்றுள்ளது. இவ்வாறான தாக்கங்கள் ஒற்றை இடப் பெயர்ச்சித் தாக்கங்கள் எனப்படும். மேலும் சில உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. சோடியம் புரோமைற்று + குளோரீன் → சோடியம் குளோரைற்று + புரோமின்



நாகம் + சல்பூரிக்கமிலம் → நாகசல்பேற்று + ஐதரசன்



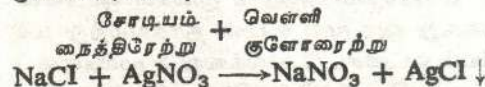
பொது சமன்பாடாகப் பின்வருமாறு எழுதலாம்



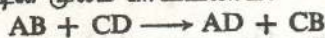
### 2.3.4 இரட்டை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கங்கள்

இரு அயன்சேர்வைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தாக்கமுறுவதால் இத்தாக்கம் ஏற்படுகின்றது. ஒரு சேர்வையின் நேர் அயன் மற்றைய சேர்வையின் மறை அயனுடன் தாக்கமுற்றுப் பூதுச் சேர்வைகள் இரண்டை உருவாக்கும்.

சோடியம் குளோரைற்று + வெள்ளி நைத்திரேற்று →



சுல்பியம் குளோரைற்று + சோடியம் குளோரைற்று + கார்பனேற்று  
சுல்பியம் கார்பனேற்று + சோடியம் குளோரைற்று  
 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
இவற்றைக் கீழ்க்காணும் பொதுச் சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டலாம்.



இத்தாக்கம் இரட்டை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கம் எனப்படும்

### இரசாயனக் கணிப்புகள்

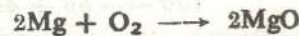
மூலகம்	சார் அணுத்திணிவு
ஐதரசன்	01
காபன்	12
நைதரசன்	14
ஓட்சிசன்	16
சோடியம்	23
கந்தகம் (சல்பர்)	32
பொற்றாசியம்	39
கல்சியம்	40
அலுமினியம்	27
குளோரீன்	35.5
செம்பு	63.5
இரும்பு	56
வெள்ளி	108
பொன்	197

### அட்டவணை 2.1

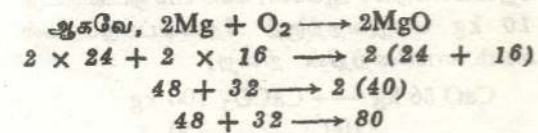
அட்டவணை 2.1 இல் சில மூலகங்களின் சார் அணுத்திணிவுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

இப்பாடத்தில் கற்ற தாக்கங்களின் அடிப்படையிலான கணிப்புகள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன:-(1) மக்னீசியம் 5g உடன் தாக்கமுறும் ஓட்சிசனின் நிறையைக் காண்க.

முதலில் சமநிலைப்படுத்திய சமன்பாட்டை எழுதுங்கள்.



அணுத்திணிவு அட்டவணையை உபயோகித்து மக்னீசியத்தினதும் ஓட்சிசனினதும் அணுத்திணிவைக் காணுங்கள். அவை முறையே 24, 16 என அறியலாம்.



சமன்பாட்டின் இடது பக்கத் திணிவுகளின் கூட்டுத்தொகை வலப்பக்கக் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும். இச்சமன்பாட்டின்

நிறைப்படி 48 பங்கு மக்னீசியம் நிறைப்படி 32 பங்கு ஓட்சிசனுடன் தாக்கமுற்று, நிறைப்படி மக்னீசியம் ஓட்சைட்டு 80 பங்கைத் தரும். இத்தொடர்பை உபயோகித்து மேலே தரப்பட்ட கணக்கை ஆராயலாம்.

நிறைப்படி 48 பகுதி மக்னீசியம், நிறைப்படி 32 பகுதி ஓட்சிசனுடன் தாக்கமுறும். ஆகவே, 5 g மக்னீசியத்துடன் தாக்கமுறும் ஓட்சிசன் திணிவைக் காண்க.

மக்னீசியம் (Mg) 48g உடன் தொடர்புறும் ஓட்சிசனின் அளவு = 32g  
5 g மக்னீசியத்துடன் தாக்கமுறும்

ஓட்சிசனின்

$$\begin{aligned} \text{அளவு} &= \frac{32}{48} \times 5 \text{ g} \\ &= \frac{10}{3} \end{aligned}$$

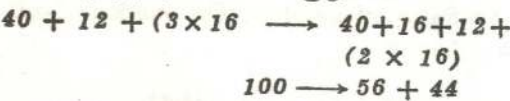
ஃ தேவைப்படும் ஓட்சிசனின் திணிவு = 3.33g

(ii) கல்சியம் காபனேற்றை வெப்பமேற்றுவதன் மூலம் கல்சியம் ஓட்சைட்டு அல்லது நீறாத சுண்ணாம்பைப் பெறலாம். நீறாத சுண்ணாம்பு 10kg பெறுவதற்காக எவ்வளவு கல்சியம் காபனேற்றை வெப்பமேற்ற வேண்டும்?

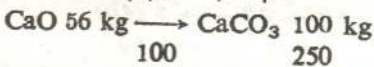
முதலில் சமப்படுத்திய சமன்பாட்டை எழுதுவோம்.



இப்போது அணுத்திணிவை உபயோகித்து, மூலக்கூற்றுத் திணிவை எழுதுவோம்.



ஆகவே, கல்சியம் காபனேற்று 100பகுதி களிலிருந்து கல்சியம் ஓட்சைட்டு 56 பகுதிகள் பெறப்படும். அல்லது, கல்சியம் ஓட்சைட்டு 56 பகுதிகளைப் பெறுவதற்குக் கல்சியம் காபனேற்று 100 பகுதிகள் தேவைப்படும். ஆகவே, கல்சியம் ஓட்சைட்டு 10 kg பெறுவதற்குத் தேவைப்படும் கல்சியம் காபனேற்றின் நிறை,

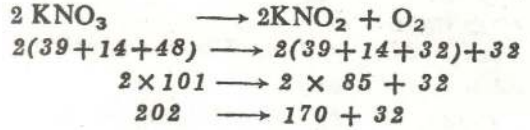


$$\text{CaO } 10 \text{ kg} \longrightarrow \frac{100}{56} \times 10 = \frac{250}{14} = 17.86 \text{ kg}$$

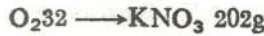
ஆகவே, 17.86 kg சுத்தமான சுண்ணாம்புக் கற்கள் தேவைப்படும்.

(iii) ஓட்சிசன் 4- பெறுவதற்கு எவ்வளவு பொற்றாசியம் நைத்திரேற்றைப் பிரிகையுறச் செய்ய வேண்டும்?

முன்போல் சமப்படுத்திய சமன்பாட்டை எழுதுங்கள்.



32 பகுதி ஓட்சிசனைப் பெற்றுக்கொள்வதற்குப் பொற்றாசியம் நைத்திரேற்று 202 பகுதிகள் தேவைப்படும்.

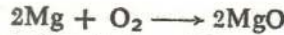


$$\text{O}_2 4 \text{ g} \longrightarrow \frac{202}{32} \times 4 = \frac{202}{8} = 25.25 \text{ g}$$

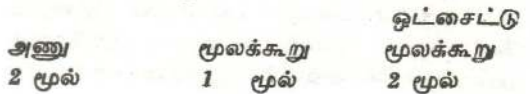
தேவைப்படும்  $\text{KNO}_3$  திணிவு 25.25 g ஆகும்

மூல்களில் கணித்தல்

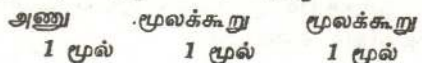
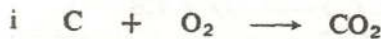
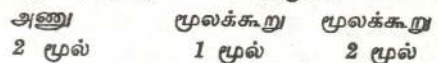
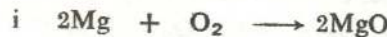
இதற்கு முந்திய பாடங்களில் மூல்பற்றி நீங்கள் படித்துள்ளதை மீண்டும் நினைவுபடுத்திப் பாருங்கள். சீழ்க்காணும் தாக்கத்தைக் கவனியுங்கள்.

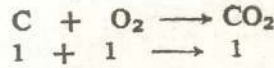
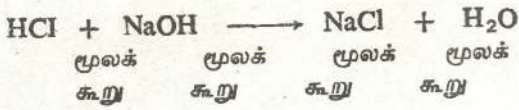


மக்னீசியம் + ஓட்சிசன்  $\longrightarrow$  மக்னீசியம்



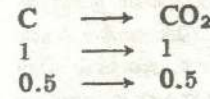
இது சமநிலையிலுள்ள ஒரு சமன்பாடாகும். மக்னீசியம் அணு 2 மூல்கள் ஓட்சிசன் மூலக்கூறு ஒரு மூல் உடன் தாக்கமுற்று மக்னீசியம் ஓட்சைட்டு மூலக்கூறு 2 மூல்களைப் பெற்றுக் கொடுக்கின்றதென மேற் கூறிய சமன்பாட்டிலிருந்து அறியலாம்





காபனீரொட்சைட்டு 1 மூல் பெறுவதற்குக் காபன் 1 மூல் தேவைப்படும்.

காபனீரொட்சைட்டு 0.5 மூல் பெறுவதற்குத் தேவைப்படும் காபன் மூலின் எண்ணிக்கை;-



ஃதேவைப்படும் காபன் மூல் 0.5

**உதாணம்;**

காபனீரொட்சைட்டு 0.5 மூல் பெற்றுக் கொள்வதற்கு எவ்வளவு காபன் மூல்கள் தேவைப்படும்.

## பொழிப்பு

மூடிய தொகுதியொன்றில் இரசாயனத் தாக்கத்தின் முன்பிருந்த தி மூவு இரசாயனனத் தாக்கத்தின் லின் காணப்படும் திணி விற்குச் சமமாகும்.

மேற்கூறிய விதி திணிவு மாறாவிதி எனப் எனப்படும். இரசாயனத் தாக்கங்களை எழுதிக்காட்டுவதற்கு இரசாயனக் குறியீடுகளையும் குத்திரங்களையும் உபயோகித்துச் சமன்பாடுகளை அமைக்கலாம். சமன்பாடொன்று சமன்படுத்தப்படுவது மிக முக்கியமாகும். சமன்பாட்டின் உண்மையான கருத்தை சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டிலிருந்தே பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

பல வகையான இரசாயனத் தாக்கங்கள் உள:- இரசாயனச் சேர்க்கைத் தாக்கம், இரசாயன பிரிகைத் தாக்கம்.

ஒன்றை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கம். இரட்டை இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கம்.

ஆகியவை சில இரசாயனத் தாக்க வகைகளாகும்.

சார் அணுத் திணிவையும் சமன்பாடுகளையும் உபயோகித்து இரசாயனக் கணிப்புகளைச் செய்யலாம்.

## பயிற்சி

கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளைச் சமன்படுத்துங்கள்.

1.  $\text{KClO}_3 \longrightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
2.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + ?$
3.  $\text{PbCO}_3 \longrightarrow \text{PbO} + \text{CO}_2$
4.  $\text{NaBr} + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{CaBr}_2$
5.  $\text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2$

## அத்தியாயம் 3

### கரைசல்களும் அவற்றின் செறிவும்

#### 3.1 கரைசல்கள்

கண்ணாடிக்குவளை ஒன்றிலுள்ள நீரினுள் உப்புப் பளிங்கு ஒன்றை இட்டுக் கலக்குங்கள் உப்புப் பளிங்கு படிப்படியாக அளவில் சிறுத்து இறுதியில் மறைந்து போவதை அவதானிப்பீர்கள். கண்ணாடிக் குவளையில் எஞ்சுவது உப்புக் கரைசலாகும். உப்புப் பளிங்கு நீரில் கரைந்தனாலேயே உப்புக் கரைசல் கிடைத்தது. கரைக்கப்பட்ட பொருள் கரையம் எனவும் அதனைக் கரையச் செய்த திரவம் கரைப்பான் எனவும் அழைக்கப்படும். உப்பு நீரில் கரைந்தது. எனவே, இங்கு நீர் கரைப்பான் ஆகும்.

உப்பு + நீர் → உப்புக் கரைசல்  
வெல்லம் + நீர் → ரெல்லக் கரைசல்  
அயடின் + மதுசாரம் → அயடின் கரைசல்

உப்புக் கரைசல், அயடின் கரைசல், வெல்லக் கரைசல் ஆகிய. எல்லாவற்றிலும் கரையம் தின்மப் பதார்ந்தமாகும். கரைப்பான் திரவமாகும். இப்போது நாம் கரையமும் கரைப்பானும் ஆக்கப்பட்டுள்ள துணிக்கைகள் பற்றிக் கவனிப்போம்.

கரையும்போது கரையத்தின் துணிக்கைகள் கரைப்பானின் துணிக்கைகளுக்கு இடையே செல்கின்றன. கரையத்தின் துணிக்கைகள் எல்லா இடங்களுக்கும் பரம்பிச் செல்வதால் கரையத்தின் சுவை, நிறம் போன்ற இயல்புகளும் கரைசலினுள் பரம்பிச் செல்கின்றன.

ஒரு திரவம் மற்றொரு திரவத்துடன் நன்கு கலப்பதாலும் கரைசல்கள் தோன்றுகின்றன.

உதாரணம்-மதுசாரமும் நீரும்

இவ்வாறான கரைசல்களில் கரைப்பானாக அமைவது அதிகளவில் காணப்படும் திரவமாகும். கூடிய கனவளவு நீருடன், குறைந்த கனவளவு மதுசாரம் கலக்கப்பட்டால், கரைப்பானாக நீரும் கரையமாக மதுசாரமும் அமைகின்றன.

வாயுவொன்று ஒரு திரவத்தில் கரைவதனாலும் கரைசல்கள் தோன்றுகின்றன. போத்தல்களில் இடப்பட்டு முடியினால் காற்றுப் புகாதபடி முத்திரையிடப்பட்டுள்ள சோடாநீர், அவ்வாறானதொரு கரைசலாகும். காபனீரொட்சைட்டு வாயுவை நீரில் கரைப்பதன் மூலம் சோடாநீர் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் கரையம் காபனீரொட்சைட்டாகும், கரைப்பான் நீராகும்.

குளிப்பான வகைகள், தேனீர், கோப்பி போன்ற பான வகைகள் யாவும் கரைசல்களாகும். இக்கரைசல்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கரையங்கள் கரைந்துள்ளன. ஆற்று நீர் கூட, புவியிலடங்கியுள்ள பல்வேறு உப்பு வகைகள் சிறிதளவிலாவது கரைந்து காணப்படும் ஒரு கரைசலாகும். பெருஞ்சமுத்திரங்களில் காணப்படுவது உலகிலுள்ள மிகப் பெரிய கரைசலாகும். கடல் நீரில் கரைந்துள்ள உப்புக்களுள் சோடியம் குளோரைட்டு (கறியுப்பு), மக்னீசியம் சல்பேற்று (இந்துப்பு), மக்னீசியம் குளோரைட்டு. கல்சியம் சல்பேற்று (ஜிப்சம்), பொற்றாசியம் குளோரைட்டு என்பன பிரதான இடத்தைப் பெறுகின்றன.

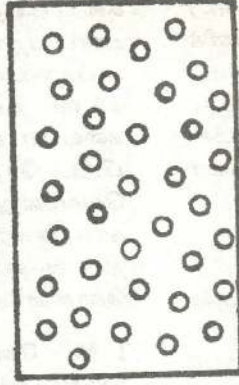
#### 3.2 கரைசலின் செறிவு

படம் 3.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக் குவளைகள் மூன்றிலுள்ளும் முறையே சம கனவளவு நீர் இடப்பட்டுள்ளது. முதலாவது குவளையுள் ஒரு தேக்கரண்டி வெல்லமும். இரண்டாவது குவளையுள் இரண்டு தேக்கரண்டி வெல்லமும், மூன்றாவது குவளையுள் மூன்று தேக்கரண்டி வெல்லமும் இடப்பட்டுக் கரைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வொவ்வொரு வெல்லக்கரைசலையும் தனித்தனியே சுவைத்துப்பார்க்கையில்.

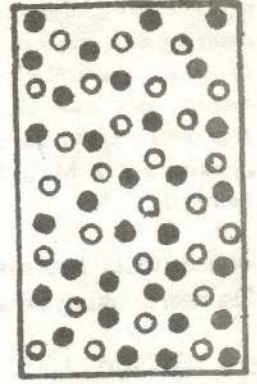
- (i) முதலாவது கரைசலின் இனிமை குறைவானது.
- (ii) இரண்டாவது கரைசலின் இனிமை முன்னையதைவிட சிறிது அதிகமானது.
- (iii) மூன்றாவது கரைசலின் இனிமை முன்னையவற்றைவிட அதிகமானது.



கரையம்

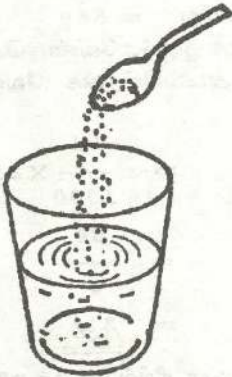


கரைப்பான்

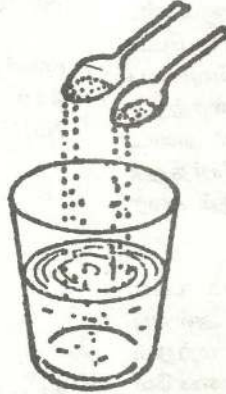


கரைசல்

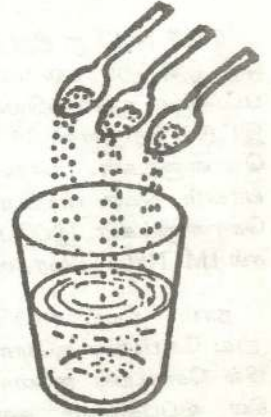
படம் 3.1



I



II



III

படம் 3.2

சமகனவளவு நீரில் கரைக்கப்பட்ட வெல்லத்தின் அளவு வேறுபட்டதனாலேயே சுவை வேறுபட்டுக் காணப்பட்டது. வேறொர் விதத்தில் கூறுவதாயின், வெல்லத்தின் செறிவு வேறுபட்டதனாலேயே சுவை வேறுபட்டது எனலாம். முதலாளீது கரைசலிலிருந்து மூன்றாவது கரைசல் வரை முறையே செறிவு அதிகரிக்கின்றது. அதாவது, அலகுக் கனவளவில் கரைந்துள்ள பதார்த்தத்தி் திணிவு அதிகரித்துள்ளது. இங்கு நாம் பயன்படுத்திய கரைப்பானின் கனவளவு ஒரு இலீற்றராயின், செறிவுக்கு

நாம் பின்வருமாறு வரைவிலக்கணம் கூறலாம். கரைசலின் செறிவு என்பது, ஒரு கனடெசி மீற்றர் ஒரு (இலிற்றர்) கரைப்பானில் கரைந்துள்ள கரையத்தின் திணிவாகும். செறிவு குறைந்த கரைசல்கள் ஐதான கரைசல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

### செறிவை அளக்கும் அல்குகள்

கரையத்தின் திணிவு கிராம்களில் அக்ள கப்பட்டதாயின், செறிவை இலீற்றருக்குக் கிராம் எனக் காட்டமுடியும். கரைசலின்

செறிவைக் குறிப்பிடுகையில், கரைசலின் ஒரு கண மீற்றரில் (ஒரு இலீற்றரில்) கரைந்துள்ள கரைய மூல்களின் எண்ணிக்கையும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கரைசலின் ஒரு கண டெசிமீற்றரில் (ஒரு இலீற்றர்) 1 மூல் கரையம் கரைந்திருப்பின் அக்கரைசல் 1 M அல்லது ஒரு மூலர் கரைசலாகும்.

**அறியப்பட்ட கனவளவுகளைக் கொண்ட கரைசல்களைத் தயாரித்தல்**

ஒரு இலீற்றர் 1 M சோடியங்குளோரட்டு NaCl கரைசலைத் தயாரித்தல்  
முதலாவதாக, ஒரு மூல் NaCl ஐ திணிவை அறிந்து கொள்ளல் வேண்டும்.  
ஒரு மூல் NaCl இன் திணிவு =  $(23 + 35.5)g$   
 $= 58.5$

58.5 NaCl ஐ நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். ஒரு இலீற்றர் கனவளவு அடையாளமிடப்பட்டுள்ள குடுவையொன்றுள் அவ்வுப்பை இட்டுச் சிறிதளவு நீர் சேர்த்துக் கரைத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் ஒரு லீற்றர் அடையாளம் வரை படிப்படியாக நீர் சேர்த்துக் கொள்ளுங்கள். இப்போது கிடைக்கும் கரைசல் 1M NaCl கரைசலாகும்.

நாம் கறியுப்பாகப் பயன்படுத்தும் உப்பு தூய சோடியங் குளோரைட்டல்ல. அவ்வுப்பில் சோடியங் குளோரைட்டுடன் மற்றும் சில உப்புக்களும் கலந்துள்ளன. எனவே சோடியங்குளோரைட்டின் மூலர்க்கரைசல்களைத் தயாரிப்பதற்காக, ஆய்கூடத்தில் உள்ள தூயசோடியங் குளோரைட்டையே பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

சோடியங் காபனேற்று, சோடியமிருகாபனேற்று, சோடியஞ் சல்பேற்று, பொற்றாசியம் பரமங்கனேற்று, செப்புச் சல்பேற்று போன்ற நீரில் கரையும் தன்மையுடைய பல உப்புகள் ஆய்கூடத்தில் காணப்படும். இவ்வுப்புகளைக் கொண்டும் எமக்கு அவசியமான செறிவைக் கொண்ட கரைசல்களைத் தயாரித்துக் கொள்ள முடியும். வெவ்வேறு பரிசோதனைகளுக்காக ஒரு லீற்றர் கரைசலையே தயாரித்துக் கொள்ள வேண்டிய அவசியம் ஏற்படமாட்டாது ஏறத்தாழ 100 ml கரைசல் தேவைப்படு

கின்ற ஒரு பரிசோதனைக்காக ஒரு இலீற்றர் கரைசலைத் தயாரிப்பதன் மூலம் இரசாயனப் பதார்த்தம் வீண விரயமாகக்கூடும். ஆய்கூடங்களில் பெரும்பாலாக 100 ml 25 ml கனவளவு குறிக்கப்பட்ட பாத்திரங்களையே காண்கின்றோம். எனவே, குறிப்பிட்ட செறிவைக் கொண்ட கரைசல்களின் வெவ்வேறு கனவளவுகளைத் தயாரிப்பதற்காக, கரைக்கப்படவேண்டிய கரையத்தின் திணிவுகளைக் கணித்தல் மூலம் அறிந்து கொள்ளவேண்டும்.

1 M சோடியமிருகாபனேற்றுக் கரைசலின் (NaHCO<sub>3</sub>) 250 ml ஐத் தயாரித்தல்  
1 மூல் NaHCO<sub>3</sub> இன் திணிவு  
 $= (23 + 1 + 12 + 48) g$   
 $= 84g$

மூலர்த்தின் 1 ஆக இருக்க வேண்டுமெனின் 1000 ml இல் அடங்கியிருக்க வேண்டிய NaHCO<sub>3</sub> இன்

$$\text{திணிவு} = 84g$$

மூலர்த்தின் 1 ஆக இருக்க வேண்டுமெனின் 250 ml இல் அடங்கியிருக்க வேண்டிய NaHCO<sub>3</sub> இன்

$$\begin{aligned} &= \frac{84}{1000} \times 250 \\ &= \frac{84}{4} \\ &= 21g \end{aligned}$$

21 g NaHCO<sub>3</sub> இசூன நீரில் கரைத்து 250ml அளவாகும் வரை நீரைச் சேர்ப்பதால் 250ml 1M கரைசலைத் தயாரித்துக் கொள்ள முடியும்.

0.1 M வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் (AgNO<sub>3</sub>) கரைசலின் 250 ml இல் அடங்கியுள்ள வெள்ளி நைத்திரேற்றின் திணிவைத் துணிதல்.

ஒரு மூல் வெள்ளி நைத்திரேற்றின் திணிவு =  $(108 + 14 + 48) g$   
 $= 170g$

1M AgNO<sub>3</sub> 1000ml இல் கரைந்துள்ள திணிவு = 170g

0.1 M AgNO<sub>3</sub> 1000ml இல்

$$\begin{aligned} &= \frac{170}{10} \\ &= 17g \end{aligned}$$

$$0.1 \text{ M AgNO}_3 \text{ 250 ml இல்}$$

$$\text{கரைந்துள்ள திணிவு} = \frac{17}{1000} \times 250 \text{ g}$$

$$0.1 \text{ M AgNO}_3 \text{ 250 ml இல்}$$

$$= \frac{17}{4}$$

$$= 4.25 \text{ g}$$

தரப்பட்டுள்ள யாதேனுமொரு திணிவு கரைந்துள்ள கரைசலின் மூலர்த்திறனைத் துணிதல்

20g சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு  
250 ml கரைசலில் கரைந்திருப்பின் அக்கரைசலின் மூலர்த்திறன் யாது?

அக்கரைசலின் 1000 ml இல் கரைந்துள்ள சோடியம் ஐதரொட்சைட்டின்

$$\text{திணிவு} = \frac{20}{250} \times 1000 \text{ g}$$

$$= 80 \text{ g}$$

1000 ml இல் 40g NaOH  
கரைந்திருப்பின் மூலர்த்திறன் = 1  
(ஒரு கிராம் மூல் NaOH இன் திணிவு = 40 g)

Na=23, O=16, H=1  
∴ 1000 ml இல் 80g கரைந்திருக்கையில்

$$\text{மூலர்த்திறன்} = \frac{1}{40} \times 80$$

$$= 2 \text{ M}$$

### 3.3 கரைசலின் அடர்த்தியும் அதன் செறிவும்

கரைசல்களின் செறிவுக்கும் அவற்றின் அடர்த்திக்கும் தொடர்பேதுமுண்டா எனக் கவனிப்போம்.

கண்ணாடிக்குவளை ஒன்றுள் 100ml நீரை இடுங்கள். அந்நீரில் ஒரு கரண்டி வெல்லத்தைக் கரைத்து அக்கரைசலின் திணிவை அளந்து கொள்ளுங்கள். இதற்காக முதலில் வெறும் குவளையின் திணிவை அறிந்து கொள்ளல் வேண்டும். கரைசலுடன் கூடிய குவளையின் திணிவிலிருந்து, வெறுங்குவளையின் திணிவைக் கழிப்பதன் மூலம் கரைசலின் திணிவை அறிந்துகொள்ள முடியும்.

வெறும் குவளையின் திணிவு =  $m_1$  g  
கரைசலுடன் குவளையின் திணிவு =  $m_2$  g  
ஃ கரைசலின் திணிவு =  $(m_2 - m_1)$  g

பின்னர், மேற்படி கரைசலுடன் இன் பீனாரு கரண்டி வெல்லத்தை இட்டுக் கரைத்து மீண்டும் கரைசலின் திணிவை அறிந்து கொள்ளுங்கள். இவ்வாறே இடும் வெல்லக் கரண்டிகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்து அவ்வொவ்வொரு சந்தர்ப்பத்தின் போதும் திணிவுகளை அறிந்து கொள்ளுங்கள்.

பின்னர் அவ்வொவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் கரைசலின் அடர்த்தியைக் கணித்துக் கொள்ளுங்கள்.

முதலாவது சந்தர்ப்பத்தில் அடர்த்தி =  $\frac{\text{முதலாவது சந்தர்ப்பத்தில் திணிவு}}{100 \text{ ml}}$

இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்தில் அடர்த்தி =  $\frac{\text{இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்தில் திணிவு}}{100 \text{ ml}}$

மூன்றாவது சந்தர்ப்பத்தில் அடர்த்தி =  $\frac{\text{மூன்றாவது சந்தர்ப்பத்தில் திணிவு}}{100 \text{ ml}}$

மேலே காட்டப்பட்ட மூன்று சந்தர்ப்பங்களிலும் கனவளவு மாறாது காணப்படுகின்றது. எனினும், கரைக்கப்பட்ட வெல்லத்தின் திணிவு வேறுபட்டதனால் கரைசலின்



அடர்த்தியும் வேறுபட்டது. கரைசலின் திணிவு வேறுபடும்போது, கரைசலின் செறிவும் வேறுபடுகின்றது. செறிவு வேறுபடும் போது கரைசலின் அடர்த்தி வேறுபடுகின்றது.

மேலே நீங்கள் தயாரித்த வேறுபட்ட செறிவைக் கொண்ட கரைசல்களை, நீர் மானியினால் பரிசோதித்துப் பாருங்கள், குறைந்த செறிவுடைய கரைசலினுள் நீர் மானி கூடுதலான ஆழத்திற்கு அமிழ்கின்றது. கூடிய. செறிவுடைய கரைசலினுள் நீர் மானி குறைந்த ஆழத்திற்கு அமிழ்கின்றது

சில சந்தர்ப்பங்களில் கரைசல்களின் நிலையைப் பரிட்சிப்பதற்காக, இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பாலின் அடர்த்தி குறிப்பிட்ட நிலையில் காணப்பட்டால் மாத்திரமே தேசிய பாற்சபையினால் பால் கொள்வனவு செய்யப்படுகின்றது. பாலைக் கொள்வனவு செய்யும் நிலையங்களில், பாலின் அடர்த்தியை அறிந்து கொள்வதற்காக நீர்மானி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பாலில் கூடுதலான அளவு நீர் அடங்கியிருப்பின் அப்பாலின் அடர்த்தி குறைவானதாகக் காட்டப்படும். இவ்வாறான அடர்த்தி குறைந்த பாலை விற்பனை செய்ய முடியாது. தம்மிடம் நீர்மானியிருப்பின் பால் உற்பத்தியாளருக்கு தமது வீடுகளிலே பாலின் தரத்தைப் பரிசோத்துப் பார்த்துக்கொள்ள முடியும்.

மோட்டார் வாகனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் மின்கலவடுக்குகளில் அடங்கியிருப்பது சல்பூரிக்கமிலமாகும். மின்கலவடுக்கின் சக்தி விரயமாகும்போது, அமிலத்தின் செறிவும் படிப்படியாகக் குறைவடைகின்றது. மின்கலவடுக்கில் அடங்கியுள்ள அமிலம் உரிய அடர்த்தியைக் கொண்டுள்ளதா என அறிந்து கொள்வதற்காக நீர்மானி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

### பொழிப்பு

கரையமும் கரைப்பானும் ஒன்று சேர்வதால் கரைசல் தோன்றுகின்றது.

யாதேனுமொரு கரைசலின் செறிவு என்பது ஒரு இலீற்றர் கரைப்பானில் கரைந்துள்ள கரையத்தின் திணிவாகும்.



தாழ் செறிவு

உயர் செறிவு

### படம் 3.3 நீர்மானி

நீர்மானி கூடுதலாக அமிழ்கின்றதாயின் அமிலத்தின் அடர்த்தி குறைவானதாகும். அதாவது, அதன் செறிவு குறைவானது. இவ்வாறான சந்தர்ப்பத்தில் மின்கலவடுக்கை மீண்டும் மின்னேற்றுவதன் மூலம் அதை உரிய நிலைக்குக் கொண்டு வர முடியும்

கரையத்தின் திணிவை, கிராம்களில் அல்லது மூல்களில் குறிப்பிடமுடியும்.

கரைசலின் செறிவு வேறுபடும்போது அதன் அடர்த்தியும் வேறுபடுகின்றது.



1. பின்வரும் கரைசல்களின் மூலர்த்திறனைக் கணிக்க.

(i) 4 g சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு 100ml கரைப்பானில் கரைந்துள்ள கரைசல்.

(ii) 36.5 g ஐதரோக்குளோரிக் கமிலம், 21 கரைப்பானில் கரைந்துள்ள கரைசல்.

(iii) 17g வெள்ளி நைத்திரேற்று, 500ml கரைப்பானில் கரைந்துள்ள கரைசல்.

2. பின்வரும் கரைசல்களில் கரைந்துள்ள கரையத்தின் திணிவைக் கணிக்க.

(i) 11, 2M சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுக் கரைசலிலடங்கியுள்ள சோடியம்ஐதரொட்சைட்டு.

(ii) 500ml 0.5M ஐதரோக்குளோரிக் கமிலக் கரைசலிலடங்கியுள்ள ஐதரோக்குளோரிக் கமிலம்.

(iii) 100 ml 0.5 M சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுக் கரைசலிலடங்கியுள்ள சோடியம்ஐதரொட்சைட்டு.

மேற்படி கணித்தல்களுக்கு அவசியமான அணுத்திணிவுகள் பின்வருமாறு :- Na = 23  
O = 16. H = 1 Cl = 35.5  
Ag = 108. N = 14,

## அத்தியாயம் 4

# மனித உடலினுள் பதார்த்தங்கள் கொண்டு செல்லப்படுதல்

### 4.1 குருதி

மனித உடல், ஒல்வேறு தொழில்களுக்கென இசைவாக்கமடைந்த பல்வேறு வகைப்பட்ட கோடிக்கணக்கான கலங்களாலானது. இக் கலங்களுள் தோலின் புறமேற்பரப்பில் காணப்படும் கலங்கள் மாத்திரம் உயிரற்ற கலங்களாகும்.

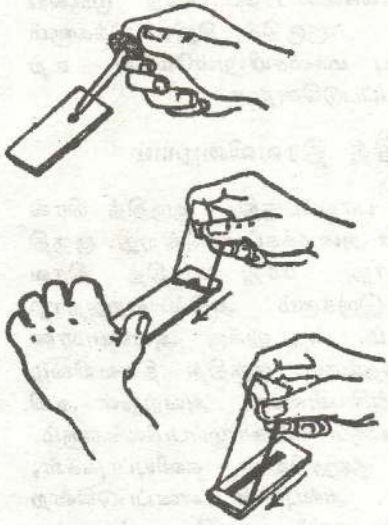
உடலினுள்ள எல்லா உயிர்க் கலங்களினதும் சிறப்பான தொழிற்பாட்டின் மீதே எமது உடலின் ஒழுங்கான தொழிற்பாடு தங்கியுள்ளது. உயிர் நிலைத்திருக்கவும் உடலினுள் நிகழும் பல்வேறு அனுசேபத் தொழிற்பாடுகளை இடைவிடாது நடத்துவதற்கும் சக்தி அவசியமானது. கலங்களால் உணவு ஓட்சியேற்றப்படுவதன் மூலமே இச்சக்தி பெற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றது. எனவே, கலங்களுக்கு இடைவிடாது ஓட்சியும் உணவும் வழங்கப்படல் வேண்டும். அத்தோடு, உணவை ஓட்சியேற்றுதல் உட்பட சகல அனுசேபத் தொழிற்பாடுகளின் போதும் தோன்றுகின்ற விளைவுகளைக் கலங்களிலிருந்து வெளியேற்றவும் வேண்டும்.

நாம் உட்கவாசிக்கும்போது உடலினுள் ஓட்சிசன் உறிஞ்சப்படுகின்றது என்பதையும், வெளிச்சவாக்கும்போது உடலிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றது என்பதையும் நீங்கள் முன்னைய ஆண்டில் கற்றிருப்பீர்கள். இந்த வாயுப் பரிமாற்றம் நுரையீரல்களால் நடைபெறுகின்றது. எனினும் கலங்களினுள் நிகழும் உணவு ஓட்சியேற்றத்தின் போதே காபனீரொட்சைட்டு தோன்றுகின்றது. ஓட்சிசன் வாயு, நுரையீரல்களிலிருந்து கலங்களுக்கு, காபனீரொட்சைட்டு கலங்களிலிருந்து நுரையீரல்களுக்கும் கொண்டு செல்லப்படல் வேண்டும். இவ்வாறாக, உணவு, வாயுக்கள், பிற தேவையற்ற பதார்த்தங்கள்

ஆகியன கொண்டு செல்லப்படுவதற்காக உடலினுள் யாதேனுமொரு ஊடகம் இருத்தல் வேண்டும். அதுவே திரவ ஊடகமான குருதியாகும்.

குருதி என்பது எவ்வாறானதொரு பதார்த்தம் என்பதை இப்போது கவனுப்போம். குருதி சிவப்பு நிறமான ஒரு திரவம் என்பதை நாம் அறிவோம். சாதாரணமான ஒரு மனிதனுள் உடலினுள் எறத்தாழ 5.5 இலீற்றர் குருதி அடங்கியுள்ளது. ஒரு துளிக்குருதியை நுணுக்குக்காட்டியினூடாக அவதானிப்பதன் மூலம் குருதி பற்றிய விபரங்களை அறிந்து கொள்ள முடியும்.

சுவாலையில் பிடித்துக் கிருமியழிக்கப்பட்ட ஊசியொன்றின் உதவியுடன் மதுசாரத்தினால் சுத்தப்படுத்திய விரல் நுனியில் ஓரிடத்தில் துளையுங்கள். விரலை நசித்து ஒரு துளி குருதியை வழுக்கியொன்றின்மீது இடுங்கள். (அந்த விரல் நுனியில் மீண்டும் மதுசாரம் தடவப்படல் வேண்டும்) வழுக்கியின் மீது இடப்பட்ட குருதியின் மீது 0.9% சோடியம் குளோரைட்டுக் கரைசலின் ஒரு துளியை இடுங்கள். மற்றொரு வழுக்கியின் உதவியுடன் அக்குருதித் துளியை வழுக்கியின் மீது பரப்பிக்கொள்ளுங்கள். இதை நுணுக்குக் காட்டியினூடாக அவதானிக்கையில் பாயத்தில் பெருந்தொகையான கலங்கள் தென்படுகின்றன. அவற்றுள் பெரும்பாலான கலங்கள் சிவப்பு நிறமானவை. சிவப்புக்கலங்களைத் தவிர வெவ்வேறு அளவுடைய பிற கலங்களும் காணப்படுகின்றன. பாயத்தில் கலங்களைத் தவிர மிகச் சிறிய ஒரு வகை உடல்களும் பல காணப்படுகின்றன. குருதியில் அடங்கியுள்ள இப்பகுதிகள் ஒவ்வொன்றைப் பற்றியும் இப்போது கவனிப்போம்.



படம் 4.1 வழக்கியின் மீது குருதித் துளியைப் பரப்புதல்



செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கையின் மேற்பரப்புத் தோற்றம்



குருதிச் சிறுதட்டுகள்



வரிசையாயுள்ள செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்.



வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்

படம் 4.2 குருதியின் கூறுகள்

#### 4.1.1 செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்

குருதியில் அடங்கியுள்ள செந்நிறக்கலங்கள் செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. பரிசோதிப்பதற்கு எடுத்துக் கொண்ட மாதிரித் துளிக் குருதியில் அதிக அளவில் காணப்படுபவை செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகளாகும். இவை இரு பக்கங்களும் உட்குழிவான தட்ட வடிவுடையவை. இக்கலங்களுள் ஒன்றைத் தனியாக நோக்கும்போது மஞ்சள் நிறமாகவும், கூட்டமாக இருக்கையில் செந்நிறமாகவும் காட்சி அளிக்கின்றன. குருதிக்குச் செந்நிறத்தைக் கொடுப்பவை இச்செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகளே ஆகும். செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகளுள் ஈமோ குளோபின் எனப்படும் சேர்வை காணப்படுகின்றதனாலே அவை செந்நிறமாகக் காட்சி அளிக்கின்றன. கூடிய ஒட்சிசன் செறிவைக் கொண்ட நுரை யீரலில், இந்த ஈமோ குளோபின் சேர்வை ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து ஒட்சி ஈமோகு

ளோபின் எனும் உறுதியற்ற சேர்வையை ஆக்குகின்றது. இது செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகளினுள்ளேயே நடைபெறுகின்றது. இதன் காரணமாகக் குருதி பிரகாசமான செந்நிறத்தைப் பெறுகின்றது. குருதி குருதிக் கலன்களினூடாகப் பாய்ந்து சென்று கலங்களையடைந்ததும், அந்த உறுதியற்ற சேர்வை, பிரிகையடைந்து ஒட்சிசனை விடுவிக்கின்றது. இவ்வாறாக விடுவிக்கப்படுகின்ற ஒட்சிசன் கலன்களுக்குக் கிடைக்கின்றது.

முலையூட்டிகளின் செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகளில் கரு காணப்படுவதில்லை. இவை கறுகிய ஆயுட்காலத்தைக் கொண்டவை. இச்செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்; ஈரவிலும் மண்ணீரலிலும் உடைக்கப்படுகின்றன. செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் சிவப்பு என்பு மச்சையில் உற்பத்தியாக்கப்படுகின்றன.

#### 4.1.2 வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்

குருதியில், செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளைத் தவிர, பருமனில் அவற்றை விடப் பெரியதும், குறிப்பிட்ட ஒரு வடிவம் அற்றவையுமான கலங்கலும் அடங்கியுள்ளன. இவை வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இக்கலங்களில் கரு காணப்படுகின்றது. கருவினதும் கல முதலுருவின் தன்மைக்கும் ஏற்ப இருவகையான வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் காணப்படுகின்றன. சில வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் உடலினுட்புகும் நோயுண்டாக்கும் பற்றீரியாக்களையும், வைரசுக்களையும் விழுங்கி விடுகின்றன மற்றைய சில வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் நோய்க் கிருமிகளுக்கு எதிரான "பிறப்பொருளெதிரிகளை" உற்பத்தி செய்கின்றன. மண்ணீரல், நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் போன்ற நிணநீர் இழையங்களினுள்ளும் என்பு மச்சையினுள்ளும் வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. பொதுவாக ஒருவரிடம் எடுக்கப்பட்ட குருதி மாதிரித் துளியொன்றில் ஏறத்தாழ 600 செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளுக்கு ஒரு வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கை என்ற விகிதத்தில் அடங்கியிருக்கும்.

#### 4.1.3 குருதிச் சிறுதட்டுகள்

குருதிச் சிறுதட்டுகள் கலங்களைத் தவிர மேலும் சிறிய உடல்களும் குருதியில் அடங்கியுள்ளன. சிறுதட்டுகள் என அழைக்கப்படும் இவற்றில் கரு காணப்படுவதில்லை. இவை குருதி உறைவதற்கு உதவி புரிகின்றன. உடலில் ஏதேனும் காயம் ஏற்பட்டதும் இக்குருதிச் சிறுதட்டுகள் உடைந்து ஒரு பதார்த்தத்தை வெளிவிடுகின்றன. அப்பதார்த்தம் ஒருவித தாக்கத்துக்கு உள்ளாகிறது. இதன் காரணமாக, பைபிரின் எனும் பதார்த்தம் தோன்றுகின்றது, வலையாக காணப்படும் பைபிரினுக்கிடையே செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் தோன்றுவதனால் உறைந்து அது கட்டியாகின்றது. இவ்வாறாகக் குருதி உறைவதன் காரணமாகக் காயத்திலிருந்து குருதி வடிதல், தடைப்படுகின்றது. எனவே, குருதிச் சிறுதட்டுகளால் ஆற்றப்படும் தொழில் செங்கு

ருதிச் சிறுதுணிக்கைகளாலும், வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளாலும் ஆற்றப்படும் தொழில்களைப் போன்றே முக்கியமானதாகும். குருதிச் சிறுதட்டுக்களும் சிவப்பு என்பு மச்சையினுள்ளேயே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

#### 4.1.4 குருதித் திரவவிழையம்

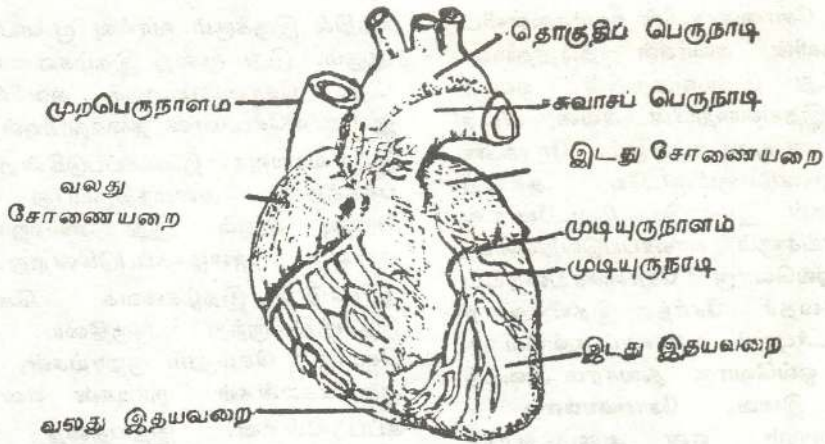
குருதியின் பாயப்பகுதி, குருதித் திரவவிழையம் என அழைக்கப்படுகின்றது. குருதியில் ஏறத்தாழ 55% குருதித் திரவவிழையமாக இருக்கும். அதில் ஏறத்தாழ 92% நீராகும். உடலுக்கு அவசியமான பல பதார்த்தங்கள் குருதித் திரவவிழையத்தில் அடங்கியுள்ளன. அவற்றுள் அமினோவமிலங்களும் கொழுப்பமிலங்களும், கிளிசரோல், குளுக்கோசு, கலியுப்புக்கள், விற்றமின்கள், அல்புமின் எனப்படுகின்ற திரவவிழையப்புரதம், குருதி உறைவதற்கு உதவும் பைபிரினோசன், பிறப்பொருளெதிரிகள், ஓமோன்கள் எனப்படுகின்ற இரசாயனச் சேர்வைகளும், யூரியா போன்ற கழிவுப் பொருள்களும் அடங்குகின்றன. கலங்களிலிருந்து நுரையீரல்களுக்குக் காபனீரொட்சைட்டைக் கொண்டு செல்வது குருதித் திரவவிழையமாகும். எனினும், இது காபனீரொட்சைட்டாக இல்லாமல் இருகாபனேற்று அயன்களாகவே கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

#### 4.2 மனித இதயமும் அதன் தொழிற்பாடுகளும்

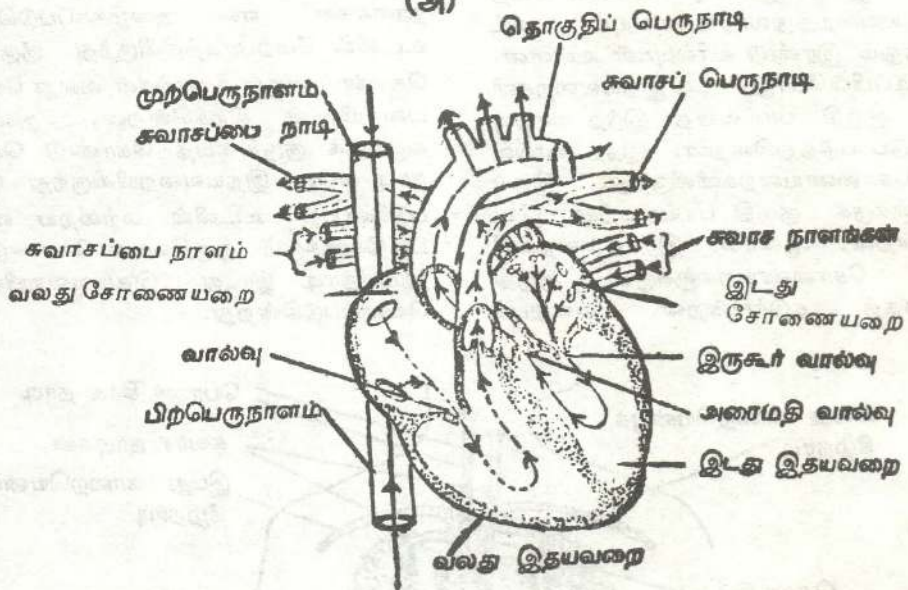
எமது உடலினுள் உணவு, வாயு வகைகள், கழிவுப் பொருட்கள் என்பன குருதியின் மூலமே கொண்டு செல்லப்படுகின்றன என்பதை அறிந்து கொண்டோம். முழு உடலினுள்ளும் குருதியைப் பாய்ச்சுவதற்கென விசேடமாயமைந்த, குருதிப் பம்பி யொன்றும், கலன் தொகுதியொன்றும், இருக்கவேண்டியது அவசியமாகும். எமது உடலினுள் அமைந்துள்ள இவ்விசேட பம்பி இதயம் ஆகும்.

##### 4.2.1 இதயம்

இதயம் நெஞ்சறையினுள் நுரையீரல்கள் இரண்டுக்கும் இடையே அமைந்துள்ள



(அ)



(ஆ)

படம் 4.3 இதயம் (அ) வெளித்தோற்றம்

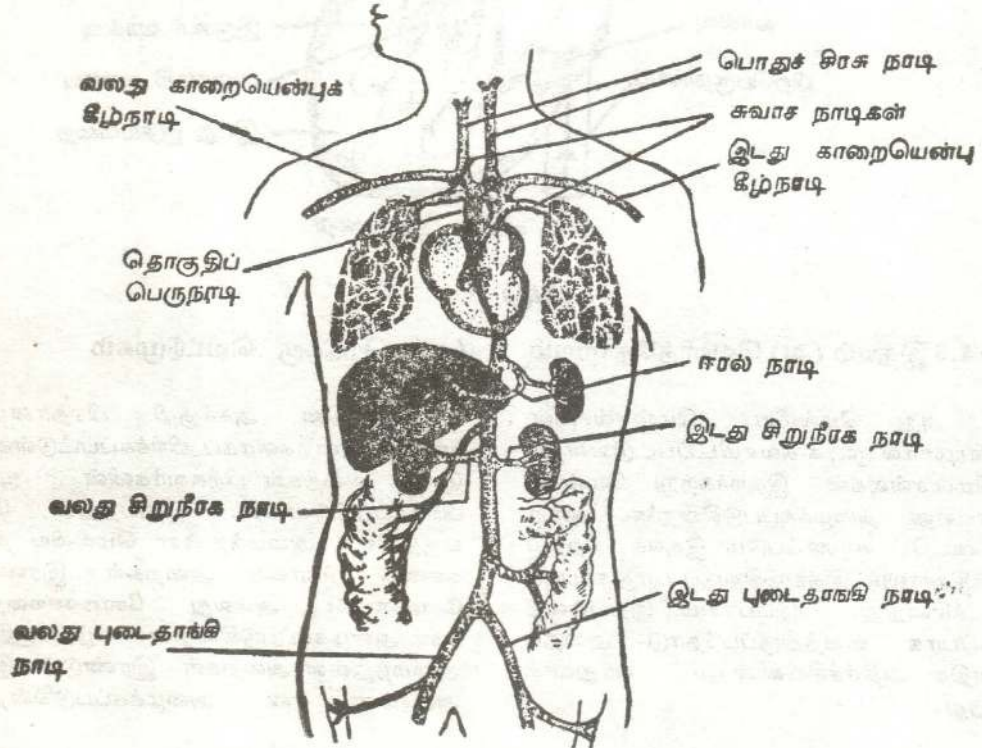
(ஆ) நெடுக்கு வெட்டுமுகம்

ளது. அது மெல்லிய மென்சவ்வுகள் இரண்டினால் மூடிக் கவசமிடப்பட்டுள்ளது. இம்மென்சவ்வுகள் இதயச்சுற்று மென்சவ்வுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவற்றுக்கிடையே காணப்படும் இதயச் சுற்றுப்பாயத்தினாலும் இதயத்திற்குப் பாதுகாப்புக் கிடைக்கின்றது. இப்பாயம் இதயத்தை ஈரலிப்பாக வைத்திருப்பதோடு அதைப் பெளதிக அதிர்ச்சியினின்றும் பாதுகாக்கின்றது.

இதயத்தின் அகக்குழி பிரதானமாக நான்கு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அறைகள் பிரிசுவர்களின் மூலம் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதயத்தின் மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ள மெல்லிய சுவர்களைக் கொண்ட அறைகள் இரண்டும் சோணைகள் அல்லது சோணையறைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. கீழ்ப்பகுதியில் அமைந்துள்ள அறைகள் இரண்டும் இதய அறைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக சோணைகளின் சுவர்களைவிட இதயவறைகளின் சுவர்கள் தடித்தவை. மேலும் இடது இதயவறையின் சுவரா னது வலது இதயவறையின் சுவரை விடக் கூடிய தடிப்பையுடையதாகும். சோகூண யறைகள் இரண்டுக்குமிடையே அல்லது இதய வறைகள் இரண்டுக்குமிடையே எவ் வித துவாரங்களும் காணப்படுவதில்லை. எனினும் ஒவ்வொரு சோணையறையும் அதே பக்கத்தைச் சேர்ந்த இதய அறை யுடன் தொடர்புறும் வண்ணம் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒவ்வொரு துவாரம் அமைந் துள்ளது. இவை, சோணையறை — இதயவறைத்துவாரம் என அழைக்கப்படு கின்றன. இந்த இரண்டு சோணையறை — இதயவறைத்துவாரங்களையும் கட்டுப்படுத்தும் இரண்டு வால்வுகள் உள்ளன. இதயவடிப்பின்போது இதயவறைகளி லிருந்து குருதி பாய்வதை இந்த வால்வு கள் கட்டுப் படுத்துகின்றன. இந்த வால்வு கள், சோணையறைகளிலிருந்து, இதய வறைகளுக்குக் குருதி பாய்வதற்கு இட மளிக்கின்றன. ஆனால், இதய அறைகளி லிருந்து சோணையறைகளுக்குள் குருதி பாய்வதைத் தடுக்கின்றன. வலதுபக்

கத்தில் இருக்கும் வால்வு முக்கூர் வால்வு ஆகும். இது மூன்று இதழ்களைக் கொண் டது. சோணையறைச் சுவரில் அமைந் துள்ள விசேடமான தசைநார்கள் மூலமே இந்த வால்வுகள் இயக்கப்படுகின்றன. இடது பக்கத்தில் அமைந்திருப்பது இருகூர் வால்வு ஆகும். இது மைற்றர் வால்வு எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. இது இரண்டு இதழ்களைக் கொண்டது. இதயத்திலிருந்து குருதியை அப்பாற் கொண்டு செல்லும் குழாய்கள், அதாவது குருதிக்கலன்கள் நாடிகள் என அழைக் கப்படுகின்றன. இதயத்தை நோக்கிக் குருதியைக் கொண்டு வரும் கலன்கள் நாளங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. உடலின் மேற்பாகத்திலிருந்து குருதியைக் கொண்டு வரும் நாளங்கள் வலது சோணை யறையினுள் திறக்கின்றன. நுரையீரல் களுக்குக் குருதியைத் கொண்டு செல்லும் நாடி வலது இதயவறையிலிருந்து வெளிப் படுகின்றது. உடலின் மற்றைய எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் குருதியைக் கொண்டு செல் லும் நாடி இடது இதயவறையிலிருந்து வெளிப்படுகின்றது.



படம் 4.4 நாடித் தொகுதி

## இதயத்தின் தொழிற்பாடு

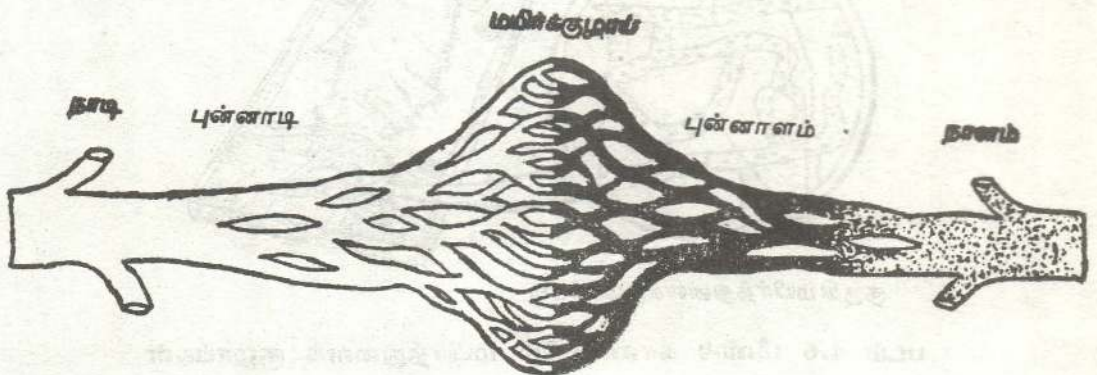
இதயம் ஒரு பம்பிபோன்று தொழிற்படுவதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இதயத்தின் சோகூணயறைகளும், இதயவறைகளும் ஒன்றுவிட்டு ஒன்று என்ற ஒழுங்கில் சந்தப்படி சுருங்குவதாலும் விரிவதாலும் இது நடைபெறுகின்றது. சோகூணயறைகள் சுருங்கும் போது அவற்றில் உள்ள குருதி, சோணையறை - இதயவறைத் துவாரத்தினூடாக இதயவறைகளுக்குள் செல்கின்றது. இப்போது சோணையறைகள் விரிவடைவதோடு, இதயவறைகள் சுருங்குகின்றன. இதன் காரணமாக இதயவறைகளிலுள்ள குருதி, அவற்றிலிருந்து வெளிப்படுகின்ற கலன்களுள் தள்ளப்படுகின்றது. எனினும், குருதி, மீண்டும் சோகூணயறைகளிலுள் புகுவதில்லை. ஏனெனில், சோணையறை — இதயவறைத் துவாரங்களில் அமைந்துள்ள முக்கூர் வால்வும் இருகூர் வால்வும் அத்துவாரங்களை மூடிவிடுகின்றன.

இதயத்திலிருந்து வெளியே குருதியைப் பம்புண்ணுவதற்கு அதிக விசை தேவை. இதயவறைச் சுவர்கள் சோகூணயறைச் சுவர்களைவிட தடித்தவையாயிருப்பதற்கான காரணம் இதுவாகும். இரண்டு சோணைகளினுள்ளும் ஒரேயடியாகவே குருதி புகுகின்றது. அதே போன்று இதயவறைகளிலிருந்து ஒரேயடியாகவே குருதி வெளியேறுகின்றது. எனவே, இதயம் சுருங்குவதும் விரிவதும் தொடர்ச்சியாகவே நடைபெறுகின்றது. சந்தத்திற்கேற்ப இதயம் சுருங்கி விரிவது “இதயத்துடிப்பு” என அழைக்கப்படுகின்றது.

உடலொலிபெருக்கிக்கருவி ஒன்றினையாரேனுமொருவர் நெஞ்சின்மீது வைத்து அதன் மூலம் வெளிவரும் ஒலியை நன்கு செவிமடுக்கும்போது, தெளிவான இரண்டு ஒலிகளைக் கேட்க முடியும். இவற்றுள் உயர் சுருதியுடைய முதலாவது ஒலி இதயவறைகள் சுருங்கும்போது இருகூர் வால்வும் முக்கூர்வால்வும் மூடிக்கொள்வதன் காரணமாக ஏற்படுவதாகும். மிகத் தெளிவானதும் குறுகிய நேரம் நிலைப்பதுமான இரண்டாவது ஒலி அரைமதி வால்வுகள் மூடிக்கொள்வதன் காரணமாக ஏற்படுவதாகும். இதயத்துடிப்பின் போது தோன்றும் இந்த இரு ஒலிகளையும் வைத்தியர்கள் “லப்—டப்” எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள். இந்த ஒலியைச் செவிமடுப்பதன் மூலம் நோயாளியின் இதயத்தில் அமைந்துள்ள வால்வுகளின் நிலைமையை ஜினங்கண்டு கொள்ள முடியும். ஆரோக்கியமான ஒருவர் ஒய்வாக இருக்கையில் அவரது இதயம் ஒரு நிமிடத்திற்கு ஏறத்தாழ 72 தடவைகள் துடிக்கின்றது. களைப்புற்றிருக்கையில் இதயத்துடிப்பு வேகம் அதிகரிக்கின்றது.

### 4.3 குருதிச் சுற்றோட்டம்

உடலின் சகல பகுதிகளுக்கும் குருதி பாய்ந்து செல்வதற்காக, விசேடமான குழாய்த் தொகுதி ஒன்று, அதாவது கலன் தொகுதி ஒன்று அவசியம் என்று முன்னர் குறிப்பிட்டோம். இக்கலன் தொகுதி, உண்மையிலேயே இரண்டு தொகுதிகளைக் கொண்டது என்பதை முதன் முதலில் கண்டு பிடித்தவர் ஆங்கில நாட்டு வைத்தியரான வில்லியம் ஹார்வே என்பவராவார்.



படம் 4.5 மயிர்த்துளைக் குழாய் வலை

இதயத்திலிருந்து பம்பண்ணப்படும் குருதி ஒரு கலன் தொகுதியினூடாக உடலின் சகல பகுதிகளுக்கும் பாய்கின்றது. இது நாடித்தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது. இத்தொகுதியில் காணப்படும் கலன்கள் நாடிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

### 4.3.1 நாடித் தொகுதி

இடது இதய அறையிலிருந்து ஆரம்பிக்கும் நாடி, தொகுதிப் பெருநாடி என அழைக்கப்படுகின்றது. இது இதயத்திற்கு மேலாக வளைந்து காணப்படுகின்றது. வளைந்த இப்பகுதி பெருநாடியில் எனப்படும். உடலின் மேற்பகுதியில் பரம்பிச் செல்லும் இது மத்திய முதுகுப்புறக் கோட்டின் வழியே அமைந்துள்ளது. நாடியின் இப்பகுதி முதுகுப்புற பெருநாடி என அழைக்கப்படுகின்றது.

இதயத்தினால் டும்பண்ணப்படும் ஒட்சிசனைக் கொண்ட குருதியும், போசணப்பதார்த்தங்களும், பெருநாடி பிரிந்து உண்டாகும் பல்வேறு கிளைகளின் மூலம் உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் விநியோகிக்கப்படுகின்றது. நாடிகளின் இக்கிளைகள் மேலும் சிறு சிறு கிளைகளாக, அதாவது, புன்னாடிகளாகப் பிரிகின்றன.

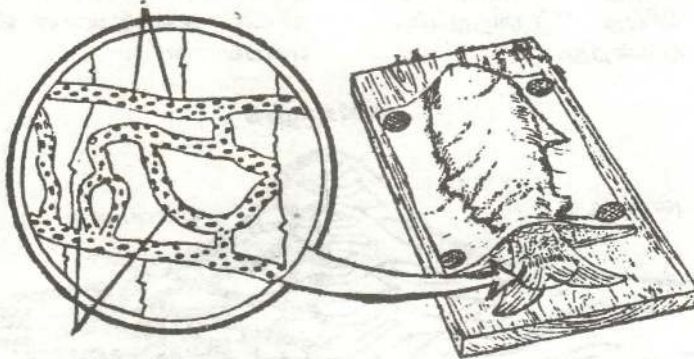
இவை மேலும் பிரிவடைந்து தோன்றும் மிக நுண்ணிய கலன்கள் குருதி மயிரிக் குழாய்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

வலது இதய அறையிலிருந்து வெளிப்படும் நாடி நுரையீரல் நாடி என அழைக்கப்படுகின்றது. ஒட்சிசனைக்கொண்டிராத குருதியே இதில் அடங்கியுள்ளது. நுரையீரல் நாடி, வலது இடது கிளைகளாகப் பிரிந்து நுரையீரல்களை நோக்கிச் செல்கின்றன.

இதயவறைகள் சுருங்கும்போது அவை இரண்டினுள் இருந்தும், தொகுதிப் பெருநாடியினுள்ளும், நுரையீரல் நாடியினுள்ளும் குருதி தள்ளப்படுகின்றது என்பதை முன்னர் குறிப்பிட்டோம். இதயவறைகள் மீண்டும் விரிவடையும்போது, குருதி மீண்டும் இதயவறைகளுள் புகுவதைத் தடுப்பதற்காக, பிரதான நாடிகள் இரண்டிலும் அவை ஆரம்பிக்கும் இடங்களில் வால்வுகள் அமைந்துள்ளன. இதயத்திலிருந்து அப்பால் திறக்கும் இந்த வால்வுகள் அரைமதி வால்வுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

நாடிகளினூடாகப் பொதுவாக ஒட்சிசனைக் கொண்ட குருதியே பாய்கின்றது. எனினும் நுரையீரல் நாடிகளில் மாத்திரம், ஒட்சிசனைக் கொண்டிராத குருதி பாய்கின்றது. பிரதானமான நாடிகளைத்

செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள்



குருதி மயிர்த்துளைக்குழாய்கள்

படம் 4.6 மீனில் காணப்படும் மயிர்த்துளைக் குழாய்கள்



தவிர ஏகனய நாடிகள், பொதுவாக அவற்றுடன் தொடர்புடைய உறுப்புக்களின் பெயர்களால் அல்லது அவற்றுடன் தொடர்புடைய பெயர்களால் அழைக்கப்படுகின்றன (படம் 4.4 பார்க்க.)

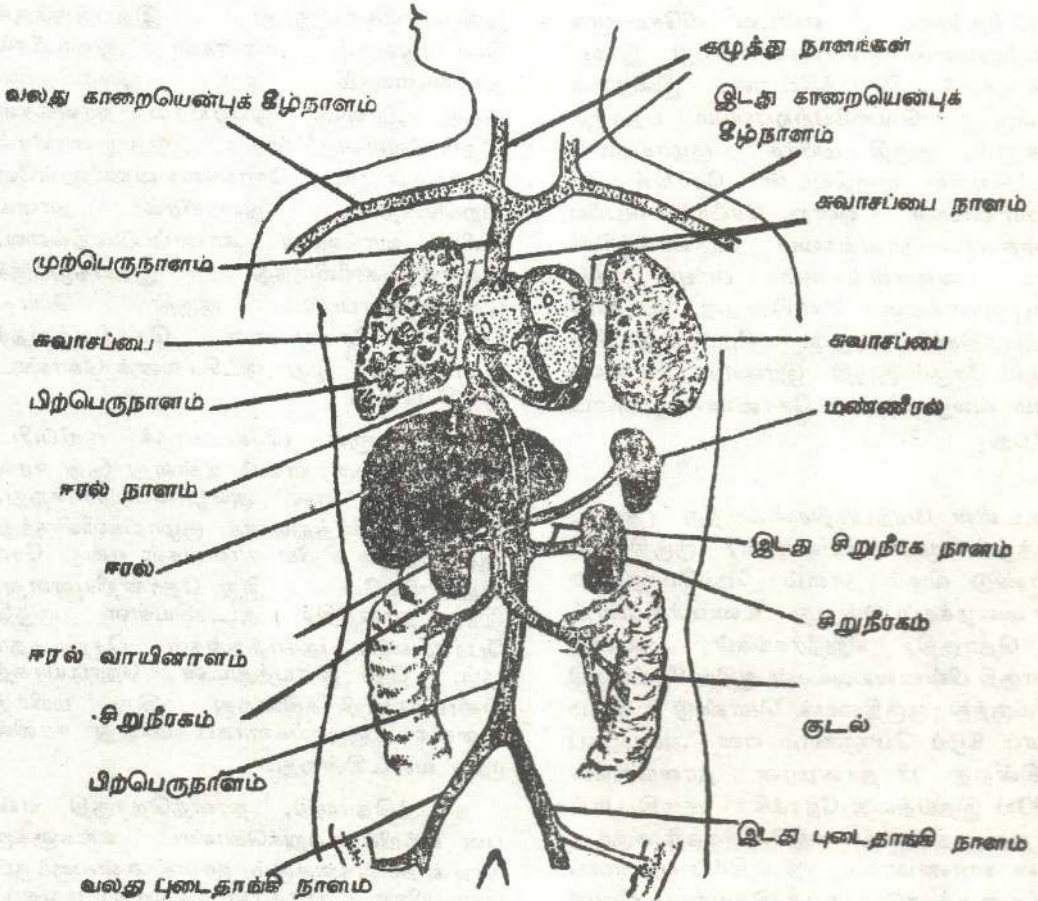
புன்னாடிகள் சிறு கிளைகளாகப் பிரிவதால் தோன்றும் மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் எங்கு செல்கின்றன? இதை நாம் எவ்வாறு அறிந்து கொள்ளலாம்?

வீட்டில் தொட்டியில் வளர்க்கப்படும் சிறிய மீனொன்றைப் பெற்று அதை சுரமான பஞ்சினால் சுற்றிக் கொள்ளுங்கள், (வாற்செட்டை மூடப்படாதவண்ணம் பஞ்சினாற் சுற்ற வேண்டும்). பின்னர் மீனைக் கண்ணாடி வழுக்கியொன்றின் மீது வையுங்கள். வாலின் மிக மெல்லியதும் ஊடு

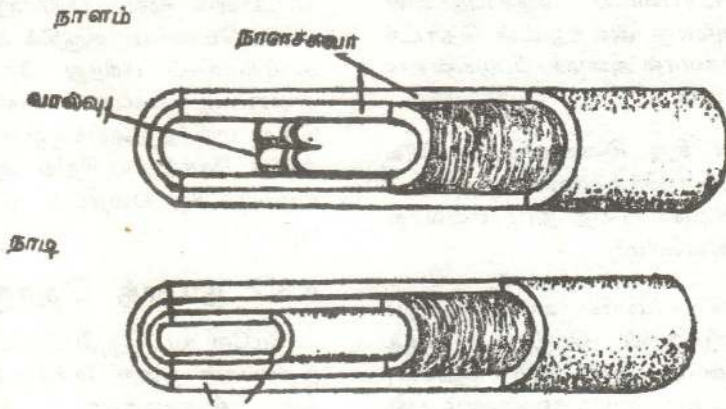
காட்டக் கூடியதுமான பருதியை நுணுக்குக் காட்டியின் மூலம் பரிசோதித்துப் பாருங்கள். மெல்லிய குருதிக் கலன்கள் கிளைக் கவர்களாகப் பிரிந்து தோன்றும் மயிர்த்துளைக்குழாய்களை நீங்கள் காண்பீர்கள். இந்த மயிர்த்துளைக்குழாய்கள் மீண்டும் ஒன்று சேர்ந்து சிறிய குருதிக் கலன்கள் உருவாகியிருப்பதையும் நீங்கள் காணமுடியும்.

### 4.3.2 நாளத் தொகுதி

மேலே நாம் குறிப்பிட்ட மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் ஒன்று சேர்ந்து உருவாகிய கலன்கள் புன்னாடிகளா? இல்லை, இவை புன்னாளங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. நாடிகளுக்கூடாகப் பாய்ந்து வந்த குருதியில் அடக்கியிருந்த ஒட்சிசன், போசணைப்



படம் 4.7 நாளத்தொகுதி



நாடியின் தடித்த சுவர்

#### படம் 4.8 நாளம்

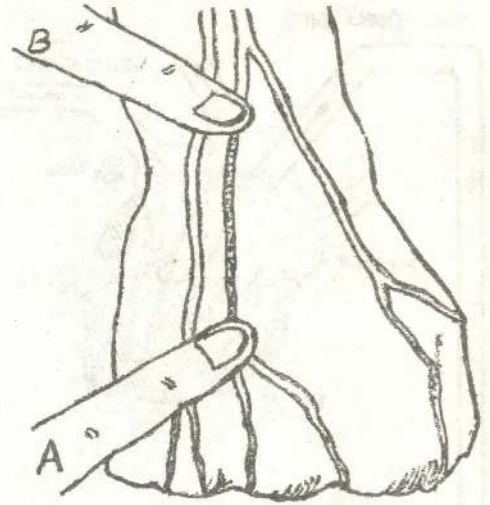
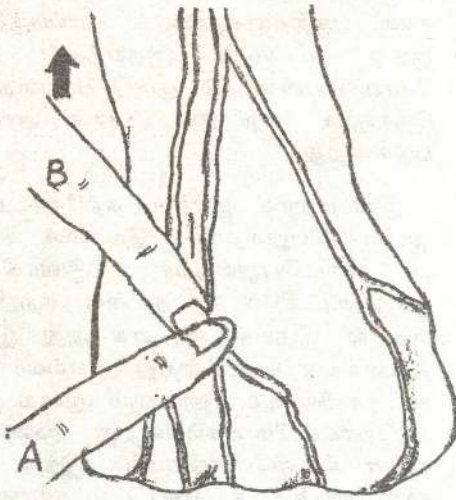
பதார்த்தங்கள் என்பன விசேடமாக மயிர்த்துளைக் குழாய்களிலிருந்து இழையங்களுக்குக் கிடைக்கின்றன. இழையங்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் பதார்த்தங்களும், குருதி மயிர்க் குழாய்களில் அடங்கியுள்ள குருதியுடன் சேர்கின்றன. புன்னாளங்கள் ஒன்று சேர்ந்து பெரிய கலன்களான நாளங்களை உருவாக்குகின்றன. புன்னாளங்களுள் பாயும் குருதி பின்பு நாளங்களுள் சேர்கின்றது. உடலின் மேற்பகுதிகளிலிருந்தும் கீழ்ப்பகுதிகளிலிருந்தும் சேரும் குருதி இரண்டு நாளங்கள் மூலம் வலது இதயச் சோணையை அடைகின்றது.

உடலின் மேற்பகுதிகளிலிருந்து (தலை, கழுத்து, முன்னவயவங்கள்) குருதியைக் கொண்டு வரும் நாளம் மேற்பெருநாளம் என அழைக்கப்படுகிறது. உணவுச்சமிபாட்டுத் தொகுதி, சிறுநீரகங்கள், சனனித் தொகுதி பின்னவயவங்கள் ஆகிய கீழ்ப்பகுதிகளிலிருந்து குருதியைக் கொண்டு வரும் நாளம் கீழ்ப் பெருநாளம் என அழைக்கப்படுகின்றது. பிரதானமான நாளங்களின் வழியே இதயத்தை நோக்கிக் குருதி பாய்கின்றது. நாளக்கலன்களின் சுவர் சுருங்குவதன் காரணமாக குருதி எதிர்ப் புறமாகப் பாய்வதைத் தடுப்பதற்கு இதயத்தை நோக்கித் திறக்கும் வால்வுகள் காணப்படுகின்றன.

நுரையீரல்களிலிருந்து இதயத்துக்குக் கொண்டுவரும் கலன்கள் நுரையீரல் நாளங்களாகும். ஒரு நுரையீரலிலிருந்து இரண்டு நுரையீரல் நாளங்கள் வீதம் வெளிவருகின்றன. இந்த நுரையீரல் நாளங்கள் இடது சோணையறையினுள்ளே திறக்கின்றன. நுரையீரல் நாளங்களில் வால்வுகள் காணப்படுவதில்லை. நுரையீரல்களிலிருந்து இதயத்துக்குக் கொண்டுவரப்படும் குருதி பொதுவாகப் பிரகாசமான செந்நிறத்தைக் கொண்டது. இது ஒட்சிசனைக் கொண்ட குருதியாகும்.

நாளங்களுள் விசேடமாகக் குறிப்பிட வேண்டிய ஒரு நாளம் உள்ளது இது ஈரல் வாயினாளம் என அழைக்கப்படுகின்றது. குடலின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களிலிருந்து ஆரம்பிக்கும் சிறிய நாளங்கள் ஒன்று சேர்வதனாலேயே இது தோன்றியுள்ளது. இந்த நாளத்தில் அடங்கியுள்ள குருதி போசணைப் பதார்த்தங்கள் செறிந்ததாகும். இது இதயத்துடன் நேரடியாகத் தொடர்புற்றிருக்கின்றது. இது மயிர்த்துளைக் குழாய்களாகப் பிரிந்து ஈரலில் முடிவடைகின்றது.

நாடித்தொகுதி, நாளத்தொகுதி என்பன பற்றிக் கற்றுக்கொண்ட உங்களுக்கு நாடிக் கலன்களுக்கும் நாளக்கலன்களுக்கும் இடையிலான பிரதான வேறுபாட்டினைப் புரிந்து கொள்ளக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். அதாவது நாடிகளில் (நுரை



படம் 4.9

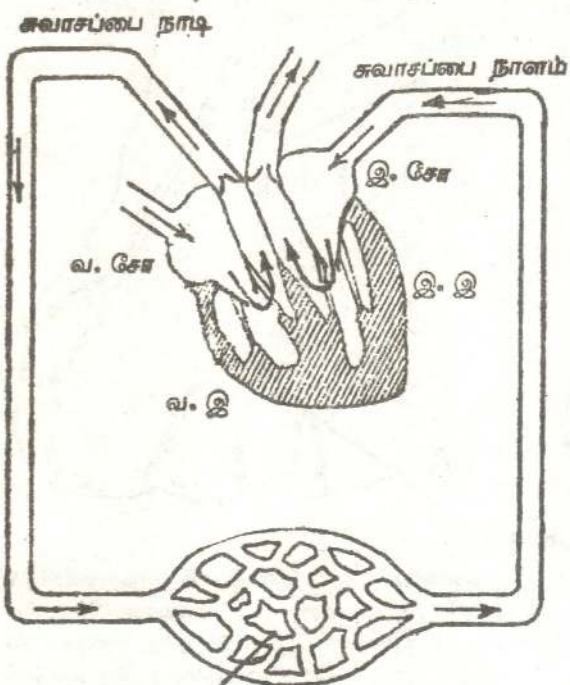
வீரல் நாடிகள் தவிர) இதயத்திலிருந்து உடலின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் சுற்றியோடும் குருதி பாய்கின்றது. ஆனால் நாளங்களில் (சரல் வாயினாளம் தவிர்த்த) உடலின் பல்வேறு பகுதிகளிலுமிருந்து இதயத்தை நோக்கிச் செல்லும் குருதியே பாய்கின்றது.

நாடிகளுக்கும் நாளங்களுக்குமிடையே மேலும் பலறுபாடுகள் காணப்படுகின்றனவா? நாடிகளின் சுவர் தடிப்பானது, ஈர்க்கப்படக்கூடிய தன்மையுடையது. எனினும் நாளங்களின் சுவர் மெல்லியது. உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் குருதி பாய்ந்து செல்லுமாறு இதயத்திலிருந்து வெளியே குருதி பம்பண்ணப்படுகின்றதனால் நாடிகளில் கூடிய அழுக்கத்துடன் குருதி பாய்கிறது. எனினும், நாளங்களில் கூடிய அழாகத்துடன் குருதி பாய்வதில்லை. நாடிக்கலன் காயமுறும் சந்தர்ப்படுங்களில் குருதி "பீச்சப்படுவதற்கான" காரணம் நாடிக்கலனுள் குருதி அதிக அழுக்கத்துடன் பாய்கின்றமையாகும்.

நாடிகளுக்கும் நாளங்களுக்குமிடையிலான மற்றுமொரு தெளிவான வேறுபாடும் காணப்படுகின்றது. அதாவது இழையங்களை நோக்கிக் குருதி டிண்டெம் பாய்வதைத் தவிர்ப்பதற்காக நாளங்களில் வால்வுகள் காணப்படுகின்றன. நாடிகளில் வால்வுகள் காணப்படுவதில்லை. நாளங்களில் வால்வுகள் காணப்படுகின்றன என்பதை எளிய பரிசீலனையொன்றின் மூலம் நீங்கள் அறிந்துகொள்ள முடியும்.

கையைச் சுயாதீனமாகத் தொங்கவிடுங்கள். வீரல்களை இறுக்கமாக மடித்து வைத்திருங்கள். இப்போது புறங்கையில் உள்ள நாளங்கள் தெளிவாகத் தென்படும். இப்போது வீரல்களுக்கு அண்மையில் காணப்படும் ஒரு நாளத்தின் மீது ஒரு வீரலை A யை ணைத்து அழுத்துங்கள். அதன்பின்னர் மற்றொரு வீரலை முன்னைய வீரலுக்கு மேற்புறமாக B யை வைத்துக் குருதி மேல்நோக்கித் தள்ளப்படும் விதத்தில் B வீரலை மணிக்கட்டின் திசையில் மேல்நோக்கிக் கொண்டு செல்லுங்கள். நீங்கள் எதனைக் காணக்கூடியதாக உள்ளது B வீரலை அப்புறப்படுத்தியதன் பின்னரும் கூட, மேல் நோக்கித் தள்ளப்பட்ட குருதி மீண்டும் கீழ்நோக்கிப் பாயவில்லை என்பது தென்படுகிறது. இதற்கான காரணம், நாளத்தினுள் இதயத்தை நோக்கி மாத்திரமே குருதி பாய்வதாகும். அதற்கு எதிர்த் திசையில் குருதி பாய்வதில்லை.

வீரல் A யை அவ்வாறே வைத்திருந்து வீரல் B யை மேலிருந்து கீழ் நோக்கித் தள்ளுங்கள். இவ்வாறாகத் தள்ளிச் செல்லும் போது, ஒரு சந்தர்ப்படுத்தில் அதற்கு மேலும் குருதி கீழ் நோக்கித் தள்ளப்படாத நிலை ஏற்படுகின்றது. அவ்விடத்தில் அந்த நாளம் புடைப்புற்றிருப்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். நாளத்தினுள் உள்ள வால்வின் மூலம், குருதி மீண்டும் எதிர்ப்புறமாகப் பாய்வது தடுக்கப்பவதனாலேயே இந்நிலை தோன்றுகின்றது. வீரல் A யை அப்புறப்படுத்தியதும் நாளம் மீண்டும் குருதியால் நிரம்பும் விதத்தை அவதானியுங்கள்.



நுரையீரல் மயிர்த்துளைக் குழாய்கள்

இ. சோ. —இடது சோணையறை

இ. இ. —இடது இதயவறை

வ. சோ.—வலது சோணையறை

வ. இ. —வலது இதயவறை

#### படம் 4.10. சுவாசப்பைச் சுற்றோட்டம்

இதுவரை நாம் கற்ற விடயங்களுக்கு ஏற்ப உடலினுள் கலன் தொகுதி ஒன்றின் ஊடாகவே குருதிச் சுற்றோட்டம் நிகழ்கின்றது என்பது தெளிவாகின்றது இவ்வாறான தொகுதி மூடிய குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதி என அழைக்கப்படுபடுகின்றது (படம் 4.11 பார்க்க).

வலது இதய அறையிலிருந்து நுரையீரல்களுக்கும் நுரையீரல்களிலிருந்து இடது சோணையறைக்கும் குருதி பாய்ந்து செல்வது நுரையீரற் சுற்றோட்டம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

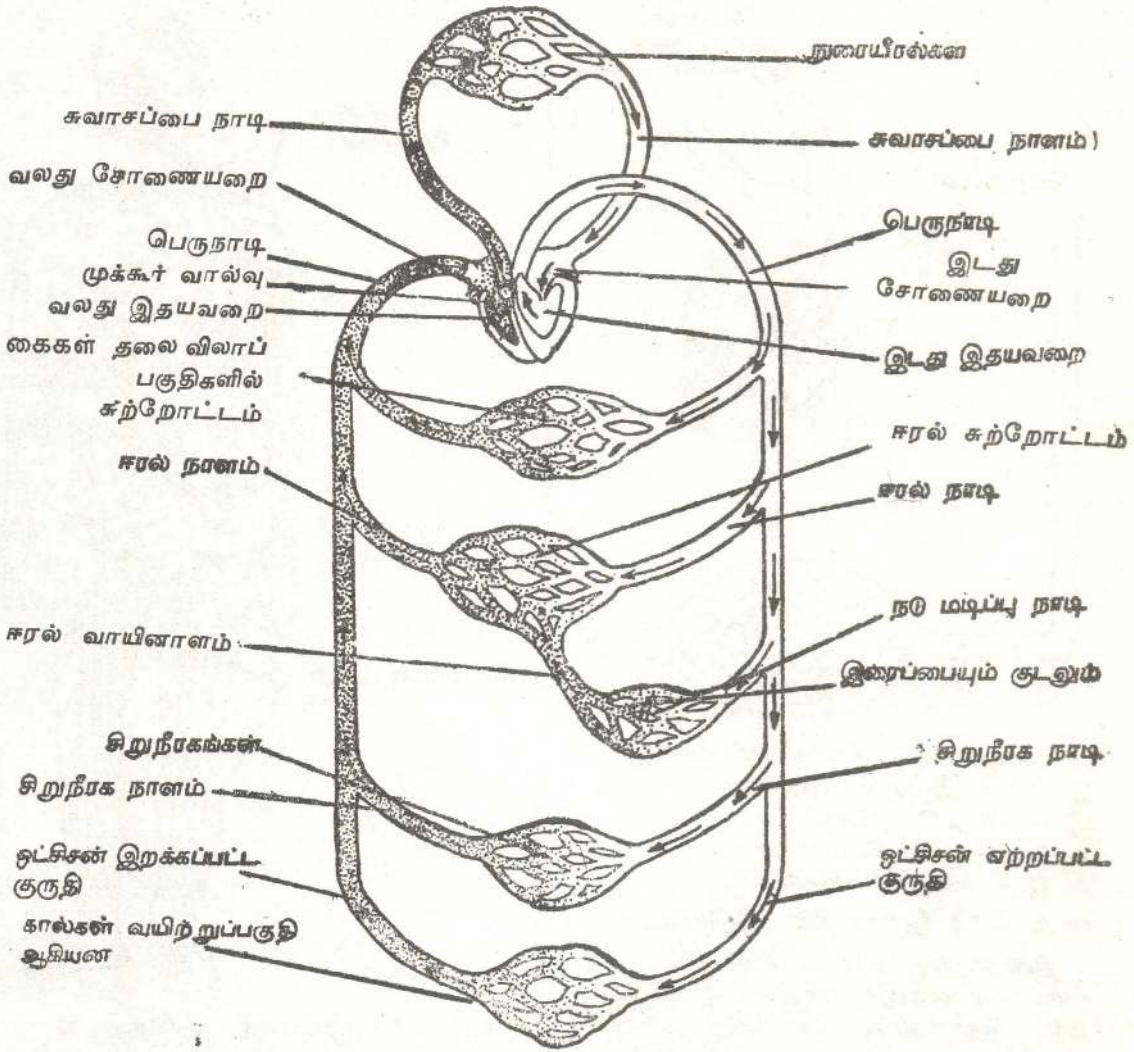
இடது இதய அறையிலிருந்து உடலின் சகல பகுதிகளுக்கும், அப்பகுதிகளிலிருந்து மீண்டும் இதயத்தின் வலது சோணையறைக்கும் குருதி பாய்வதானது, தொகுதிச் சுற்றோட்டம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

இவ்வாறாக இரண்டு சுற்றோட்டங்கள் இடம் பெறுவதால் இரட்டைச் சுற்றோட்டம் நடைபெறுவதற்கு ஏதுவாகின்றது. குருதி உடலிலே ஒரு தடவை சுற்றியோடுகையில் இதயத்தினூடாக அது இரண்டு தடவைகள் பாய்கின்றது. எல்லா முலையூட்டிகளின் உடலினுள்ளும் மூடிய குருதிச் சுற்றோட்டமே நிகழ்கின்றது. முலையூட்டிகளின் உடலிலே நிகழும் இந்த ஒழுங்கான குருதிச் சுற்றோட்டம் காரணமாக, நாடிக் குருதியும் நாளக் குருதியும் ஒரு போதும் ஒன்றுடனொன்று கலப்பதில்லை.

நுரையீரற் சுற்றோட்டத்திற் போன்றல்லாது, தொகுதிச் சுற்றோட்டத்தின் போது உடலின் சகல பகுதிகளுக்கும் குருதியைச் செலுத்துவதற்காக, இடது இதய அறை, கூடிய விசையுடன் குருதியைப் பம்பண்ண வேண்டியுள்ளது. இடது இதயவறையின் சுவர் வலது இதயவறையின் சுவரைவிட தடிப்புக் கூடியதாக இருப்பதற்கான காரணம் இதுவேயாகும்.

#### 4.4 கலங்களுக்கும் குருதிக்கும் இடையில் பதார்த்தப் பரிமாற்றம்

நாடிக் கலன்கள் இழையங்களில் மயிர்த்துளைக் குழாய்களாகப் பிரிகின்றன என்பதை நாம் கற்றுக் கொண்டோம். இம் மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் சுவர் மிகமிக மெல்லியது. இழையக் கலன்களின் சுவர்களும் மிக மெல்லியன. இக்கலன்களின் சுவர்களும், மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் சுவர்களும் எப்போதும் ஒரு பாயத்தினால் தோய்ந்தபடி காணப்படுகின்றன. இது இழையப் பாயம் என அழைக்கப்படுகின்றது. நாடி மயிர்த்துளைக் குழாய்களினுள் உயர் செறிவில் காணப்படும் ஓட்சினும் உணவுப் பதார்த்தங்களும், மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் மெல்லிய சுவர்களினூடாக இழையப் பாயத்தினுள்ளும் பின்னர், மெல்லிய கலச்சு



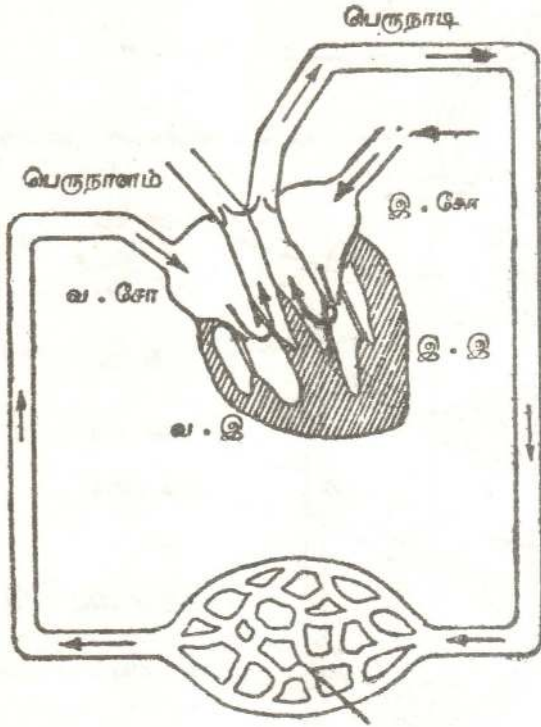
படம் 4.11 மனிதவுடலில் இரட்டைக் குருதியோட்டத்தைக் காட்டும் படம்

வர்களுக்கூடாகக் கலங்களினுள்ளும் பரவுகின்றன. அது போன்றே கலங்களில் உயர் செறிவில் காணப்படும் காபனீரொட்சைட்டுப்போன்ற பதார்த்தங்கள் முதலில் கலத்திலிருந்து இழையப் பாயத்தினுள்ளும். பின்னர் இழையப் பாயத்திலிருந்து குருதிக்கும் பரவுகின்றன. இவ்வாறாக இழையப்பாயம் குருதிக்கும் கலங்களுக்கும் இடையே பதார்த்தப் பரிமாற்றத்துக்கான ஊடகமாகத் தொழிற்படுகின்றது.

#### 4.4.1 இழையப் பாயமும் நிணநீர்த் தொகுதியும்

உண்மையில், நாடி மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் சுவர்களினூடாக, இழையங்களினுள் பரவுவது, குருதித் திரவவிழைய

மாகும். குருதித் திரவவிழையத்தில், கலங்களையும் சில புரதங்களையும் (திரவவிழையப் புரதம்) தவிர, ஓட்சிசன், குளுக்கோசு கொழுப்பமிலங்கள், கிளிசரோல், அமினோ வமிலங்கள், விற்றமின்கள், கனியுப்புக்கள் என்பன அடங்கியுள்ளன. எனவே, இழையப் பாயம் எனப்படுவது குருதித் கலங்களையும் திரவவிழையப் புரதத்தையும் கொண்டிராத திரவவிழையமாகும். கலங்களுக்கிடையேயான வெளிகளில், அதாவது கலத்திடை வெளிகளில் சில வேளைகளில் மேலதிக இழையப்பாயம் ஒன்றுசேரக்கூடும். இந்த மேலதிக இழையப் பாயம் விசேட குழாய்த்தொகுதி ஒன்றினுள் புகுகின்றது. இத்தொகுதி நிணநீர்த் தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது.

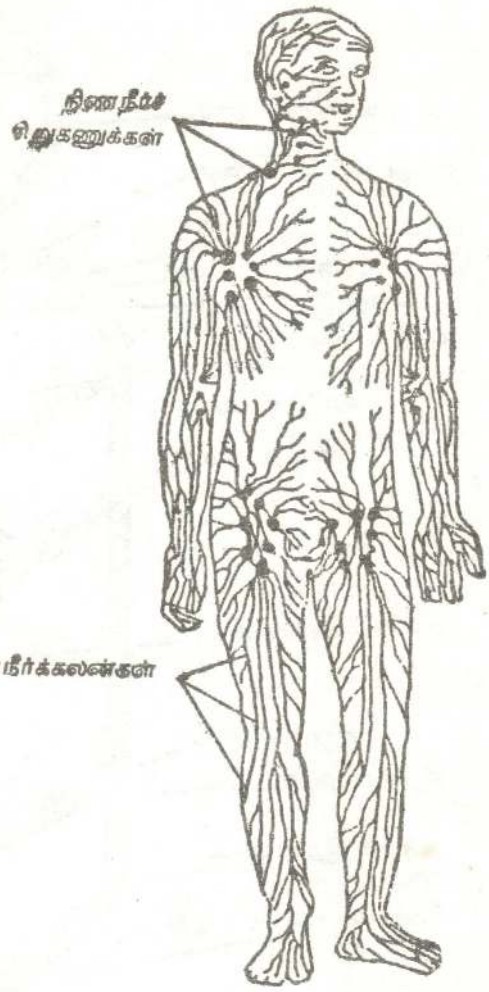


உடல் மயிர்த்துளைக் குழாய்கள்  
 இ. சோ. — இடது சோணையறை  
 இ. — இடது இதயவறை  
 வ. சோ. — வலது சோணையறை  
 வ. இ. — வலது இதயவறை

படம் 4.12 தொகுதிச் சுற்றோட்டம்

நிணநீர்த்தொகுதி, மெல்லிய குழாய்களாலான வலையொன்றில் ஆரம்பிக்கின்றது. தோலிலும், தோலிற்கு அண்மையிலும் அமைந்துள்ள இழையங்களிலும், தசைகளிலும், நெஞ்சு, வயிறு ஆகியவற்றின் அயலிலும் நிணநீர்க் கலன் வலைகள் காணப்படுகின்றன. இத்தொகுதியினுள் புகுந்து செல்லும் பாயம் நிணநீர் என அழைக்கப்படுகின்றது.

குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதியைப் போன்றல்லாது, நிணநீர்க் கலன்களினுள் ஒரு திசையில் மாத்திரமே பாயம் பாய்ந்து செல்கின்றது. இம்மெல்லிய நிணநீர்க் கலன்கள் மீண்டும் மீண்டும் ஒன்று சேர்வதன் காரணமாகப் பெரிய நிணநீர்க் கலன்கள் தோன்றுகின்றன. இறுதியில் பிரதானமான இரண்டு கலன்கள் தோன்றுகின்றன. அவையாவன நெஞ்சறைக் காள், வலது நிணநீர்க் காள் என்பனவாகும்.



படம் 4.13 நிணநீர்த் தொகுதி

நெஞ்சறைக்காள், இடது காறையென்புக்குக் கீழ் நாளத்தினுள் திறக்கின்றது. வலது நிணநீர்க் காள், வலது காறையென்புக்குக் கீழ் நாளத்தினுள் திறக்கின்றது. அவை இவ்வாறு திறக்க முன்னர் தலைப்பிரதேசத்தின் இடது புறத்திலும் வலது புறத்திலும் உள்ள நிணநீர்க் குழாய்களும் அக்கான்களுள் திறக்கின்றன. இவ்வாறாக மேலதிகமாகக் காணப்படும் இழையப் பாயம் குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதியுடன் சேர்கின்றது. நிணநீர்த் தொகுதியில் இடத்துக்கிடம் நிணநீர்ச் சிறுகணுக்கள் அமைந்துள்ளன. நிணநீர்ச் சிறுகணுக்களினுள் காணப்படும் சில வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் விழுங்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. குருதியினுட் செல்லும் நிணநீர், இந்த நிணநீர்ச் சிறுகணுக்களுள் பாய்ந்து செல்லும்போது, அவற்றில்

பற்றியங்கள் காணப்படின அனைவ, விழுங்குந் தன்மையைக் கொண்ட வெண் குருதித் துணிக்கைகளால் விழுங்கப்பட்டு அழிக்கப்படுகின்றன. பற்றியாத் தொற்றுக்கள் ஏற்படும் சந்தர்ப்பங்களில் இந்த நிணநீர்ச் சிறுகணுக்கள் வீங்கி 'நெழி' கள் தோன்றுகின்றன.

#### 4.5 குருதி மாறாடு செலுத்துதலும் குருதித் தொகுதிகளும்

திடீர் விபத்துக்குள்ளான ஒருவரின் உடலிலிருந்து அதிகளவு குருதி வெளியேறியிருப்பின், வைத்தியசாலையில் அவருக்குக் குருதி வழங்கப்படுவதைப் பற்றி நீங்கள் கேள்விபற்றியிருப்பீர்கள். காயமுற்றவர்களுக்கு மாத்திரம் தான் குருதி வழங்கப்படுகின்றது என்பதல்ல. யாதேனுமொரு நோயின் கோளாறின் காரணமாக உடலின் போதிய அளவு குருதியைக் கொண்டிருக்காதோருக்கும், சந்திர சிசிச்சைகளின் போது நோயாளிகளின் உடலிலிருந்து இழக்கப்படும் குருதியை ஈடுசெய்வதற்கும் குருதி வழங்கப்படுகின்றது. இவ்வாறாக செயற்கை முறையில் உடலுக்குக் குருதியை வழங்குதலானது, மாறாடு செலுத்துதல் (குருதி பாய்ச்சுதல்) என அழைக்கப்படுகின்றது.

#### 4.5.1 குருதி வழங்குவோரும் குருதி வாங்குவோரும்

குருதி மாறாடு செலுத்துதலின் பொழுது குருதியைக் கொண்டுவர வழங்குவார் எனவும், பெறுபவர் வாங்குபவர் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றனர். எவரேனுமொரு நோயாளியான வாங்குபவருக்கு, எவரேனுமொரு வழங்குபவரிடமிருந்து பெறப்பட்ட குருதியைப் பாய்ச்ச முடியுமா? எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் இது காத்தியமானதல்ல. அதற்கான காரணம் வழங்குபவரின் குருதி வாங்குபவரின் குருதியுடன் பொருந்தாமை யாகும். மாறாடு செலுத்தப்படும் குருதியுடன் பொருந்தாத சந்தர்ப்பங்களில் அவரின் குருதியில் ஒருவித உறையும் இயல்பு ஏற்படுகின்றது. சிலவேளைகளில் அளர் இறந்து விடவும் கூடும். எனவே குருதி மாறாடு செலுத்துவதற்கு முன்னர் வழங்குபவரினதும், வாங்குபவரினதும் குருதி பரிசோதிக்கப்பட்டு, அவை ஒன்றுடனொன்று பொருந்துகின்றனவா என ஆறிதல் அவசியமாகும்.

மனிதக் குருதியைப் பிரதானமான நான்கு தொகுதிகளாக, அதாவது இனங்களாக வகுக்க முடியும் என்பதை லாண்ட்ஸ்டைனர் (Landsteiner — 1901) எனும் வைத்தியர் கண்டு பிடித்தார். A, B, AB, O என்பனவே அக்குருதித் தொகுதிகளாகும்,

அவ்வக் குருதித் தொகுதிகளைக் கொண்டவர்கள் எவ்வெவ் தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டிருப்பவர்களிடமிருந்து குருதியைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும்? எவ்வெவ் தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டிருப்பவர்களுக்குக் குருதியை வழங்க முடியும் என்பதை ஒரு அட்டவகையின் மூலம் காட்ட முடியும்:

குருதித் தொகுதி	குருதி வழங்க முடியும்	குருதி பெற்றுக்கொள்ள முடியும்
A	A யும் AB யும்	A யும் O யும்
B	B யும் AB யும்	B யும் O யும்
AB	AB	அனைவரிடமிருந்தும்
O	அனைவர்க்கும்	O யாத்திரம்

அட்டவகை 4.1

இந்த அட்டவகையின்படி AB தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டிருப்பவர்கள் எல்லாத் தொகுதிக்கு குருதியையும் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். எனவே, AB குருதியைக் கொண்டிருப்போர், சர்வ வாங்கிகளாவர். O தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டிருப்பவர் எந்தத் தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டிருப்பவருக்கும் குருதியை வழங்க முடியும். எனவே O தொகுதிக்கு குருதியைக் கொண்டுள்ளவர்கள் சர்வ வழங்கிகளாவர்.

#### 4.5.2 குருதி தொடர்பான நோய்கள்

இதயத்தின் தொழிற்பாட்டிற்கு அதன் தசைகளுக்கும் குருதி வழங்கப்படல் வேண்டும். முடியுரு நாயின் மூலமே இதயத் தசைகளுக்குக் குருதி விநியோகிக்கப்படுகிறது. ஏதேனுமொரு விதத்தில் இந்த நாய்தடைப்படின, இதயத் தசைகளுக்கு வழங்கப்படும் குருதியின் அளவு குறைகின்றது.

இதன் காரணமாக இதயத்தின் தொழிற் பாட்டிற்குப் பங்கம் விளைகின்றது.

முடியுரு நாடியின் தொழிற்பாடு இரண்டு வகைகளில் தடைப்படலாம். நாடிகளின் உட்கவர்களில் யாதேனும் பதார்த்தங்கள் படிவதால் தொழிற்பாடு தடைப்படும். இன்றேல் குருதியுறைவு காரணமாக நாடியின் தொழிற்பாடு தடைப்படலாம். நாடியின் சுவர்களின் மீது யாதேனும் பதார்த்தங்கள் படிவதால் நாடிகளின் சூழி படிப்படியாகக் குறுகிச் சிறிதாகின்றது. இதன் காரணமாக அதனூடாக, இதயத் தசைகளினுள் பாய்ந்து செல்லும் குருதியின் அளவு குறைகின்றது. எனவே, இதயத்தின் தொழிற்பாடு சிறப்பாக நடைபெறுவதில்லை.

குருதியுறைவு காரணமாக, நாடிக்கலன் தடைப்படும் சந்தர்ப்பங்களில் உறைவு ஏற்பட்ட இடத்துக்கு அப்பால் குருதி பாய்வது தடைப்படுகின்றது. எனவே, அந்த நாடிக் கிளையின் மூலம் குருதி வழங்கப்படும் இதயத் தசைகளுக்கான குருதி விநியோகத்தில் தடை ஏற்படுகின்றது. எனவே, அந்தத் தசைகள் தொழிற்படாமல் இறந்து விடுகின்றன. இதன் காரணமாகவும் இதயத்தின் தொழிற்பாட்டுக்குப் பங்கம் விளைகின்றது. இதயத்துக்குக் குருதியை வழங்கும் முடியுரு நாடி குருதி உறைவதன் காரணமாகத் தடைப்படுவதனால் முடியுரு நூரொம் போசில் (முடியுரு நாடி கட்டியாகும் நிலை) எனும் நிலைமை ஏற்படுகிறது. இந்த நிலைமை காரணமாக, இதயத்தின் இயக்கம் தடைப் படக்கூடிய அல்லது குருதிச் சுற்றோட்டத்திற்குப் போதுமான அளவு விசையை இதயத்தால் வழங்க முடியாத நிலை ஏற்படுகின்றது.

முடியுரு நாடிகளில் மாத்திரமன்றி, உடலின் ஏனைய நாடிகளின் உட்கவர்களின் மீதும் இவ்வாறாகப் பதார்த்தங்கள் படியக்கூடும். இவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில், உடலின் அவ்வப்பகுதிகளுக்கு வழங்கப்படும் குருதியின் அளவு குறையக்கூடும். எனினும் அப்பகுதிகளுக்கு உரிய விதத்தில் குருதியை வழங்க வேண்டுமெனின் இதயம் கூடிய விசையுடன் குருதியைப் பம்பண்ணவேண்டிய

இருக்கின்றது. இவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் குருதி சாதாரண அழுக்கத்தை விடக் கூடிய அழுக்கத்துடன் பாய்தல் காணப்படும். இந்த நிலைமை உயர் குருதியழுக்கம் என அழைக்கப்படுகிறது. உயர் குருதியழுக்கம் நிலவும் போது இதயம் வேகமாகத் துடிப்பதன் காரணமாக மிக விரைவில் களைப்புறுகின்றது. இந்த நிலைமை நீடிப்பின், இதயம் விரிவடைந்து அதன் தொழிற்பாடு தடைப்படக் கூடிய நிலை ஏற்படலாம்.

உயர் குருதியழுக்கம் காரணமாக நாடிகளில் வெடிப்புகள் ஏற்படவும் கூடும். மூளைக்குக் குருதியை வழங்கும் நாடி வெடிப்புறுவதால் அதன் மூலம் தோன்றும் குருதி உறைதல் காரணமாக, குருதி விநியோகம் தடைப்பட்டு மூளைக்குச் சேதம் ஏற்படவும் கூடும். இந்த நிலைமை மூளையத்தடுக்கை என அழைக்கப்படுகின்றது.

இதய வால்வுகள் உரியமுறையில் தொழிற்படாததன் காரணமாகவும் இதயத்தின் தொழிற்பாட்டுக்குப் பங்கம் ஏற்படும்

சிலவேளைகளில் குருதியில் பொதுவாகக் காணப்படவேண்டிய எண்ணிக்கையை விட செங்குருதிச் சிறு துணிக்கைகள் குறைந்த அளவில் காணப்படலாம். இவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் குருதியில் அடங்கியிருக்கும் ஈமோகுளோபினின் அளவும் குறைகின்றது. இன்றேல் செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளில் அடங்கியுள்ள ஈமோகுளோபினின் அளவு சாதாரண அளவைவிடக் குறையும். குருதியில் அடங்கியுள்ள ஈமோகுளோலினின் அளவு குறைந்ததும் ஏற்படும் நிலைமை குருதிச் சோகை எனப்படும்.

இந்த நிலைமை காரணமாக, இயைங்களுக்கு விநியோகிக்கப்படும் ஓட்சிசனின் அளவு குறைகின்றது. எனவே, குருதிச் சோகையினால் அவதியுறுவோர் விரைவில் களைப்படைகின்றனர். சிலவேளைகளில் பெரிய செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் காணப் படுகின்றமையால் ஓட்சிசன் கொண்டு செல்லப்படும் வேகம் குறைவதன் காரணமாகவும் இந்த நிலைமை தோன்றக்கூடும்.



உணவில் அடங்கியுள்ள இரும்பு, விற்ற ஷன் வகைகள் என்பன குறைவடையும் போது, ஈமோகுளோபினின் அளவு குறைவடைகின்றது. பல்வேறு நச்சுப் பதார்த்தங்கள் காரணமாக செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் உடைக்கப்பட்டு அழிக்கப்படுவதன் காரணமாகவும் ஈமோகுளோபினின் அளவு குறைகின்றது.

உடலின் உள்ளே அல்லது வெளியே காயங்கள் ஏற்பட்டதும், குருதிக்கலன்களிலிருந்து குருதி வெளியேறுவதைத் தடுப்பதற்கு உதவுவது குருதியுறைதலாகும் என்பதை முன்னர் கற்றுக் கொண்டோம். இயற்கையில் சிலரது குருதி மிக மெதுவாகவே உறைகின்றது. தாமதமாகக் குருதி உறையும் இந்த நிலைமை ஈமோபீலியா அதாவது குருதி உறையா நோய் என அழைக்கப்படுகின்றது.

## பொழிப்பு

உணவும் ஓட்சினும், உடலின் இழையங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படல் வேண்டும். அதேபோன்று காபனீரொட்சையும் கழிவுப்பொருட்களும் உடலின் இழையங்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படல் வேண்டும். இப்பதார்த்தங்கள் திரவ ஊடகமான குருதியின் மூலமே கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

குருதித் திரவவிழையம் எனும் பாயத்தினாலும், செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் ஆகிய கலங்களினாலும், குருதிச் சிறுதட்டுக்கள் எனப்படும் உடல்களினாலும் குருதி ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

பம்பி போன்று தொழிற்படும் இதயத்தினாலேயே உடல் முழுவதற்கும் குருதி செலுத்தப்படுகின்றது.

இதயம் நான்கு அறைகளைக் கொண்டது. இடது சோணையறை வலது சோணையறை, இடது இதயவறை, வலது இதயவறை என்பனவே அவையாகும்.

சோணையறைகளின் சுவரைவிட இதயவறைகளின் சுவர் தடிப்பானது. வலது இதய வறையின் சுவரைவிட இடது இதயவறையின் சுவர் தடிப்பானது.

குருதி நிறறயா நோயினால் பீடிகப்பட்டுள்ளவர்களின் உடலில் ஏற்படும் சிறிய காயங்களிலிருந்து குருதி வடிவதைக் கூட தடுப்பது மிகக் கடினமானது. இது ஒரு அபாயகரமான நிலையாகும் குருதியுறையா நோய் ஒரு பரம்பரை நோயாகும்.

சாதாரண சுகதேகியான ஒருவரின் குருதியில், எறத்தாழ 600 செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளுக்கு ஒரு வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கையே காணப்படுகின்றது. எனினும் வெண்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகள் அசாதாரணமாக அதிகரிக்கும் சந்தர்ப்பங்களும் உண்டு. இது இலியூக்கேமியா அல்லது குருதிப் புற்றுநோய் என அழைக்கப்படுகின்றது. இங்கு செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளின் விகிதம் குறைவடைகின்றது. இந்த நோயைச் சுகப்படுத்தும் சிகிச்சை முறைகள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

இதயவறைகளும் சோணையறைகளும் ஒன்றுவிட்ட ஒழுங்கில் சந்தத்துக்கேற்ப சுருங்கி விரிவதனால் இதயம் தொழிற்படுகின்றது

நாடிகள், இதயத்திலிருந்து குருதியை அப்பாற் கொண்டு செல்கின்றன. நாளங்கள் இதயத்தை நோக்கிக் குருதியைக் கொண்டு செல்கின்றன.

இடது இதய அறையிலிருந்து ஆரம்பிக்கும் நாடி, தொகுதிப் பெருநாடியாகும். வலது இதய அறையிலிருந்து வெளிப்படும் நாடி நுரையீரல் நாடியாகும்.

குருதி மீண்டும் இதயத்துள் பாய்வதைத் தவிர்ப்பதற்காக, பிரதான நாடிகளின் ஆரம்பப்பகுதியில் அரைமதி வால்வுகள் அமைந்துள்ளன.

நுரையீரல் நாடியைத் தவிர ஏனைய சகல நாடிகளிலும் ஓட்சினைக் கொண்ட குருதியே பாய்கின்றது.

நுரையீரல் நாடியில் ஓட்சினைக் கொண்டிராத குருதியே பாய்கிறது.

நாடித் தொகுதியும் நாளத் தொகுதியும் மயிர்த்துளைக்குழாய் வலைகளின் மூலம் தொடர்புபட்டுள்ளன.

மேற் பெருநாளமும் கீழ்ப் பெருநாளமும் வலது சோணையறைக்குக் குருதியைக் கொண்டு வருகின்றன.

நுரையீரல் நாளம் இடது சோணையறைக்குக் குருதியைக் கொண்டு வருகின்றது. நாளங்களுள் நுரையீரல் நாளம் மாத் திரமே ஒட்டிகளைக் கொண்ட குருதியைக் கொண்டுள்ளது. ஏனைய எல்லா நாளங்களிலும் ஒட்டிசளைக் கொண்டிராத குருதியே ஆடங்கியுள்ளது.

நரல்வாயினானம் இதயத்துடன் நேரடியாகத் தொடர்புபுற்றுள்ளது.

சகல முலையூட்டிகளும் மூடிய குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதியைக் கொண்டுள்ளன. நுரையீரல் குருதிச் சுற்றோட்டம், தொகுதிக்குருதிச் சுற்றோட்டம் ஆகிய இரண்டும் இடம் பெறுகின்றமையால், எமது உடலினுள் நடைபெறுவது இரட்டைச் சுற்றோட்டமாகும். ...

இழையக் கலங்களும் மயிர்த்துளைக்குழாய்களின் கவர்களும் சதா இழையப் பாயத்தில் தோய்ந்தபடி காணப்படுகின்றன. குருதிக்கும் கலங்களுக்கும் இடையே பதார்த்தப் பரிமாற்றத்திற்குரிய ஊடகமாகத் தொழிற்படுவது இழையப் பாயமாகும்.

இழையப் பாயம் என்பது குருதிக் கலங்கள் திரவவிழையப் புரதங்கள் என்பவற்றைக் கொண்டிராத திரவவிழையமாகும்.

மேலதிக இழையப் பாயம் நிணநீர்க் கலங்களினால் புகுகின்றது.

நிணநீர்த் தொகுதியினுள் ஒரு திசையிலே நிணநீர் பாய்ந்து செல்கின்றது.

பிரதானமான நிணநீர்க் கலங்கள் இரண்டும் முறையே இடது, வலது தொகுதி காறைக்கீழ் நாளங்களுள் திறக்கின்றன. நிணநீர்த் தொகுதியில் நிணநீர்ச் சிறுகணுக்கள் காணப்படுகின்றன.

உடலுக்குச் செயற்கையாகக் குருதி வழங்குவதானது மாறாடு செலுத்தல் (பாய்ச்சல்) என அழைக்கப்படுகின்றது.

யாதேனுமொரு குருதி வாங்குவருக்கு எவரேனுமொரு குருதி வழங்குவரிடமிருந்து குருதியைப் பெற்றுக்கொள்ள முடியாது.

AB, AB, O என நான்கு குருதி இனங்கள் உள்ளன.

AB இனக் குருதியைச் கொண்டிருப்போர் சர்வ வாங்கிகளாவர்.

O இனக் குருதியைக் கொண்டிருப்போர் சர்வ வழங்கிகளாவர்.

குருதித் தொகுதியுடன் தொடர்புடைய பல்வேறு நோய்களும் கோளாறுகளும் உள்ளன.

## அத்தியாயம் 5

### மூலகங்களும்

### ஆவர்த்தன இயல்பும்

#### 5.1 மூலகங்கள்

சடப்பொருள்கள் பல்வேறு வடிவங்களில் எமது சூழலில் காணப்படுகின்றன. நீர், மணல், சுறியுப்பு, வளி போன்றவை இவற்றுள் சிலவாகும். சடப்பொருள் எதனால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது?

சுறியுப்புக் கரைசல் சிறிதளவைப் பரிசோதனைக் குழாயொன்றுள் இட்டு வெப்பமேற்றுங்கள். சிறிது நேரத்தில், அதிலடங்கியுள்ள நீர் ஆவியாகிச் சென்று வெண்ணிறப் பதார்த்தமான சுறியுப்பு பரிசோதனைக் குழாயில் எஞ்சுகின்றது. ஆவியாகிச் செல்லும் நீரின் ஒருபகுதி பரிசோதனைக் குழாயின் குளிர்ச்சியான பகுதியில் நீர்த்துளிகளாகப் படிக்கின்றது. உப்புக்கரைசலில் நீர், உப்பு ஆகிய இரண்டு கூறுகள் அடங்கியுள்ளன என்பது இதிவிருந்து தெளிவாகின்றது.

உப்புக்கரைசல் ஆக்கப்பட்டுள்ள கூறுகள் இரண்டையும், மேலும் வெவ்வேறு கூறுகளாகப் பிரிக்க முடியுமா எனக் கவனிப்போம். உப்புக்கரைசல் ஆக்கப்பட்டுள்ள கூறுகளுள் ஒன்று நீர் ஒரு துளி நீரை எடுத்துக் கொள்வோம். இந்த நீர்த்துளியிலிருந்து பல சிறிய நீர்த்துளிகளைப் பிரிக்க முடியும். அவற்றிலிருந்து மேலும் சிறிய பல நீர்த் துளிகளைப் பெற்றுக்கொள்ள முடியும்.

மை நிரப்பியொன்றின் மூலம் நீர்த்துளி ஒன்றை மட்பாண்டத் தட்டொன்றின் மீது இடுங்கள். குண்டுசி முனையைப் பயன்படுத்தி, இந்நீர்த்துளியிலிருந்து சிறு சிறு துளிகளை அப்புறப்படுத்தி, அவற்றை அத்தட்டின் மீது தனித்தனியே பிரித்து வையுங்கள். இவ்வாறாக ஒரு நீர்த் துளியிலிருந்து அதனைவிடச் சிறிய பல சிறு துளிகளைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். இச்சிறு நீர்த்துளிகளிலிருந்து நீர் ஆவியாகிச் செல்லும் போது முன்னரை விடச் சிறிய, அதாவது கண்களுக்குத் தென்படாத அளவு சிறிய துணிக்கைகள் இருப்பதைக் காணலாம்.

நீரின் இயல்பைக் காட்டும் மிகச் சிறிய துணிக்கை, அதாவது நீர் மூலக் கூறொன்றை மேன்மேலும் பல கூறுகளாக உடைக்க முடியுமா? இது தொடர்பாக விஞ்ஞானிகள் நடத்திய பரிசோதனைகளிலிருந்து, அதனை ஐதரசனாகவும் ஓட்சிசனாகவும் பிரிக்க முடியும் என்பதை அறிந்தனர். எனவே, நீர் மூலக்கூறின் கூறுகள் ஐதரசனும் ஓட்சிசனும்மாகும்.

ஐதரசனை அல்லது ஓட்சிசனை மேன்மேலும் கூறுகளாகப் பிரிக்க முடியுமா? ஐதரசனிலும் ஓட்சிசனிலும் பல்வேறு கூறுகள் அடங்கியுள்ளனவா என ஆய்வு நடத்திய விஞ்ஞானிகள் அவற்றை, மேலும் கூறுகளாக வகுக்க முடியாது என்பதை அறிந்து, கொண்டனர். அதாவது, ஐதரசன் ஐதரசனினால் மாத்திரமே ஆக்கப்பட்டுள்ளது, ஓட்சிசன் ஓட்சிசனினால் மாத்திரமே ஆக்கப்பட்டுள்ளது என்பதாகும். இவ்வாறாக மிக எளியதும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று வேறுபட்ட கூறுகளாக வகுக்க முடியாதபடி ஒரேயொருகூறினால் மாத்திரம் ஆக்கப்பட்டுள்ள துமான பதார்த்தம் மூலகம் என அழைக்கப்படுகின்றது. உப்புக் கரைசலிலடங்கியுள்ள மற்றைய கூறு உப்பாகும் என முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது. சோடியம், குளோரீன் எனும் இரண்டு கூறுகளாலேயே உப்பு ஆக்கப்பட்டுள்ளது என்பதை விஞ்ஞானிகள் ஆய்ந்தறிந்துள்ளனர்.

விஞ்ஞானிகள் தற்போது ஏறத்தாழ நூற்றைந்து மூலகங்களை இனங்கண்டுள்ளனர். இவற்றுள் ஏறத்தாழ தொண்ணூறு மூலகங்கள் இயற்கையான மூலகங்களாகும். ஓட்சிசன், நைதரசன், காபன், கந்தகம் போன்ற இயற்கை மூலகங்கள் சுயாதீனமாக நிலவும் மூலகங்களுள் சிலவாகும். எமது சூழலில் காணப்படும் வளியில் சுயாதீனமாக நிலவும் இரண்டு மூலகங்கள் அடங்கியுள்ளன. அவை ஓட்சிசனும் ஐதரசனும்மாகும். இயற்கையில் காணப்படும் மற்றுமொரு மூலகம் காபன். விலங்குப்பகுதிகளையும் தாவரப்பகுதிகளையும் எரித்ததும் கரிய நிறமுடைய பதார்த்தமொன்று கிடைப்பதை நாம் அறிவோம். இப்பதார்த்தம் காபனாகும். காபன் மூலகம் காரீயமாகவும் வைரமாகவும் சுயாதீன

மாகக் காணப்படுகின்றது. புளியோட்டில் வேறு மூலகங்களுடன் சேர்ந்து பெருமளவில் காணப்படும் மற்றுமொரு மூலகம் ஒட்சிசன். பாறை வகைகளிலும், தாவர உடல்களிலும் விலங்குகளின் உடல்களிலும், மண்ணிலும் கூட ஒட்சிசன் அடங்கியுள்ளது. எமது உடல் நிறையில் ஏறத்தாழ தொண்ணூறு சதவீதமான பகுதி ஒட்சிசன், காபன், ஐதரசன், நைதரசன், கல்சியம், பொசுபரசு போன்ற மூலகங்களாலான சேர்வைகளையே கொண்டுள்ளது. எம்மைச் சூழவுள்ள சகல சடப்பொருள்களும் மூலகங்களாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன. சடப்பொருளின் ஆக்க அலகுகள் மூலகங்களாகும்.

வெவ்வேறு பெயர்களால் அழைக்கப்படும் பல்வேறு மூலகங்கள் பற்றி ஏற்கெனவே நீங்கள் கேள்வியுற்றிருப்பீர்கள். அவ்வொவ்வொரு மூலகங்களின் இயல்புகள் எவ்வா

றானவை? மூலகங்களின் இயல்புகளைக் கவனத்திற் கொண்டு அவற்றைக் கூட்டங்களாக வகுக்க முடியுமா? மூலகங்களின் இயல்புகளை ஆய்ந்தறிந்து அவற்றைக் கூட்டங்களாக வகுக்கக் கூடிய சில முறைகளை அடுத்ததாகக் கவனிப்போம்.

## 5.2 மூலகப் பாகுபாடு

எமது சூழலில் காணப்படும் சகல சடப்பொருள்களும் திண்மம், திரவம், வாயு எனும் மூன்று நிலைகளில் நிலவுகின்றன என்பதை முன்னர் நீங்கள் கற்றுக் கொண்டீர்கள். மூலகங்கள் சாதாரண வெப்ப நிலையில் (அறை வெப்பநிலையில்) எந்நிலைகளில் நிலவுகின்றன? நீங்கள் இதுவரையில் அறிந்துவைத்துள்ள மூலகங்களுள் சில மூலகங்கள் சாதாரண வெப்ப நிலையில் திண்ம நிலையில் காணப்படுகின்றன. மற்றும் சில மூலகங்கள் வாயுக்களாக

மூலகம்	மூலகத்தின் குறியீடு	நிலை		வாயு
		திண்மம்	திரவம்	
ஐதரசன்	H			✓
ஈலியம்	He			✓
இலிதியம்	Li	✓		
பெரிலியம்	Be	✓		
போரன்	B	✓		
காபன்	C	✓		
நைதரசன்	N			✓
ஒட்சிசன்	O			✓
புளோரீன்	F			✓
நியோன்	Ne			✓
இரசம்	Hg		✓	
சோடியம்	Na	✓		
அலுமினியம்	Al	✓		
சிலிக்கன்	Si	✓		
பொசுபரசு	P	✓		
புரோமீன்	Br			✓
குளோரீன்	Cl			✓

நிலவுகின்றன. சாதாரண வெப்பநிலையில் சில மூலகங்கள் காணப்படுகின்ற வெவ்வேறு நிலைகள் அட்டவணை 5.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மூலகங்கள் சாதாரண வெப்பநிலையில் நிலவும் நிலைகளுக்கு ஏற்ப அவற்றைத் திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்கள் என மூன்று பிரிவுகளாக வகைப்படுத்த முடியும் என்பதை அட்டவணை 5.1 இல் தரப்பட்டுள்ள தகவல்களைக் கவனிப்பதன் மூலம் நீங்கள் புரிந்து கொள்வீர்கள்.

மூலகங்களைக் கூட்டங்களாக வகுக்கக் கூடிய வேறு முறைகளும் உள்ளனவா? அவ்வாறாயின் எம்முறைகளுக்கேற்ப அவற்றை வகுக்க முடியும்? இவ்வினாவுக்கு விடை காண்பதற்காக மூலகங்களின் இயல்புகளைப் பற்றி மேலும் ஆய்ந்தறியவேண்டியது அவசியமாகின்றது.

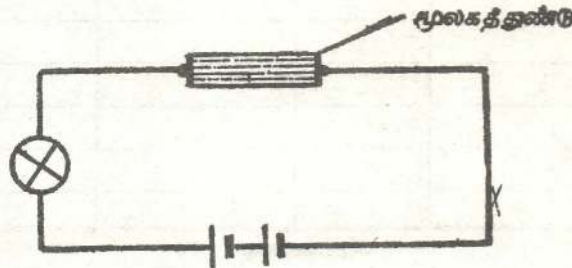
அலுமினியம், இரும்பு, நாகம், செம்பு மக்னீசியம், கந்தகம், காபன் ஆகிய மூலகங்களைப் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். இம்மூலகங்களின் சில இயல்புகளை ஆராய்வதில் கவனம் செலுத்துவோம். மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மூலகங்களை, அரத்தாளினால் உரோஞ்சி அவை மினுமினுப்புத் தன்மையுடையனவா எனப் பாருங்கள். அவற்றை மினுமினுப்பான மேற்பரப்பைக் கொண்ட மூலகங்களெனவும் மினுமினுப்பற்ற மேற்பரப்பைக் கொண்ட மூலகங்களெனவும் வகைப்படுத்துங்கள். செம்பு, இரும்பு போன்ற மூலகங்கள் வளியில் திறந்துவைக்கப்பட்டின் அவற்றின் மேற்பரப்பின் மினுமினுப்புக் குன்றி அவை மங்கி விடுவது பற்றி ஏற்கெனவே நாம் கற்றுள்ளோம். கந்தகம், காபன் போன்ற மூலகங்களை எவ்வளவுக்கு வெப்பமேற்றியபோதும் அல்லது வளியில் திறந்து வைத்திருந்த போதும் அவற்றின் மேற்பரப்பில் எவ்வித வேறுபாடுகளும் ஏற்படுவதில்லை.

இம்மூலகங்களின் துண்டுகளைத் தனித்தனியாக எடுத்துச் சுத்தியலினால் தட்டிப் பாருங்கள். இலகுவில் உடைந்துவிடுவதையும் அலுமினியம், இரும்பு, செம்பு மக்னீசியம் போன்ற மூலகங்கள் நசிந்து மெல்லிய தகடுகளாக மாறுவதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள். இவ்வியல்புகளுக்கேற்பவும் மூலகங்களை வகைப்படுத்துங்கள்.

இரும்புப் பாத்திரம் அல்லது அலுமினியப் பாத்திரம் கீழே விழுந்ததும் ரீங்கார ஒலி ஒன்று கேட்கின்றது. எனினும் கந்தகத் துண்டு அல்லது காபன் துண்டு கீழே விழுந்ததும் அவ்வாறான ஒலி பிறக்கின்றதா எனக் கவனியுங்கள்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மூலகங்களின் மெல்லிய நீண்ட துண்டு ஒவ்வொன்று வீதம் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். அத்துண்டுகள் ஒவ்வொன்றினதும் ஓர் அந்தத்தைக் கையால் பிடித்து, மற்றைய அந்தத்தை மெழுகுதிரிச் சுவாலையின் மீது பிடித்திருங்கள். இரும்பு, செம்பு போன்ற மூலகங்கள் சிறிது நேரம் வரை சுவாலையில் பிடித்ததும் சூடாகின்றதை உணர்வீர்கள். கந்தகம், காபன் போன்றவையும் இந்த இயல்பைக் காட்டுகின்றனவா? கந்தகம், காபன் போன்ற மூலகங்கள் தீயில் எரியக் கூடியன. எனினும், மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள இரும்பு, செம்பு, போன்ற மூலகங்களைப் போன்று அவை சூடாவதை உணர முடிவதில்லை.

படம் 5.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு மின் சுற்றொன்றை அமைத்து, ஒவ்வொரு மூலகத்தையும் தனித்தனியாகச் சுற்றின் உரிய இடத்தில் இணைத்து, அச்சந்தர்ப்பங்களில் மின்குமிழ் ஒளிர்கின்றதா எனக் கவனியுங்கள்.



படம் 5.1

மின்சூழிற் ஒளிர்வின்றதெனின், அப்ப நார்த்தத்தினூடாக மின் கடத்தப்படு வின்றது என்பது தெளிவாகின்றது. மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மூலகங்களை, மின்னைக் கடத்தும், மூலகங்கள், மின்னைக் கடத்தாத மூலகங்கள் என இரண்டு வகையாக வகுக்க முடியும். மூலகங்களை வகைப்படுத்துவதற் காக நாம் இது வரையில் கவனஞ் செலுத் திய இயல்புகள் அம்மூலகங்களின் பௌதிக இயல்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மினுமினுப்பு, ரீங்கார ஒலி, வளையக் கூடியதும் நசியக்கூடியதுமான தன்மை, வெப்பக் கடத்துதிறன், மின் கடத்துதிறன் ஆகிய பௌதிக இயல்புகளைத் தனித்தனி யாகக் கவனத்திற் கொள்ளாது அவ்வெல்லா இயல்புகளுக்கும் ஏற்ப, மூலகங்களை வகைப்படுத்த முடியுமா எனக் கவனிப் போம். மூலகங்களின் இயல்புகளை அட்ட வகைப்படுத்துவதன் மூலமே இவ்வாறான தொரு வகைப்படுத்தலை முறையாக மேற் கொள்ள முடியும்.

அட்டவணை 5.2 இல் குறிப்பிடப் பட்டுள்ள பௌதிக இயல்புகளை, ஒவ்வொரு மூலகம் தொடர்பாகவும் அட்ட வணைப்படுத்துவதன் மூலம் மூலகங்களை வகைப்படுத்தக்கூடிய ஒரு முறையை இனங்கண்டு கொள்ள முயற்சி செய்யுங்கள்.

இரும்பு, செம்பு, நாகம், மக்னீசியம், அலுமினியம் ஆகிய மூலகங்கள்தொடர்பாக

அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பௌதிக இயல்புகள் பெருமளவுக்குச் சமனானவை என்பது உங்களுக்குத் தெளி வாகத் தென்படும். இரும்பு, செம்பு போன்றவை பொதுவாக உலோக மூலகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. காபன், கந்தகம் ஆகிய மூலகங்களினது இயல்புகளும் பெரு மளவுக்குச் சமனானவை என்பது, அட்ட வணை 5.2 இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பௌதிக இயல்புகளைக் கணிக்கையில் உங்க ளுக்குப் புரிந்திருக்கும். இந்த இரண்டு மூலகங்களினதும் இயல்புகள் உலோகங் களின் இயல்புகளை விட வேறுபட்டவை. இவ்வாறான மூலகங்கள் அல்லலோக மூலகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மூலகங்களின் இரசாயன இயல்புகளைக் கவனத்திற் கொள்ளுகையில் உலோகங்களுக் கும் அல்லலோகங்களுக்கும் இடையிலான வேறுபாடுகளை இனங்கண்டு கொள்ள முடி கின்றது. அவ்வாறான சில வேறுபாடுகள் அட்டவணை 5.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மூலகங்களின் பௌதிக இயல்புகளுக்கும் இரசாயன இயல்புகளுக்கும் ஏற்ப, அவற்றுள் பெரும்பாலானவை இற்றைக்கு ஏறத்தாழ 400 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே உலோகங் களெனவும் அல்லலோகங்களெனவும் வகைப்படுத்தப்பட்டன. மூலகங்களின் இயல்புகள் தொடர்பான கோலமொன் றைக் கட்டியெழுப்புவதற்கான முதலாவது முயற்சி என இவ்வகையீட்டைக் குறிப்பிட முடியும். மூலகங்களை உலோகங்

மூலகம்	பௌதிக இயல்புகள்				
	மினுமினுப்பு	ரீங்கார ஒலி	வளையக்கூடிய தன்மையும் நசியக்கூடிய தன்மையும்	வெப்பக் கடத்துதிறன்	மின்கடத்து திறன்
இரும்பு					
செம்பு					
அலுமினியம்					
மக்னீசியம்					
நாகம்					
கந்தகம்					
காபன்					

அட்டவணை 5.2

இரசாயன இயல்புகள்

உலோகங்கள்	அல்லுலோகங்கள்
<p>1. ஐதான அமிலங்களுடன் தாக்கம் புரிந்து உப்புக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் ஐதரசன் வாயு வெளியேறுகின்றது.</p> <p>உ-ம்:  <math>Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow</math>  <math>Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2 \uparrow</math></p>	<p>1. அமிலங்களுடன் தாக்கம் புரிந்து உப்புக்களைத் தோற்றுவிப்பதில்லை</p>
<p>2. வளியில் அல்லது ஓட்சிசனின் எரிந்து மூல ஓட்சைட்டுக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.</p> <p>உ-ம்:  <math>2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO</math>  <math>2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO</math></p> <p>மூல ஓட்சைட்டுக்கள் அமிலங்களுடன் தாக்கம் புரிந்து உப்புக்களையும் நீரையும் தோற்றுவிக்கின்றன.</p> <p><math>MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O</math></p>	<p>2. வளியில் அல்லது ஓட்சிசனில் எரிந்து அமில ஓட்சைட்டுக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.</p> <p>உ-ம்:  <math>S + O_2 \rightarrow SO_2</math>  <math>C + O_2 \rightarrow CO_2</math></p> <p>பெரும்பாலான அல்லுலோக ஓட்சைட்டுக்கள் நீருடன் தாக்கம் புரிந்து அமிலங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.</p> <p><math>SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3</math>  <math>SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4</math></p>

அட்டவணை 5.3

களாகவும் அல்லுலோகங்களாகவும் வகைப்படுத்திய பாகுபாட்டு முறை வெற்றிகரமான தொன்றாக அமையவில்லை. சில மூலகங்கள் உலோக இயல்புகளையும் அல்லுலோக இயல்புகளையும் காட்டுகின்றனவேயே இப்பாகுபாட்டு முறை வெற்றிகரமானதாக அமையாததற்கான காரணமாகும். அதற்கான சில உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன

1. அயடின் ஓர் அல்லுலோகமாயிருப்பினும் அயடின் பளிங்குகள் மினுமினுப்புத் தன்மையுடையன.
2. காபன் (கிரைபற்று) அல்லுலோகமாயிருப்பினும் அது மின்னைக் கடத்தும் தன்மையுடையது.

இது காரணமாக மூலகங்களின் உலோக, அல்லுலோகப் பாகுபாடு வெற்றியளிக்க வில்லையாயினும் வேறு பாகுபாட்டு முறைகளைச் சமர்ப்பிப்பதற்கு அது உதவி புரிந்துள்ளது.

எல்லா மூலகங்களும் அணுக்களினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. மூலகங்களின் பிரதான சக்தி மட்டங்களில் இலத்திரன்கள் அமைந்துள்ள விதம் பற்றி 9 ஆம் ஆண்டில் நீங்கள் கற்றுக் கொண்டவற்றை நினைவுபடுத்திப் பாருங்கள். அணுக்களின் இலத்திரனிலைமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு மூலகங்களை வகைப்படுத்தக் கூடிய வேறொரு முறை பற்றி அறிய முயற்சி செய்யுங்கள். இதற்காக அட்டவணை 5.4 இல் தரப்பட்டுள்ள தகவல்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.

அட்டவணை 5.4 இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள எல்லா மூலகங்களையும் அணுக்களின் புறச்சக்தி மட்டத்தில் உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்பவும், சக்திமட்டங்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்பவும், கூட்டங்களாக வகைப்படுத்துங்கள் 1 முதல் 20 வரையிலான அணுவெண்களைக் கொண்ட மூலகங்களை அவற்றின்

சக்தி மட்டங்களுக்கு ஏற்ப நான்கு கூட்டங்களாக வகுக்க முடியும். சக்தி மட்டங்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப அம்மூலகங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள விதம் அட்டவணை 5.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இம்மூலகங்களின் புறச்சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப மூலகங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள விதம் அட்டவணை 5.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஏற்ப அவற்றை எட்டுக் கூட்டங்களாக வகுக்க முடியும் என்பதை நீங்கள் புரிந்து கொண்டிருப்பீர்கள்.

புறச்சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப மூலகங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள விதம் அட்டவணை 5.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மூலகம்	மூலகத்தின் குறியீடு	அணுவெண்	சக்தி மட்டம்			
			1	2	3	
ஐதரசன்	H	1	1			
ஈலியம்	He	2	2			
இலிதியம்	Li	3	2	1		
பெரிலியம்	Be	4	2	2		
போரன்	B	5	2	3		
காபன்	C	6	2	4		
நைதரசன்	N	7	2	5		
ஓட்சிசன்	O	8	2	6		
புளோரீன்	F	9	2	7		
நியோன்	Ne	10	2	8		
சோடியம்	Na	11	2	8	1	
மக்னீசியம்	Mg	12	2	8	2	
அலுமினியம்	Al	13	2	8	3	
சிலிக்கன்	Si	14	2	8	4	
பொசுபரசு	P	15	2	8	5	
கந்தகம்	S	16	2	8	6	
குளோரின்	Cl	17	2	8	7	
ஆகன்	Ar	18	2	8	8	
பொற்றாசியம்	K	19	2	8	8	1
கல்கியம்	Ca	20	2	8	8	2

அட்டவணை 5.4



சக்தி மட்டங்களின் எண்ணிக்கை	சமனான எண்ணிக்கைச் சக்திமட்டங்களைக் கொண்ட மூலகங்கள்
1	H, He
2	Li, Be, B, C, N, O, F, Ne
3	Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar
4	K, Ca

### அட்டவணை 5.5

புறச்சக்தி மட்டத்தில் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை	புறச்சக்தி மட்டத்தில் சமனான எண்ணிக்கை இலத்திரன்களைக் கொண்ட மூலகங்கள்
1	H, Li, Na, K
2	Be, Mg, Ca
3	B, Al
4	C, Si
5	N, P
6	O, S
7	F, Cl
8	He, Ne, Ar

### அட்டவணை 5.6

## 5.3 ஆவர்த்தனவியல்பு

மூலகங்கள் பற்றி நாம் கவனஞ் செலுத்திய சந்தர்ப்பத்தில் அவற்றுக்கிடையே பல்வகைமை காணப்படுவதை நாம் அறிந்தோம். சாதாரண வெப்பநிலையில் மூலகங்கள் நிலவும் நிலைக்கு ஏற்பவும், அவற்றின் பெளதிக, இரசாயன இயல்புகள் சிலவற்றுக்கு ஏற்பவும், அணுக்களின் இலத்திரனிலைமைப்புக்கு ஏற்பவும் மூலகங்களுக்கிடையே பல்வகைமை காணப்படுகின்றது என்பதை நாம் இனங்கண்டு கொண்டோம்.

மூலகங்களுக்கிடையேயான பல்வகைமையைக் கருத்திற் கொண்டு அவற்றை இனங்கண்டு கொள்வதை இலகுவாக்கும் முறைகள் பலதடவைகள் விஞ்ஞானிகளால் சமர்ப்பிக்கப்பட்டன. மூலகங்களின் பாகுபாடு தொடர்பாக ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய மிகச் சிறந்த கோலம் ரஷ்ய நாட்டு விஞ்ஞானியாகிய மெண்டலேவ் (Mendeleeff) என்பவரால் 1869 ஆம் ஆண்டில் சமர்ப்பிக்கப்பட்டது. அணுக்களின் இலத்திரனிலைமைப்பு மாத்திரமன்றி, மூலகங்களின் இரசாயன இயல்புகள், அவற்றின் தாக்குதிறன் என்பன பற்றியும் கவனிக்கையிலும் மூலகங்களின் பல்வேறு இயல்புகள் ஒருவித கோலத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றன என்பதை அவர் கண்டறிந்தார்.

அணு எண் அதிகரித்துச் செல்லும் ஒழுங்கில் (ஏறுநிறைப்படி) மூலகங்களை ஒழுங்குபடுத்தியதும் முதலில் அமையும் 20 மூலகங்களினதும் இலத்திரன்கள் வேறுபட்டுச் செல்லும் கோலமொன்றினைக் காண முடிகின்றது. யாதேனுமொரு மூலகத்திலிருந்து ஆரம்பித்துப் பின்னடும் எட்டு மூலகங்களைக் கடந்து சென்றதும் ஒத்த இரசாயன இயல்புகளைக் கொண்ட மூலகங்களைச் சந்திக்க முடிகின்றது. 5.7ஆம் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ள அணுவெண்களைக் கவனத்திற் கொண்டு ஒத்த இரசாயன இயல்புகளைக் கொண்ட மூலகங்களை இனங்கண்டு கொள்வோம்.

மூலகம்	அணுவெண்
H	1
He	2
Li	3
Be	4
B	5
C	6
N	7
O	8
F	9
Ne	10
Na	11
Mg	12
Al	13
Si	14
P	15
S	16
Cl	17
Ar	18
K	19
Ca	20

### அட்டவணை 5.7

உதாரணமாக ஈலியத்திலிருந்து பின்னால் எட்டு மூலகங்களைக் கடந்த பின்னரே ஈலியத்தின் இயல்புகளை ஒத்த இயல்புகளைக் கொண்ட மூலகத்தைச் சந்திக்க முடிகின்றது! அட்டவணை 5.7 இற்கு ஏற்ப அம்மூலகம் நியோன் ஆகும். நியோனிலிருந்து பின்னரும் எட்டு மூலகங்களைக் கடந்த பின்பே மீண்டும் அதனையொத்த இயல்புகளைக் கொண்ட மற்றொரு மூலகத்தைச் சந்திக்க முடிகின்றது. அந்த மூலகம் ஆகன் ஆகும். இவ்வாறே இலிதியத்திலிருந்து பின்னரும் எட்டு மூலகங்களைக் கடந்த பின்னரே இலிதியத்தின் இரசாயன இயல்புகளைக் கொண்ட மற்றொரு மூலகத்தைச் சந்திக்க முடிகின்றது. அந்த மூலகம் சோடியம் ஆகும்.

அணுவெண்களின் ஏறுவரிசைப்படி மூலகங்களை ஒழுங்குபடுத்தியதும், சமனான இடை வெளிகளில் இரசாயன இயல்புகள் ஒற்றுமையைக் காட்டும் தன்மை ஆவர்த்தன வியல்பு என அழைக்கப்படுகின்றது. மூலகங்களின் ஆவர்த்தனம் வெளிக்காட்டப்படும் வகையில் மூலகங்கள் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட அட்டவணை ஒன்றை மெண்டலேவ் தயார்படுத்தினார் அவ்வட்டவணை ஆவர்த்தன அட்டவணை என அழைக்கப்படுகின்றது.

### 5.3.1 ஆவர்த்தன அட்டவணை

மெண்டலேவ்வினால் தயாரிக்கப்பட்ட ஆவர்த்தன அட்டவணையில், நாம் தற்போது கவனம் செலுத்தவிருக்கும் பகுதி அட்டவணை 5.8 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் கிடைவரிசைகளும் நிலைக்குத்து வரிசைகளும் காணப்படுகின்றன. கிடைவரிசைகள் ஆவர்த்தனங்கள் எனவும், உரோம எழுத்துக்களில் காட்டப்பட்டுள்ள நிலைக்குத்து வரிசைகள் கூட்டங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

முதலாவதாக அமையும் I முதல் 20 வரையிலான மூலகங்களைக் கொண்டு ஆக்கப்பட்ட ஆவர்த்தன அட்டவணையில் எட்டுக் கூட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. அவற்றுள் H, Li, Na, K ஆகிய மூலகங்கள் முதலாவது கூட்டத்தைச் சேர்கின்றன. Be, Mg, Ca, ஆகிய மூலகங்கள் இரண்டாவது கூட்டத்தில் அடங்குகின்றன. இவ்வாறாக III முதல் VIII வரையிலான கூட்டங்களைச் சேர்ந்த மூலகங்களை இனங்கண்டு கொள்ளுங்கள்.

அட்டவணை 5.8 இல் தரப்பட்டுள்ள 20 மூலகங்களையும் நான்கு ஆவர்த்தனங்களாக

(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)
H	Be	B	C	N	O	F	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca						

அட்டவணை 5.8

கொண்டிருப்பீர்கள். அவ்வட்டவணையில் முதலாவது ஆவர்த்தனத்தில் இரண்டு மூலகங்கள் அடங்கியுள்ளன. அவை H உம் He உம் ஆகும். இரண்டாம், மூன்றாம் ஆவர்த்தனங்களில் எட்டு மூலகங்கள் வீதம் அடங்கியுள்ளன.

ஆவர்த்தன அட்டவணையின் வெவ்வேறு கூட்டங்களைச் சேர்ந்த மூலகங்களின் இயல்புகளுக்கிடையே யாதேனும் விசேடமான, கோலம் காணப்படுகின்றதா? உதாரணமாக, எட்டாவது கூட்டத்தைச் சேர்ந்த மூலகங்களின் இயல்புகளைப் பற்றிக் கவனம் செலுத்துவோம். He, Ne, Ar ஆகிய மூலகங்கள் எட்டாவது கூட்டத்தைச் சேர்ந்தவை. இம் மூலகங்கள் நிறமற்ற வாயுக்களாகும். இம் மூலகங்கள் வேறு மூலகங்களுடன் சேர்ந்து உறுதியான சேர்வைகளை அமைப்பதில்லை. எனவே இவை சடத்துவ வாயுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் எட்டாவது கூட்டம் சடத்துவ வாயுக்களுக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் சடத்துவ வாயுக்களின் அணுவெண்களைக் கவனித்துப் பாருங்கள் (அட்டவணை 5.9).

சடத்துவ வாயுக்கள்	He	Ne	A
அணுவெண்	2	10	18

### அட்டவணை 5.9

சடத்துவ வாயுக்களின் அணுவெண்கள் யாவும் இரட்டை எண்ணிக்கைகளாகும் என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். யாதேனுமொரு சடத்துவ மூலகத்தின் அணுவெண்ணுக்கும் அதற்கடுத்த சடத்துவ மூலகத்தின் அணுவெண்ணுக்கும் இடையிலான வித்தியாசத்தைக் கவனியுங்கள். நியோன் ஈலியம் அகியவற்றின் அணுவெண்களுக்கிடையிலான வித்தியாசம் 8 ஆகும். அவ்வாறே ஆகன், நியோன் ஆகிய மூலகங்களின் அணுவெண்களுக்கிடையிலான வித்தியாசமும் 8 ஆகும். இந்த இயல்புகளுக்கு ஏற்ப, சடத்துவ வாயுக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட கோலத்திற்கு ஏற்பவே, ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அமைந்துள்ளன என்பதை நீங்கள் புரிந்து கொள்வீர்கள்.

ஈலியம் மூலகத்திலிருந்து அணுவெண் நூறு நிரைப்படி செல்லும்போது ஈலியத்தின் இயல்புகளை ஒத்த இயல்புகளைக் கொண்ட மூலகத்தை (நியோன்) அதற்கடுத்த எட்டாவது இடத்திலேயே காணமுடிகின்றது. அதற்கடுத்ததாகச் சந்திக்கும் எட்டாவது மூலகமும் ஒரு சடத்துவ மூலகம் (ஆகன்) ஆகும். எனவே, ஈலியம் போன்ற சடத்துவ வாயுக்களின் இயல்புகளை ஒத்த சில மூலகங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட கோலத்திற்கு ஏற்ப ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அமைந்துள்ளன எனக் கூறமுடியும்.

சடத்துவ வாயுக்கள் ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு குறிப்பிட்ட கோலத்திற்கு ஏற்ப அமைந்திருப்பதோடு, அவை சில இயல்புகளில் அணுவெண்ணுக்கு ஏற்ப, ஒரு வித ஒழுங்கில் வேறுபட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறாக, யாதேனுமொரு ஒழுங்கிற்கு அல்லது கோலத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடும் இயல்புகள் ஆவர்த்தன இயல்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆவர்த்தன அட்டவணையின் ஏனைய கூட்டங்களைச் சேர்ந்த மூலகங்கள் தொடர்பாகவும் ஆவர்த்தன இயல்புகளை அறிய முயற்சி செய்யுங்கள்.

மூலகங்களின் ஆவர்த்தன இயல்புகளைக் கவனிக்கையில் நாம் நேரடியாகப் பரிசோதித்து அறியக்கூடிய சில இயல்புகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றுள் இரண்டு இயல்புகள் பின்வருமாறு :-

1. அணு ஆரை
2. அயனாக்கச் சக்தி

### அணு ஆரை

அணுவில் காணப்படும் இலத்திரன்களுக்கும் கருவில் காணப்படும் புரோத்தன்களுக்கும் இடையில் நிலைமின் கவர்ச்சி நிலவுகின்றது. இக்கவர்ச்சி கருவுக்கும் இலத்திரன்களுக்கும் இடையிலான தூரத்திற்கு ஏற்பக் கூடிக் குறைகின்றது. அணுவின் கருவுக்கும் புறச்சக்தி மட்டத்தில் அமைந்துள்ள இலத்திரன்களுக்கும் இடையிலான தூர அளவு அணு ஆரை எனப்படுகின்றது. அணு ஆரை நனோ மீற்றர் (nm) எனும் அலகினால் அளக்கப்படுகின்றது.

மூலகம்	அணு ஆரை (நனோமீற்றர் அலகுகளில்)	மூலகம்	அணு ஆரை (நனோமீற்றர் அலகுகளில்)
H	.037	Na	.154
He	.093	Mg	.136
Li	.123	Al	.118
Be	.090	Si	.111
B	.082	P	.106
C	.077	S	.102
N	.075	Cl	.099
O	.073	Ar	.098
F	.072	K	.203
Ne	.071	Ca	.174

அட்டவணை 5.10

மூலகங்களின் அணு ஆரைகளுக்கிடையே யாதேனும் ஆவர்த்தன இயல்புகள் காணப் படுகின்றனவா எனக் கவனியுங்கள். 1 முதல் 20 வரையிலான அணுவெண்களைக்

கொண்ட மூலகங்கள் அவற்றின் அணு ஆரைக்கு ஏற்ப ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட ஆவர்த்தன அட்டவணை, 5.11 ஆம் அட்ட வணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

(i)							(viii)
0.037 H	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	0.093 He
0.123 Li	0.090 Be	0.082 B	0.077 C	0.075 N	0.073 O	0.072 F	0.112 Ne
0.154 Na	0.136 Mg	0.118 Al	0.111 Si	0.106 P	0.102 S	0.099 Cl	0.151 Ar
0.203 K	0.174 Ca						

அட்டவணை 5.11

ஒரு கூட்டத்தின் வழியே மேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும்போது மூலகங்களின் அணு ஆரை அதிகரித்துச் செல்கின்றது என்பதை 5.11 ஆம் அட்டவணையைப் பரிசீலனை செய்வதன் மூலம் அறிய முடிகின்றது. ஒரு ஆவர்த்தனத்தில் இடப் பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கமாகச் செல்லும் போது அணு ஆரை வேறுபடும் கோல மொன்றினை இனங்காண முடிகின்றதா? ஒரு ஆவர்த்தனத்தினூடாக, முதலாவது கூட்டத்திலிருந்து ஏழாவது கூட்டம் வரையிலான மூலகங்களின் அணு ஆரை குறைந்து செல்லும் கோலமொன்றினைக் காண முடிகின்றது. அணு ஆரையும் ஆவர்த்தன இயல்பைக் காட்டுகின்றது என்பது அதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

### அயனாக்கச் சக்தி

அணுவின் கருவைச் சுற்றிக் காணப்படும் இலத்திரன்களுக்கும் அதன் கருவில் அமைந்துள்ள புரோத்தன்களுக்கும் இடையில் கவர்ச்சி விசை காணப்படுகின்றது என்பதை நீங்கள் கற்றுள்ளீர்கள். எனவே, ஒரு அணுவிலிருந்து இலத்திரன்களை அகற்ற

வேண்டுமெனின் அக்கவர்ச்சி விசையை மீறவேண்டி ஏற்படுகின்றது. இதற்காக சக்தி வழங்கப்பட வேண்டும். அணுவிலிருந்து ஒரு இலத்திரனை அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தி அயனாக்கச் சக்தி என அழைக்கப்படுகின்றது. அணுவின் புறச்சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரனை முதன் முதலாக அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தி முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி என அழைக்கப்படுகின்றது.

1 முதல் 20 வரையிலான அணுவெண்களைக் கொண்ட மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்கச் சக்திகள் 5.12 ஆம் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 5.12 ஐப் பயன்படுத்தி இம் மூலகங்களின் ஆவர்த்தன இயல்புகளைக் காண்க. இதற்காக ஆவர்த்தன அட்டவணை 5.13 ஐப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வட்டவணையில் மூலகங்கள் முதலாம் அயனாக்கச் சக்தியின்படி ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

அவற்றுள் மிகக் குறைந்த முதலாம் அயனாக்கச் சக்தியைக் கொண்ட மூலகம் யாது? அது முதலாவது கூட்டத்தில் காணப்

மூலகம்	முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி $\text{Kjmol}^{-1}$	மூலகம்	முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி $\text{Kjmol}^{-1}$
H	1310	Na	495
He	2372	Mg	738
Li	519	Al	577
Be	879	Si	789
B	799	P	1018
C	1085	S	1000
N	1405	Cl	1255
O	1314	Ar	1521
F	1682	K	418
Ne	2080	Ca	590

அட்டவணை 5.12

(i)		(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)
1310 H								2372 He
519 Li	897 Be	799 B	1085 C	1406 N	1314 O	1682 F	2080 Ne	
495 Na	738 Mg	577 Al	786 Si	1018 P	1000 S	1255 Cl	1521 Ar	
418 K	590 Ca							

### அட்டவணை 5.13

படும் பொற்றாசியமாகும் என்பதை நீங்கள் புரிந்து கொண்டிருப்பீர்கள். மிக உயர்ந்த அயனாக்கச் சக்தியைக் கொண்ட மூலகம் எது? எட்டாவது கூட்டத்தில் அமைந்துள்ள ஈலியம் எனப்படும் மூலகமே அதுவாகும். ஈலியம் மூலகம் அடங்கியுள்ள கூட்டத்தில் மேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும்போது அயனாக்கச் சக்தி வேறுபடும் கோலமொன்றினைக் காண முடிகின்றதா? எட்டாவது கூட்டத்தில் மேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும் போது, அயனாக்கச் சக்தி இறங்கு வரிசையில் செல்லும் கோலமொன்றிற்கு ஏற்ப, மூலகங்கள் அமைந்துள்ளமை 5.13 ஆம் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ள தரவுகளுக்கு ஏற்ப தென்படுகின்றது. ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும் மேலிருந்து கீழ் நோக்கி அமைந்துள்ள மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி எக்கோலத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது எனக் கவனித்துப் பாருங்கள்.

எல்லாக் கூட்டங்களிலும் மேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும்போது அயனாக்கச் சக்தி குறைந்து செல்வதைக் காணமுடிகின்றது.

ஓர் ஆவர்த்தனத்தின் ஊடாக, இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும்போது, மூலகங்களின் அயனாக்கச் சக்தி எக்கோலத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது எனக் கவனியுங்கள்.

ஒன்னொரு ஆவர்த்தனத்திலும் எட்டாம் கூட்டத்தைச் சேர்ந்த மூலகங்களே உச்ச அயனாக்கச் சக்தியைக் காட்டுகின்றன என்பது தென்படுகின்றது. உதாரணமாக இரண்டாவது ஆவர்த்தனத்தின் உச்ச முதலாம் அயனாக்கச் சக்தியைக் காட்டும் மூலகம் நியோன் ஆகும். இது எட்டாவது கூட்டத்தைச் சேர்ந்த ஒரு மூலகமாகும்.

1 முதல் 20 வரையிலான அணுவெண்களைக் கொண்ட மூலகங்களின் ஆவர்த்தன இயல்புகள், அணு ஆரைக்கு ஏற்பவும், முதலாம் அயனாக்கச் சக்திக்கு ஏற்பவும் வேறுபடுகின்ற விதத்தை இதுவரையில் நாம் கவனித்தோம். ஆவர்த்தன அட்டவணை யினால் காட்டப்படும் கோலங்களுக்கு ஏற்ப, சில மூலகங்களின் இயல்புகள் பற்றியும் அவற்றின் சேர்வைகள் சிலவற்றின் இயல்புகள் பற்றியும் 11 ஆம் ஆண்டில் நீங்கள் கற்றுக்கொள்வீர்கள்.

## பொழிப்பு

சாதாரண வெப்பநிலையில், மூலகங்கள் நிலவும் நிலைக்கு ஏற்ப, அவற்றைத் திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்கள் என மூன்று வகையான மூலகங்களாக வகுக்கலாம்.

மினுமினுப்பு, ரீங்கார ஒலி, வளையக்கூடியதும் நுசியக்கூடியதுமான தன்மை, வெப்பம் கடத்தும் திறன், மின் கடத்தும் திறன் போன்ற சில பெளதிக இயல்புகளின் அடிப்படையில், மூலகங்களை உலோகங்கள் அல்லலோகங்கள் என இரண்டு வகையாக வகுக்கலாம்.

சில மூலகங்களின் சில இயல்புகள் உலோக இயல்புகளை ஒத்தவையாயும் மற்றும் சில

இயல்புகள் அல்லலோக இயல்புகளை ஒத்தவையாயும் காணப்படுகின்றன.

அணுவெண் ஏறுவரிசைப்படி மூலகங்களை ஒழுங்குபடுத்தியதும் சமனான இயல்புகளைக் கொண்ட மூலகங்களைச் சமனான இடை வெளிகளில் மீண்டும் மீண்டும் சந்திக்க முடிகின்றது. இது ஆவர்த்தன இயல்பாகும். மூலகங்களின் இயல்புகள் எழுந்தமானமாக வேறுபடாது ஒரு குறிக்கப்பட்ட கோலத்திற்கமையவே வேறுபடுகின்றது என்பது ஆவர்த்தன அட்டவணை மூலம் தெளிவாகின்றது.

மூலக அணுக்களின் அயனாக்கச் சக்தியும் அணுவாரையும் ஆவர்த்தன இயல்பைக் காட்டுகின்றன.

## அத்தியாயம் 6

### வெப்பம்

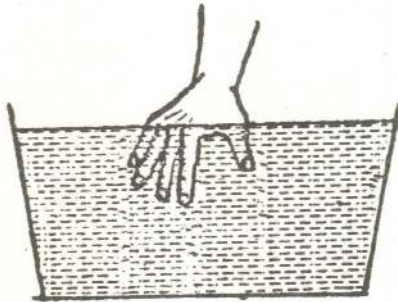
#### 6.1 வெப்பமும் வெப்பநிலையும்

“வெதுவெதுப்பு”, “குளிர்” ஆகிய சொற்களின் பொருள் எமது தொடுகை உணர்ச்சி அங்கங்களில் உணரப்படும் புலனுணர்வுகளிலேயே தங்கியுள்ளது. மிகச் சூடான, சூடான, வெதுவெதுப்பான, குளிர்ந்த, பனிக்கட்டி போல் மிகக் குளிர்ச் சியான போன்ற சொற்களைச் சூட்டின் அளவை அல்லது மட்டத்தைக் குறிப்பிடுவதற்காக நாம் அன்றாட வாழ்வில் பயன்படுத்துகின்றோம். தீக்குவியலுக்கு அருகில் உங்கள் கைகளைக் கொண்டு செல்லும் போது பெறப்படும் புலனுணர்வும் பனிக்கட்டியைப் பிடிக்கும்போது பெறப்படும் புலனுணர்வும் ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டது. தொடுகை உணர்வைப் பயன்படுத்திச் சூட்டின் மட்டங்களை ஒப்பிடுதல் நம்பகரமானதா இல்லையா என்பதைப் பின்வரும் பரிசோதனை மூலம் விளங்கிக்கொள்ள முடியும்.

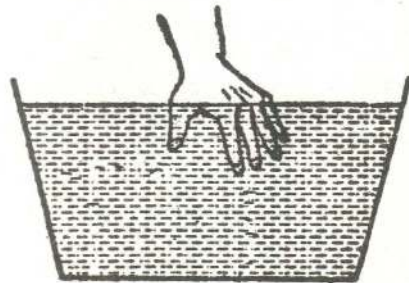
பரிசோதனை 1

#### பரிசோதனை 1

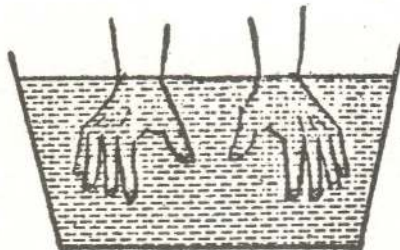
மூன்று பாத்திரங்களை பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். அவற்றுள் ஒன்றினுள் வெந்நீரையும், இன்னொன்றினுள் தண்ணீரையும், மற்றையதினுள் குளிர்நீரையும் இடுங்கள். பின்னர், உங்கள் வலது கையை வெந்நீரினுள்ளும், இடதுகையைக் குளிர்நீரினுள்ளும், இட்டுச் சிறிது நேரம் வரை வைத்திருங்கள். பின்னர், இரண்டு கைகளையும் ஒரேயடியாக வெளியே எடுத்துத் தண்ணீரினுள் அமிழ்த்துங்கள். தண்ணீரின் சூடு உங்கள் கைகளால் எவ்வாறு உணரப்படுகின்றது? சமமட்டத்தில் நிலவும் தண்ணீரின் சூடு உங்களது இரு கைகளாலும் இரண்டு



வெந்நீர்



குளிர் நீர்



தண்ணீர்  
படம் 6. 1



விதமாக உணரப்படுவதை அவதானிக்க முடிகின்றதல்லவா? இதற்கேற்ப, காய்ச்சல் நோயாளியொருவரின் நெற்றியின் மீது கைகளை வைத்துச் சூட்டின் அளவைத் தீர்மானித்தலானது எந்த அளவுக்கு நம்பகரமானது என்பது உங்களுக்கு இப்போது புரிந்திருக்கும்.

யாதேனுமொரு பொருளினது அல்லது இடத்தினது சூட்டின் அளவு 'வெப்பநிலை' என அழைக்கப்படுகின்றது. சிறிய வெப்பநிலை வேறுபாட்டினை அல்லது உயர்வெப்பநிலையை உணர்ச்சி மூலம் சரியாகத் தீர்மானிப்பது கடினம். விஞ்ஞான நடவடிக்கைகளின்போது வெப்பநிலையைத் திருத்தமாக அளக்கவேண்டியது அவசியம். எனவே, தயார்படுத்திக் கொண்ட ஒரு அளவுத்திட்டத்திற்கு ஏற்ப வெப்பநிலையை எண்ணளவில் குறிப்பிட வேண்டியது அவசியமாகின்றது. அவ்வாறானதொரு வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம் 'செல்சியஸ்' வெப்பநிலை அளவுத்திட்டமாகும். வெப்பநிலையை அளப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் வெப்பமானி என அழைக்கப்படுகின்றது. வெப்பமானியை ஆக்குதல், அதனைப் படிவகுக்கை செய்தல், என்பனபற்றி நீங்கள் 8 ஆம் ஆண்டில் கற்றிருப்பீர்கள்.

வெப்பம், சூரியனிலிருந்து எமக்குக் கிடைக்கும் சக்தி வடிவங்களுள் ஒன்றாகும். பொருள்களுக்கு வெப்பத்தை வழங்கியதும் அவற்றின் வெப்பநிலை உயர்கின்றது என்பதை அன்றாட அனுபவங்கள் மூலம் நாம் அறிந்துள்ளோம். நீரைக்கொண்ட பாத்திரமொன்றினைத் தீச்சவாலையொன்றினால் வெப்பமேற்றும்போது நீரின் வெப்பநிலை படிப்படியாக உயர்கின்றது என்பதை, அந்நீருக்குள் விரலை விட்டு அவதானிப்பதன் மூலம் அறிந்து கொள்ளமுடியும். நீரின் வெப்பநிலை உயர வேண்டுமெனின் தீச்சவாலையிலிருந்து நீருக்கு யாதேனுமொன்று இடம் மாறி இருத்தல் வேண்டும். இதனை நாம் வெப்பம் என அழைக்கின்றோம். எனவே, ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்தவேண்டுமெனின் அதற்கு வெப்பச்சக்தியை வழங்குதல் வேண்டும் என நாம் முடிவு செய்யலாம். எனினும், பொருள்களுக்கு வெப்பமேற்றுகையில் அப்பொருள்களின் வெப்பநிலை அதிகரிக்காத சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளன. அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்கள் பற்றிப் பின்னர் நீங்கள் கற்றுக் கொள்வீர்கள்.

ஒளியில்லாத இடம் இருள்மயமாக இருக்கும். இதனை அறிந்து வைத்துள்ளீர்கள். அவ்வாறே, யாதேனுமொரு பொருளுக்கு வெப்பம் இருப்பின் அது சூடானது எய்யப்படும். வெப்பம் இல்லாவிடில் அது குளிரானது எனப்படும்.

யாதேனுமொரு பொருளின் வெப்பநிலை அதிகரித்தலானது, அப்பொருளுக்குக் கிடைக்கும் வெப்பத்தின் அளவில் தங்கியுள்ளது. எனினும், வெப்பமும் வெப்பநிலையும் ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டன என்பதைக் கீழே தரப்பட்டுள்ள பரிசோதனையின் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக் கொள்ளமுடியும்.

## பரிசோதனை 2

சம அளவான இரண்டு பாத்திரங்களை (முகவைகளைப்) பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். அவற்றுள் ஒரு பாத்திரத்தின் ஏறத்தாழ 1/3 பாகத்தை நீரால் நிரப்புங்கள். மற்றைய பாத்திரத்தின் ஏறத்தாழ 2/3 பாகத்தை நீரால் நிரப்புங்கள். சீரான சவாலையைக் கொண்ட பன்சன் சுடரடுப்பினால் அல்லது மதுசார விளக்கினால் ஒவ்வொரு பாத்திரத்தையும் வெப்பமேற்றுங்கள். நீரின் வெப்பநிலை 10 பாகையினால் அல்லது 20 பாகையினால் அதிகரிப்பதற்குச் செலவாகும் நேரத்தை அளந்துகொள்ளுங்கள். அதிகளவு நீரைக் கொண்ட பாத்திரத்திலடங்கியிருந்த நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதற்குச் செலவாகிய நேரம் குறைந்தளவு நீரைக் கொண்ட பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதற்குச் செலவாகிய நேரத்தை விடக் கூடியது என்பதை நீங்கள் இதிலிருந்து அவதானிக்க முடிகின்றது.

சுடரடுப்பு சீராக வெப்பத்தை வழங்குகின்றது எனக் கொண்டால், நீரின் வெப்பநிலை 60 பாகையினால் அதிகரிப்பதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவானது வெப்பம் வழங்கப்பட்ட நேரத்துக்கு விகித சமனானது எனக் கூறமுடியும். அதற்கேற்ப, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரைக் கொதிக்க வைப்பதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவானது அதனைவிடக் கூடிய அளவு நீரைக் கொதிக்க வைப்பதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவை விடக் குறைவானது. வேறொர் விதத்தில் குறிப்பிட்டால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை வரை வெப்பமேற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு, பொருளின் அளவுக்கு

ஏற்ப வேறுபடுகின்றது என்பதாகும். பெரிய திக்குவியலொன்றிலுள்ள சிறிய தண்ணற்றுண்டொன்றினைத் திக்குவியலுக்கு வெளியே இழுத்து வைத்தால், பெரிய தண்ணற்றுண்டை விட சிறிய தண்ணற்றுண்டு விரைவில் அணைந்து விடுகின்றது. சிறிய தண்ணற்றுண்டில் குறைந்த அளவு வெப்பமும் பெரிய தண்ணற்றுண்டில் கூடிய அளவு வெப்பமும் அடங்கியிருப்பதே இதற்கான காரணமாகும்.

### 6.1.1 வெப்பம் பாய்ந்து செல்கின்றதா?

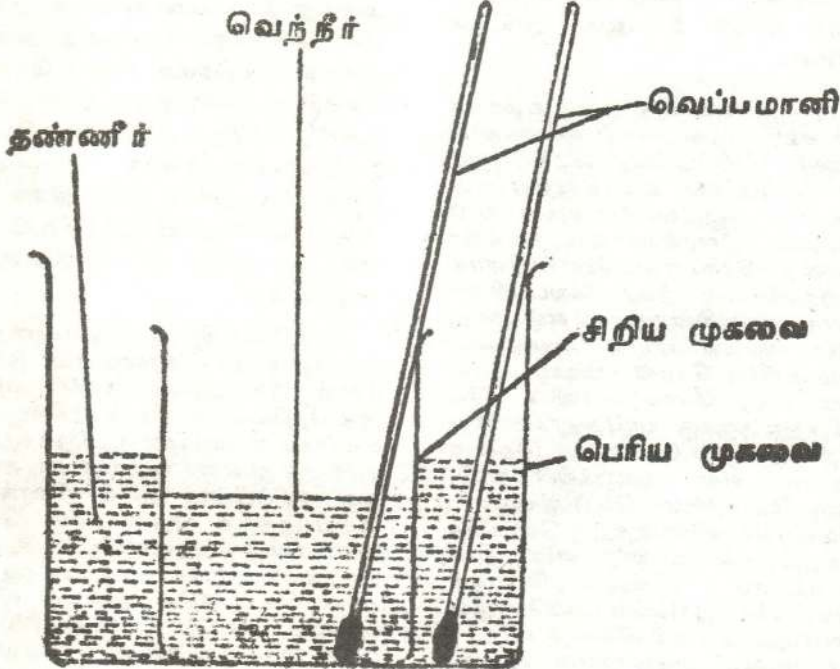
வேறுபட்ட வெப்பநிலைகளைக் கொண்ட இரண்டு பொருள்களை ஒன்றுடனொன்று தொடுகையுறும்படி வைத்தால் யாது நடைபெறும்? இதை அறிவதற்காகப் பரிசோதனை ஒன்றை நடத்துவோம்.

#### பரிசோதனை 3

பெரிய முகவை ஒன்றினுள் சிறிதளவு தண்ணீரை விட்டு, வெப்பமானியொன்றின் மூலம் நீரின் வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள். முன்னையதைவிடச் சிறிய

தோரு முகவையுள் கொதிக்கும் நீரை இட்டு அதன் வெப்பநிலையையும் அளந்து கொள்ளுங்கள். பின்னர் வெந்நீரைக் கொண்ட சிறிய முகவையைத் தண்ணீரைக்கொண்ட பெரிய முகவையுள் வையுங்கள். சில நிமிடங்களின் பின்னர், பெரிய முகவையினுள் உள்ள நீரின் வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள்.

அதன் வெப்பநிலை ஆரம்பத்திலிருந்து வெப்பநிலையைவிட அதிகரித்துள்ளதை நீங்கள் அவதானிக்க முடியும். மேலும், சிறிய முகவையினுள் உள்ள நீரின் வெப்பநிலை, குறைந்துள்ளதையும் நீங்கள் அவதானிக்க முடியும். எனவே, வெந்நீரிலிருந்து தண்ணீருக்கு வெப்பம் பாய்ந்துள்ளது என நாம் கருதலாம். வெந்நீரின் வெப்பநிலைபடிப்படியாகக் குறையும்போது தண்ணீரின் வெப்பநிலை படிப்படியாக உயர்கின்றது என்பதை இடைக்கிடை வெப்பநிலையை அளப்பதன் மூலம் நாம் அறிய முடியும். இறுதியில் பெரிய பாத்திரத்தினுள் உள்ள நீரின் வெப்பநிலையும், சிறிய பாத்திரத்தினுள் உள்ள நீரின் வெப்பநிலையும் ஒரே பெறுமானத்தை அடையும்.



படம் 6.2

நீர் தொடர்பாக மட்டுமன்றி வேறுபட்ட வெப்பநிலைகளில் நிலவும் ஏதேனும்பிரண்டு பொருள்களுக்கும் இது உண்மையாகின்றது. உயர்மட்டத்திலிருந்து கீழ்மட்டத்தினை நோக்கி நீர் பாய்ந்துசெல்வதைப் போன்றே சக்தியும் எப்போதுமே உயர் வெப்பநிலையைக் கொண்ட இடத்திலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையைக் கொண்ட இடத்தை நோக்கிப் பாய்கின்றது. வெப்பம் ஓர் இடத்திலிருந்து வேறொர் இடத்திற்குப் பயணம் செய்தல் வெப்ப இடமாற்றம் எனப்படுகின்றது.

## 6.2 பொருள்களின் வெப்பக் கொள்ளளவு

ஒரே பொருளின், வேறுபட்ட திணிவுகளுக்குச் சம அளவான வெப்பத்தை வழங்கியதும் அவ்வத் திணிவுகளில் ஏற்படும் வெப்பநிலை உயர்வு சமனாக இருப்பதில்லை. நீரை உதாரணமாகக் கொண்டு ஒரு பரிசோதனையை நடத்துவதன் மூலம் இதனைத் தெளிவாக அறிய முடியும். வெவ்வேறு பொருள்களின் சமதிணிவுகளுக்குச் சம அளவான வெப்பத்தை வழங்கியதும் யாது நடைபெறும் என்பதை இப்போது நாம் அறிந்து கொள்ள முயற்சிப்போம்.

### பரிசோதனை 4

சம அளவான மூன்று வெறும் முகவைகளைப் பெற்று அவற்றின் நிறைகளை நிறுத்து அறிந்து கொள்ளுங்கள். தனித்தனியே ஒவ்வொரு முகவையிலும் முறையே 100ml, 200ml, 300ml நீர் வீதம் இட்டு மீண்டும் அவற்றின் நிறையை அறிந்து கொள்ளுங்கள். இரண்டாவது முகவையினுள் உள்ள நீரின் திணிவு முதலாவது முகவையில் உள்ள நீரின் திணிவை விட இருமடங்கானது என்பதையும், மூன்றாவது முகவையில் உள்ள நீரின் திணிவு முதலாவதைவிட மூன்று மடங்கானது என்பதையும் காண்பீர்கள். அப்பாத்திரங்களில் அடங்கியுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள். பின்னர், ஒரு பன்சன் சுடரடுப்பைப் பயன்படுத்தி, ஒவ்வொரு முகவையையும் 5 நிமிட நேரம் வரை சூடாக்கி, அவற்றின் இறுதி வெப்பநிலைகளை அறிந்து கொள்ளுங்கள். உங்களுக்குக் கிடைத்த வாசிப்புகளை அட்டவணை 6.1 இல் குறித்

துக் கொள்ளுங்கள். சுடரடுப்பு சீரான வீதத்துக் வெப்பத்தை வழங்குவதாகக் கருதினால் 8 நிமிட நேரத்துள் அச்சுடரடுப்பினால் வழங்கப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு அவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் சமனானது எனக் கூறுமுடியும்.

நீரின் திணிவு	ஆரம்ப வெப்ப நிலை	இறுதி வெப்ப நிலை	வெப்ப நிலை உயர்வு
100g			
200g			
300g			

அட்டவணை 6.1

மேற்படி பரிசோதனையின் மூலம் பெற்ற பெறுபேறுகளை ஒப்பிட்டுப் பாருங்கள். 100ml நீரின் வெப்பநிலை 200 ml நீரின் வெப்ப நிலையின் இரு மடங்காகும் என்பதையும் 300 ml நீரின் வெப்பநிலையின் மூன்று மடங்காகும் என்பதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள். ஒரே பொருளின் வெவ்வேறு திணிவுகளுக்கும், வெவ்வேறு பொருள்களின் சமனான திணிவுகளுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப அளவை வழங்குவதால் வெப்பநிலையேற்றம் சமமாக நிகழ்வதில்லை என்பதை நாம் அறிவோம். அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களினாலான பாத்திரங்களைப் பயன்படுத்துவதால் வெப்ப மேற்றுவதற்காகச் செலவாகும் எரிபொருளின் அளவைக் கிறைத்துக் கொள்ளமுடியும். இதன் பயனாக, வெப்பத்தைப் பிறப்பிப்பதற்காக விரயமாகும் செலவின் அளவும் குறைகின்றது. வெப்பம் ஒரு சக்திவடிவமாகும். எனவே சக்தியின் அளவை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் யூல் எனும் அலகே வெப்பத்தை அளக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

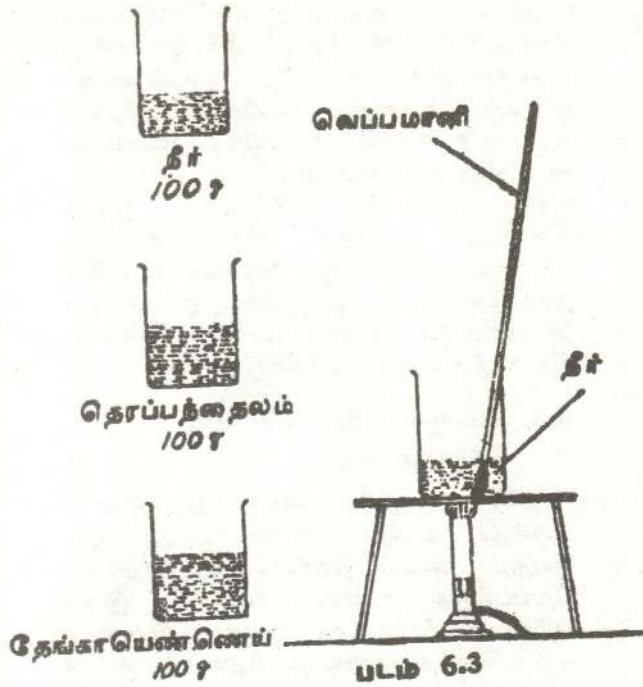
ஒரு பதார்த்தத்தின் வெப்பநிலையை 1°C னால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு (யூல்கள்) அப்பதார்த்தத்தின் வெப்பக் கொள்ளளவு என அழைக்க

கப்படுகின்றது. வெப்பக்கொள்ளளவின் அலகு செல்சியஸ் பாகைக்கு யூல் ( $J/^\circ C$ ) ஆகும். வெவ்வேறு பொருள்களின் சமதிணிவுகளுக்குச் சமனான அளவு வெப்பத்தை வழங்கியதும் யாது நடைபெறும் எனக் கவனிப்போம்.

### பரிசோதனை 5

சமனான அளவுடைய மூன்று முகவைகளைப் பெற்று அவற்றை நிறுத்துக்கொள்ளுங்கள். ஒரு முகவையினுள் 100g நீரையும் இரண்டாம் முகவையினுள் 100g தேங்காயெண்ணெயையும் மூன்றாவது முகவையினுள் 100g தெரப்பந்தைலத்தையும் இட்டு நிறுத்துக்கொள்ளுங்கள். அவற்றின் ஆரம்ப வெப்ப நிலைகளையும் அறிந்து கொள்ளுங்கள். சீராக எரியும் ஒரு பன்சன் சுடரடுப்பினால் மூன்று முகவைகளையும் தனித்தனியே குறிப்பிட்ட நேரம் வரை (5 நிமிடம்) குடாக்குங்கள். ஒவ்வொன்றினதும் இறுதி வெப்பநிலைகளை அறிந்து கொள்ளுங்கள். கிடைக்கும் பெறுபேறுகளை அட்டவணை 6.1 இல் குறித்துக் கொள்ளுங்கள்.

சுடரடுப்பு சீராக வெப்பத்தை வழங்குகின்றதெனக் கருதினால் ஒவ்வொரு பதார்த்தத்திற்கும் 5 நிமிட நேரத்துள் வழங்கப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு சமனானது எனக் கூறலாம். எனினும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் வெப்பநிலை உயர்வு சமனானதல்ல என்பதை நீங்கள் அவதானித்திருப்பீர்கள். உதாரணமாக, நீரின் வெப்பநிலை உயர்வு, தேங்காயெண்ணெயின் வெப்பநிலை உயர்வைவிடக் குறைவானது. இதற்கேற்ப பதார்த்தங்களின் சமதிணிவுகளுக்குச் சம அளவு வெப்பத்தை வழங்கியதும் ஏற்படும் வெப்பநிலை உயர்வு சமனானதல்ல. வேறு விதமாகக் கூறினால் வெவ்வேறு பொருள்களின் சமதிணிவுகளின் வெப்பக் கொள்ளளவு ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டதாகும்.



### 6.3 தன்வெப்பக் கொள்ளளவு

வெவ்வேறு பொருள்களை ஒரே வெப்பநிலை வரை வெப்பமேற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு அவ்வப்பொருள்களுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. எனவே அந்த இயல்பை அவ்வப்பொருள்களுக்கே உரிய இயல்பாகும் எனக் கருத முடியும். வெவ்வேறு பொருள்களின் வெப்பக் கொள்ளளவை ஒப்பிடும் போது பொருளின் அலகுத்திணிவு கருத்திற்கொள்ளப்படுகின்றது. சர்வதேச அளவை முறைக்கு ஏற்ப, 1 கிலோ கிராம் திணிவு கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றது. யாதேனுமொரு பொருளின் ஒரு கிலோ கிராம் திணிவின் வெப்பநிலையை  $1^\circ C$  (ஒரு பாகை) (செல்சியஸ்) இனாலு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம்

பொருள் 100g	ஆரம்ப வெப்பநிலை	இறுதி வெப்பநிலை	வெப்ப உயர்வு
i நீர்			
ii தேங்காயெண்ணெய்			
iii தெரப்பந்தைலம்			

அட்டவணை 6.2

அப்பொருளின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு என அழைக்கப்படுகின்றது. தன்வெப்பக் கொள்ளளவின் அலகு  $J/kg^{\circ}C$  ஆகும்.

உதாரணமாக 1kg நீரின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}C$  யினால் உயர்த்துவதற்கு 4200 யூல் வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது அதாவது நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு  $4200 J/kg^{\circ}C$  ஆகும். தேங்காயெண்ணெயின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு அதனை விடக் குறைவானது. எனவே 1 கிலோ கிராம் நீருக்கும் 1 கிலோ கிராம் தேங்காயெண்ணெய்க்கும் சம அளவு வெப்பத்தை வழங்கினால் நீரின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் உயர்வைவிட தேங்காயெண்ணெயின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் உயர்வு கூடுதலானதாகும். சில பதார்த்தங்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவுகள் அட்டவணை 6.3 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

பதார்த்தத்தின் mkg யின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}C$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு = msθJ

எனவே, தன்வெப்பக் கொள்ளளவு s ஐக் கொண்ட ஒரு பதார்த்தத்தின் mkg க்குச் சமனான திணிவின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}C$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு = msθJ

உணவு சமைப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் அலுமினியப் பாத்திரம், மட்பாத்திரத்தைவிட விரைவாகச் சூடாகின்றது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இதற்கான காரணம், அலுமினியத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு, மட்பாத்திரத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவை விட மிகக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றமையாகும். எனவே உணவு

பதார்த்தம் த. வெ. கொ $J/kg^{\circ}C$	பதார்த்தம் த. வெ. கொ. $J/kg^{\circ}C$
அலுமினியம்	900
பித்தளை	380
செம்பு	400
சுண்ணாம்பு	670
(பொதுவான)	
பனிக்கட்டி	2100
இரும்பு	460
	ஈயம்
	130
	இரசம்
	140
	மதுசாரம்
	2400
	கடல்நீர்
	3900
	நீர்
	4200
	நாகம்
	380

அட்டவணை 6.3

நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு, ஏனைய பல பொருள்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவை விடக் கூடுதலானது என்பது இதிலிருந்து தெரிகின்றது. எனவே நீர் ஏனைய பெரும்பாலான பொருட்களைவிட மந்தமாகவே சூடாகின்றது.

யாதேனும் ஒரு பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு s ஆயின் பதார்த்தத்தின் 1kg யின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}C$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு = msJ

பதார்த்தத்தின் mkgயின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}C$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு = msθJ

சமைக்கையில், அலுமினியப் பாத்திரத்தைச் சூடாக்குவதற்குச் செலவாகும் வெப்பத்தின் அளவு, மட்பாத்திரத்தைச் சூடாக்குவதற்குச் செலவாகும் வெப்பத்தின் அளவை விட மிகக் குறைவானதாகும். எனவே, உணவு சமைப்பதற்காக அலுமினியப் பாத்திரங்களைப் பயன்படுத்துவதால், வெப்பச் சக்தியைக் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்த முடிகின்றது.

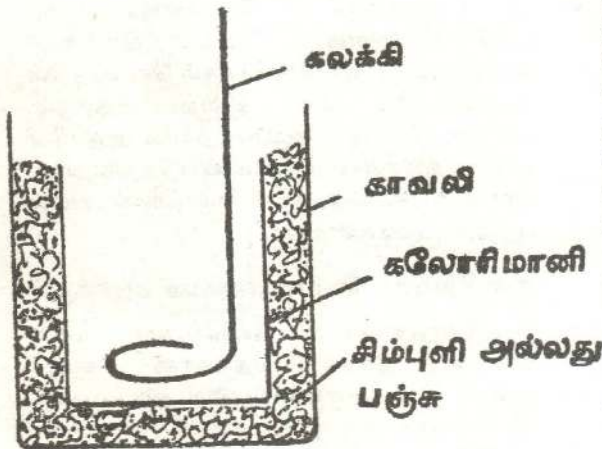
**தன்வெப்பக் கொள்ளளவை அளத்தல்**

பதார்த்தங்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவைத் தீர்மானிப்பதற்காக, கலக்கி முறை என அழைக்கப்படும் ஒரு முறை, பாடசாலை ஆய்வு கூடங்களில் கையாணப்படுகின்றது. இதற்காக கலோரிமான் என அழைக்கப்படும் ஒரு உபகரணம் பயன்படுத்த

தப்படுகின்றது. கலோரிமானி என்பது, உருளை வடிவான ஒரு செப்புப் பாத்திரமாகும். அதிலிருந்து வெப்பம் இழக்கப்படுவதை இழிவளவாக்குவதற்காக, பஞ்சு அல்லது அது போன்ற காவலிப் பதார்த்தம் பூசப்பட்ட பெரிய பாத்திரமொன்றினுள் அது இடப்பட்டுள்ளது (படம் 6.4). கலோரிமானியினுள் இடப்படும் திரவத்தின் வெப்பநிலையை சீராக்குவதற்காக, அத்திரவத்தைக் கலக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தக்கூடிய, கலக்கி ஒன்றும் கலோரிமானியுள் உள்ளது. கலோரிமானியைப் பயன்படுத்தி, அது ஆக்கப்பட்டுள்ள பதார்த்தத்தின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவைத் துணியும் விதத்தைக் கவனிப்போம்.

### பரிசோதனை 6

முதலில் கலோரிமானியையும் கலக்கியையும் நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்பு கலோரிமானியின்  $1/3$  பாகம் நிரம்பும் வரை நீரை ஊற்றி, டிண்டும் நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் வெப்பமானியைப் பயன்படுத்தி, நீரின் வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள். முகவையொன்றினுள் சிறிதளவு நீரை இட்டுச் சூடாக்கிக் கொள்ளுங்கள். அதன் வெப்பநிலை எறத்தாழ  $80^{\circ}\text{C}$  ஐ அடையும் போது நீரை நன்கு கலக்கி அந்நீரின் வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள். பின்னர் கலோரிமானியை, பெரிய செப்புப் பாத்திரத்தினுள் இட்டு, கலோரிமானியின்  $2/3$  பாகம் நிரம்பும் வரை வெந்நீரை விரைவாக



படம் 6.4

இடுங்கள். பின்னர் நீரை மீண்டும் கலக்கிக் கலவையின் இறுதி வெப்பநிலையை விரைவாக அளந்து கொள்ளுங்கள். சேர்க்கப்பட்ட நீரின் திணிவை அறிவதற்காக, கலோரிமானியையும், அதில் அடங்கியுள்ள வற்றையும் மீண்டும் நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள்.

பரிசோதனையின் மூலம் கிடைக்கும் பெறுபேறுகளைப் பின்வருவது போன்று குறித்துக் கொள்ளுங்கள்.

வெறும் கலோரிமானியினதும் கலக்கியினதும் திணிவு	= 200.0g
கலோரிமானி, கலக்கி, குளிர்நீர் ஆகியவற்றின் திணிவு	= 400.0g
கலோரிமானியினதும் குளிர்நீரின் திணிவு	= 250.0g
வெந்நீரின் வெப்பநிலை	= $70^{\circ}\text{C}$
வெந்நீர் சேர்க்கப்பட்ட பின்னர் கலவையின் வெப்பநிலை	= $39^{\circ}\text{C}$
கலோரிமானி, கலக்கி, நீர் ஆகியவற்றைக் கொண்ட கலவையின் நிறை	= 500.0g

### பெறுபேறுகளைக் கணித்தல்

ஆரம்பத்தில் கலோரிமானியும் குளிர்நீரும் தாழ் வெப்பநிலையில் காணப்பட்டன. வெந்நீர் உயர் வெப்பநிலையில் காணப்பட்டது. வெந்நீரையும் குளிர்நீரையும் கலந்ததும், வெந்நீரில் இருந்து வெப்பம் இழக்கப்பட்டதனால் அதன் வெப்பநிலை குறைவடைந்தது. வெந்நீரில் இருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் கலோரிமானிக்கும் குளிர்நீருக்கும் கிடைத்தமையால் அவற்றின் வெப்பநிலை அதிகரித்தது.

முழுத் தொகுதியும், இறுதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை ( $39^{\circ}\text{C}$ ) அடையும் வரை இந்த வெப்பப் பரிமாற்றம் நடைபெற்றது.

கலோரிமானியில் அடங்கியிருந்த குளிர்நீரின் திணிவு	= $(400.0 - 200.0)\text{g}$
	= 200.0 g
	= 0.2 kg
கலோரிமானியில் இடப்பட்ட வெந்நீரின் திணிவு	= $(500.0 - 400.0)\text{g}$
	= 100.0 g
	= 0.1 kg

கலோரிமாணி அமைக்கப்பட்டுள்ள பதார்த் தமாகிய செம்பின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு 3 எனக் கொண்டால்,

வெந்நீரில் இருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = நீரின் திணிவு  $\times$  நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு  $\times$  வெப்பநிலை உயர்வு

$$= 0.1 \times 4200 \times (70^\circ - 39^\circ) J$$

கலோரிமாணிக்குக் கிடைத்த வெப்பம் = கலோரிமாணி ன் திணிவு  $\times$  செம்பின் தன்பீவப்பக் கொள்ளளவு  $\times$  வெப்ப நிலையுயர்வு

$$= 0.2 \times s \times (39^\circ - 25^\circ) J$$

குளிர்நீருக்குக் கிடைத்த வெப்பம் — நீரின் திணிவு  $\times$  நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு  $\times$  வெப்பநிலை உயர்வு

$$= 0.2 \times 4200 \times (39^\circ - 25^\circ) J$$

கலோரிமானியிலிருந்து வெளியே பீவப்ப இழப்பு நிகழவில்லையாயின், வெந்நீரில் இருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் முழுவதையும் கலோரிமானியும், குளிர் நீருமே பெற்றுள்ளன.

எனவே,

வெந்நீரில் இருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = கலோரிமாணிக்கும் நீருக்கும் கிடைத்த மொத்த வெப்பம் என நாம் எழுதலாம்.

இதற்கேற்ப,

$$0.1 \times 4200 \times (70^\circ - 39^\circ) = 0.2 \times s \times (39^\circ - 25^\circ) + 0.2 \times 4200 \times (39^\circ - 25^\circ)$$

$$\text{அதாவது } 0.1 \times 4200 \times 31 = 0.2 \times s \times 14 + 0.2 \times 4200 \times 14$$

$$\text{அதாவது } 0.2 \times 14 \times s = 4200 (3.1 - 2.8)$$

$$\text{அதாவது } = \frac{4200 \times 0.3}{0.2 \times 14}$$

$$\text{அதாவது } = 450 J/kg^\circ C$$

ஃ செம்பின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு =  $450 J/kg^\circ C$  எனும் பெறுபேறு கிடைக்கின்றது.

**தன்வெப்பக் கொள்ளளவுடன் தொடர்புடைய பிரயோகங்கள்**

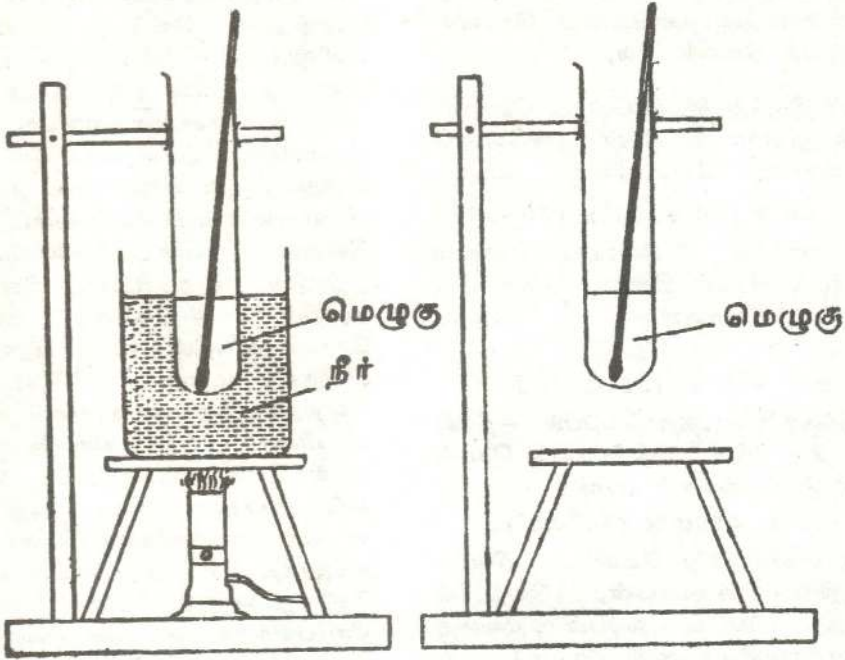
பதார்த்தங்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு வேறுபடுகின்றதனாலேயே கடற் காற்று, தரைகாற்று என்பன ஏற்படுகின்

றன. தரைக்கும் கடலுக்கும் சூரியனிலிருந்து ஒரேவிதமாக வெப்பம் கிடைக்கின்றது. எனினும் கடல் நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு, தரையின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு விடக் கூடியது. எனவே, தரை பகல் வேளையில் மிக விரைவாக வெப்பம் அடைகின்றது. இதன் விளைவாக, தரைக்கு அண்மையிலுள்ள வளி வெப்பமடைந்து மேலேறுகின்றது. வளி மேலே செல்லுவதால் ஏற்படும் குறைபாட்டை நிரப்புவதற்காக கடலின் மேல் இருக்கும் வளி தரையை நோக்கி வீசுகின்றது. இரவில் தரையிலிருந்து கடலை நோக்கியே காற்றீறு வீசுகின்றது. இதற்கான காரணம் தரை கடலை விடவிரைவாகக் குளிர்ச்சியடைவதாகும். கடல் நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு கூடுதலானதாகையால், அது மிக மெதுவாகவே குளிர்ச்சியடைகின்றது. எனவே, கடலுக்கு அணித்தாக உள்ள வளி சூடாகி மேலேறுகின்றது. இந்த இடைவெளியை நிரப்புவதற்காகத் தரையிலிருந்து கடலை நோக்கிக் காற்று வீசுகின்றது.

மோட்டர் வாகனங்களின் கதிர்த்தியைக் (ரேடியேற்றர்) குளிர்ச் செய்வதற்காக நீர் பயன்படுத்தப்படுவதற்கான காரணம் நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு ஏனைய பதார்த்தங்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவை விடக் கூடியதாக இருப்பதாகும். அத்தோடு நீரை இலகுவாகப் பெறவும் முடிகின்றது. எனினும், கதிர்த்திகளில் நீரை இடுவதால் தீமையும் ஏற்படுகின்றது. நீர் உயர்ந்த உரு நிலையைக் கொண்டிருப்பதே அத்தீமையாகும். இதனால் நீர்  $0^\circ C$  உறைகின்றது. எனவே, குளிர் காலத்தில் பனி உறையும் நாடுகளில், வாகனங்களின் கதிர்த்திகளைக் குளிர்ச் செய்வதற்காக, நீரை மாத்திரம் பயன்படுத்த முடியாது. எனினும், நீருடன் அற்ககோல் (மதுசாரம்), கிளிசரின் போன்ற பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன.

**6.4 மறை வெப்பமும் நிலைமாற்றமும்**

சடப்பொருளானது திண்மம், திரவம், வாயு ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் காணப்படலாம் என நாம் 8 ஆம் ஆண்டில் கற்றுக் கொண்டோம். உதாரணமாக, நீரை எடுத்துக் கொள்வோம். அறை வெப்பநிலையில் திரவமாகக் காணப்படும் நீர், திண்ம நிலையில் பனிக்கட்டியாகவும், வாயு நிலையில் நீராவிக்கூடியும் நிலவுகின்றது. பனிக்கட்டியைச் சூடாக்கியதும் இது திரவநிலையில்



படம் 6.5

### மெழுகின் உருகு நிலையை அளத்தல் பரிசோதனை 7

காணப்படும். கொதி நீராவியாகவும் மாறுகின்றது. அவ்வாறே கொதிநீராவியைக் குளிர்ச் செய்ததும் (அதாவது, கொதி நீராவியில் இருந்து வெப்பத்தை அகற்றியதும்) அது நீராகவும், நீரை மேலும் குளிர்ச் செய்தால் அது பனிக்கட்டியாகவும் மாறுகின்றது. வெப்பம் காரணமாகவே நீர் நிலை மாற்றங்களுக்குள்ளாகின்றது என்பது இதினிருந்து தெரிகின்றது.

திண்மப் பதார்த்தம் ஒன்றினைச் சூடாக்கியதும் அது திரவமாக மாறுவதை உருகல் அல்லது திரவமாதல் என அழைக்கின்றோம் இவ்வாறாக நிகழும் வெப்பநிலை அப்பதார்த்தத்தின் உருகு நிலையாகும். உருகுதலுக்கு எதிரான நிகழ்ச்சி அதாவது, திரவத்தைக் குளிர்ச் செய்வதன் காரணமாக, அது திண்மமாக மாறும் வெப்பநிலை, உறைதல் அல்லது ஒடுங்குதல் என அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறாக நிகழும் வெப்பநிலை அதன் உறைநிலை என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த இரண்டு நிலை மாற்றங்களும் ஒரே வெப்பநிலையிலேயே நடைபெறுகின்றதால், யாதேனும் ஒருபதார்த்தத்தின் உறைநிலையும் உருகுநிலையும் ஒன்றேயாகும். உதாரணமாக, பனிக்கட்டியின் உருகு நிலை  $0^{\circ}\text{C}$  ஆகும். அதேவேளை நீரின் உறை நிலையும்  $0^{\circ}\text{C}$  ஆகும்.

பரிசோதனைக் குழாயொன்றினுள் சிறிதளவு மெழுகை இட்டு, அதனை நீர் முகவையொன்றுள் இட்டு வெப்பமேற்றுங்கள். மெழுகு உருக ஆரம்பித்ததும் வெப்பமானி ஒன்றினைக் குழாயினுள் இடுங்கள். வெப்பமானியின் குமிழ் மெழுகின் மையப் பகுதியை அடையுமாறு ஒழுங்குபடுத்தி, வெப்பமானியின் வாசிப்பு ஏறத்தாழ  $100^{\circ}\text{C}$  அடையும் வரை நீரை வெப்பமேற்றுங்கள். பின்னர் நீர்ப்பாத்திரத்தை அப்புறப்படுத்திப் பரிசோதனைக் குழாய் குளிர்ச்சியடைவதற்கு இடமளியுங்கள். மெழுகு திண்மமாகிய பின்னர், பரிசோதனைக் குழாயை மீண்டும் நீர் முகவையினுள் அமிழ்த்தி முகவையில் அடங்கியுள்ள நீரை மெப்பமேற்றுங்கள் (படம் 6.5). கடிக்கார மொன்றின் உதவியுடன் அரை நிமிடத்துக்கு ஒரு தடையைவாக வெப்பமானியின் வாசிப்புக்களைப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். மெழுகு முற்றாக உருகிய பின்னர் சில வினாடிகள் கழியும் வரை தொடர்ந்தும்



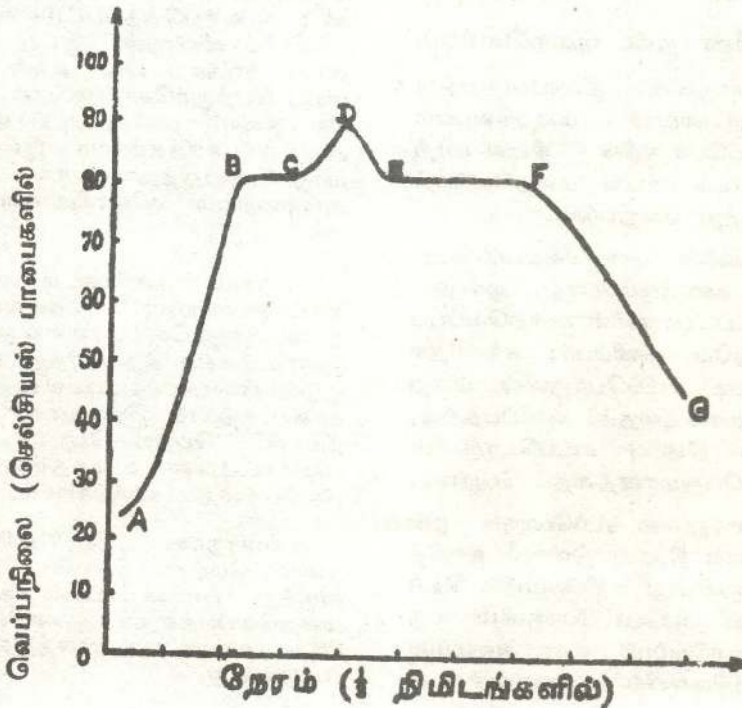
வாசிப்புக்களைப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். பின் நீரைக் கொண்ட முகவையை அப்புறப்படுத்திப் பரிசோதனைக் குழாயைத் துணித் துண்டொன்றினால் நன்கு துடைத்துக் கொள்ளுங்கள். மீண்டும் முன்னர் போன்றே, அரை நிமிடத்துக்கு ஒரு தடவையாக வெப்பமானியின் வாசிப்புக்களைப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். மெழுகு முற்றாகத் திண்மநிலையை அடைந்து சில நிமிடங்கள் கழியும் வரையும் வெப்பமானியின் வாசிப்புக்களைப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள்.

நீங்கள் பெற்ற வாசிப்புக்களை உபயோகித்துப் படத்தில் காட்டியவாறு வரைபொன்றை வரையுங்கள். படத்தில் ABCD எனும் பகுதி மெழுகு உருகும்போது. பெற்ற அளவீடுகளைக் குறிக்கின்றது. DEFG எனும் பகுதி, மெழுகு உறையும் போது பெற்ற அளவீடுகளைக் குறிக்கின்றது. வரைபடத்தின் CB, EF எனும் பாகங்கள் நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாய் உள்ளன. CB எனும் பாகத்தை நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாய் நீட்டும்போது (Y அச்சை) வெப்பநிலை குறிக்கப்பட்டுள்ள அச்சை வெட்டும். இவ்வாறு Y அச்சை வெட்டும் புள்ளியினால் காட்டப்படும்

வெப்பநிலை மெழுகின் உருநிலையாகும். அதே போல் EF பாகத்தை நீட்டும் போது அது Y அச்சை வெட்டும் புள்ளியினால் காட்டப்படும் வெப்பநிலை மெழுகின் உறைநிலையாகும். இவ்விரு பெறுமானங்களும் ஒத்தவை எனக் காண்பீர்கள். அதாவது, மெழுகின் உறைநிலையும் உருகுநிலையும் ஒரே வெப்பநிலைப் பெறுமானங்களே

### மறை வெப்பம்

வரைபின் BC. EF பாகங்கள் நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாய் அமைந்திருப்பதை அவதானித்தீர்கள். இதிலிருந்து இப்பாகங்களுக்கு உரிய, நேர இடைகளில் மெழுகின் வெப்பநிலை மாறாதிருந்ததை அறியலாம். ஆயினும், பரிசோதனை நடைபெற்ற முழு நேரத்திலும் வெப்ப மேற்றல் தொடர்ச்சியாக நடைபெற்று. ஆகவே மெழுகின் உருகுநிலையின்போது, அதாவது மெழுகுதிண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாற்றமடையும்போது மெழுகு முழுவதும் உருகும் வரை வெப்பநிலை மாறாதிருந்தது. அப்படியாயின் இந்நிலை மாற்றத்தின்போது மெழுகிற்கு அளிக்கப்பட்ட வெப்பத்திற்கு என்ன



நடைபெற்றது? இவ்வெப்பம் மெழுகினுள் மறைந்திருக்கின்றது. ஆகவே, மறைவெப்பம் என அழைக்கப்படும்.

மெழுகு திரவ நிலையிலிருந்து திண்ம நிலைக்கு மாற்றமடையும்போது அதாவது உறையும்போது மெழுகு முழுவதும் உறையும் வரை, வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படாதிருந்தது. இதனை வரைபின் EF பாகம் காட்டுகின்றது. ஆகவே, இந்நிலை மாற்றத்தின்போது வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படாதிருப்பினும் வெப்பம் இழக்கப்படுகின்றது. உறை நிலையின் போது வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படாதிருப்பினும் மெழுகு முழுவதும் உறையும்வரை மறைவெப்பம் இழக்கப்படுகின்றது.

ஆகவே, நிலைமாற்றத்தின்போது சடப் பொருள்கள் வெப்பத்தை இழக்கின்றன அல்லது பெற்றுக்கொடுக்கின்றன என நாம் அறிகின்றோம். மேலும் திண்ம நிலையில் இருந்து திரவநிலைக்கு மாறும்போது அல்லது உருகும்போது, உறிஞ்சப்படும் அதே வெப்பம் திரவ நிலையிலிருந்து திண்ம நிலைக்கு மாறும்போது அல்லது உறையும்போது வெளிவிடப்படுகின்றது. இதனை உருகலின் உருகலின் மறை வெப்பம் என அழைக்கின்றோம்.

#### 6.4.1 உருகலின் தன் மறைவெப்பம்

ஒரு சடப்பொருளின் நிலைமாற்றத்துடன் தொடர்புடைய மறைவெப்பம் வேறோர் சடப்பொருளின் நிலை மாற்றத்துடன் தொடர்புடைய மறைவெப்பத்தின் அளவிலிருந்து வேறுபடும்.

சடப்பொருட்களின் மறைவெப்பப் பெறுமானங்களைக் கணிக்கும்போது, ஓர் அலகுத்திணிவு சடப்பொருளின் மறைவெப்பப் பெறுமானத்தையே கணிப்பர். சர்வதேச அலகு முறைப்படி சடப்பொருளின் மறைவெப்பப் பெறுமானத்தைக் கணிப்பதற்கு, 1 கிலோகிராம் திணிவு சடப்பொருளின் மறைவெப்பப் பெறுமானத்தைப் பெறுவர்.

உருகும் நிலையிலுள்ள சடப்பொருள் ஒன்றின் 1 கிலோகிராம் திணிவு திண்மம் உருகித் திரவமாக மாறும்போது உறிஞ்சப்படும் வெப்பத்தின் அளவை அச்சடப் பொருளின் உருகலின் தன் மறைவெப்பம் என அழைப்பர் மேலும் உறைநிலையில் உள்ள அச்சடப்

பொருளின் 1 கிலோகிராம் திணிவுடைய திரவம் திண்மமாக உறையும்போது மேற்கூறிய அளவு வெப்பத்தை வெளிவிடும்.

உதாரணமாகப் பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன் மறைவெப்பக் கொள்ளளவு கிலோகிராமிற்கு 336 000 யூல் (J/kg) ஆகும்.

#### பனிக்கட்டியின் உறைதலின் தன்மறை வெப்பம் காணல்

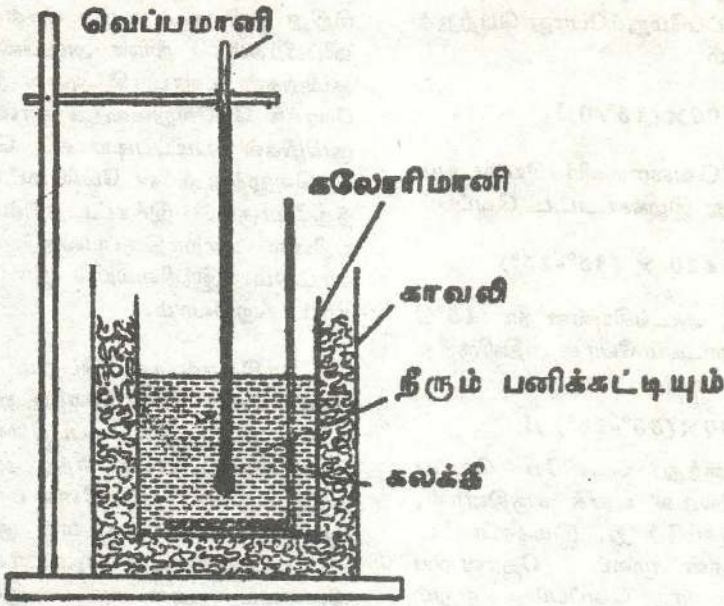
கலவை முறையின் மூலம் பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன் மறைவெப்பத்தைத் துணியலாம்.

#### பரிசோதனை 8

முதலில் வெறும் கலோரிமானியின் நிறையை நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் கலோரிமானியின் அரைப் பாகத்திற்கு நீரை ஊற்றுங்கள். பின்னர் நீருடன் கூடிய கலோரிமானியை நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். வெப்பமானி ஒன்றைக் கலோரிமானியினுள் இட்டு நீரின் வெப்பநிலையையும் அளந்து கொள்ளுங்கள். பின் பன்சன் சடரினால் கலோரிமானியை வெப்பமேற்றுங்கள். நீரின் வெப்பநிலை அறைவெப்ப நிலையிலும் 10°C ஆல் அதிகரித்தபின் கலோரிமானியை வெப்பம் வெளியேறாவண்ணம் காவற்படுத்தப்பட்டுள்ள வேறோர் கலோரிமானியினுள் இட்டு அதனை நன்றாகக் கலக்கிப் பின் அதன் வெப்பநிலையைப் பெற்றுக்கொள்ளுங்கள். அதன்பின், சில துண்டு பனிக்கட்டிகளை எடுத்து, அவற்றின் ஈரத்தன்மை இல்லாமற் போகுமாறு ஒற்றுத்தாளினால் ஒற்றியபின் அவற்றையும் கலோரிமானியினுள் இடுங்கள்.

நீரையும் பனிக்கட்டிகளையும், நன்றாய்க் கலக்கியபடியே கலவையின் வெப்பநிலை அறை வெப்பநிலையிலும் 10°C வரை குறையும்வரை தொடர்ந்து பனிக்கட்டிகள் இடுங்கள். பனிக்கட்டிகளின் நிறையைக் காண்பதற்காக இக்கலவையை நிறுக்கவும். நீங்கள் பெற்ற பெறுமானங்களிலிருந்து பனிக்கட்டியின் உறைதலின் தன்மறை வெப்பத்தைக் கணிக்கலாம்.

அவ்வாறான ஒரு பரிசோதனையின் மூலம் பெற்றுக் கொண்ட பெறுபேறுகளிலிருந்து பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன் மறைவெப்பத்தைக் கணிக்கும் விதம் கீழே உள்ள உதாரணத்தினால் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.7

#### வாசிப்புகள்

வெறுங் கலோரிமானியினதும் கலக்கியினதும் திணிவு	= 200.0g
கலோரிமானி, கலக்கி, நீர் ஆகியவற்றின் திணிவு	= 250.0g
அறை வெப்பநிலை	= 25°C
பனிக்கட்டி இடமுன்னர் நீரின் வெப்பநிலை	= 35°C
பனிக்கட்டி இட்டபின்னர் நீரின் வெப்பநிலை	= 15°C
கலோரிமானி, கலக்கி, நீர் பனிக்கட்டி ஆகியவற்றின் திணிவு	= 265.0g

#### பெறுபேற்றைக் கணித்தல்

பனிக்கட்டிகளை இடமுன்னர் நீரின் திணிவு	= (250.0-200.0)g
	= 50.0g
	= 0.05Kg
பனிக்கட்டிகளின் திணிவு	= (265.0-250.0)g
	= 15g
	= 0.015Kg
பனிக்கட்டியின் மறைவெப்பம்	= L(எனக்கொள்வோம்)
கலோரிமானிப் பதார்த்தத்தின் (செம்பின்) தன் மறைவெப்பம்	= 420J/Kg°C
பனிக்கட்டிகள் திரவநிலைக்கு மாறும் போது பெற்றுக் கொண்ட வெப்பம்	= .015L

திரவமாக மாறிய பனி நீரின் வெப்பநிலை (15°C) வரை வெப்பமேற்றும்போது பெற்றுக் கொண்ட வெப்பம்

$$= 0.015 \times 4200 \times (15^\circ - 0^\circ) J$$

கலோரிமானி 15°C வரை குளிர்ச்சியடையும் போது அதிலிருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம்

$$= 0.2 \times 420 \times (35^\circ - 15^\circ)$$

கலோரிமானியில் அடங்கியுள்ள நீர் 15°C வரை குளிர்ச்சியடையும் போது அதிலிருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம்

$$= 0.05 \times 4200 \times (35^\circ - 15^\circ) J$$

கலோரிமானியிலிருந்து வெளியே வெப்ப இழப்பு நிகழவில்லை எனக் கருதினால், பனிக்கட்டி உருகும்போது, இழக்கப்பட்ட வெப்பம் + அதன் மூலம் தோன்றிய நீர் 15°C வரை வெப்பம் ஏறும் போது அது பெற்றுக் கொண்ட வெப்பம் = கலோரிமானியிலிருந்தும் அதிலடங்கியுள்ள நீரிலிருந்தும் வெளியேறிய வெப்பம்

$$\therefore 0.015L + 0.015 \times 4200 \times (15^\circ - 0^\circ)$$

$$= 0.2 \times 420 \times (35^\circ - 15^\circ)$$

$$+ 0.05 \times 4200 \times (35^\circ - 15^\circ)$$

$$0.015L + 945 = 1680 + 4200$$

$$0.015L = 5880 - 945$$

$$\frac{4935000}{15}$$

$$= 329000 J/kg$$

பனிக்கட்டியின் உருகலின்

தன் மறைவெப்பம் = 329000 J/kg

#### 6.4.2 திரவ—வாயு நிலைமாற்றங்கள்

நாம் இதுவரை திண்மங்கள் திரவமாகவும், திரவங்கள் திண்மமாகவும் மாறும் போது ஏற்படும் நிலை மாற்றங்கள் பற்றி ஆராய்ந்தோம். இப்போது திரவங்கள் வாயுவாக மாறும்போது ஏற்படும் நிலை மாற்றங்களை ஆராய்வோம்.

முகவையொன்றினுள் நீரையிட்டு அதை வெப்பமேற்றுங்கள். நீரினுள் வெப்பமானி ஒன்றை இட்டு வெப்பமானியின் வாசிப்பு

பைப் பெறுங்கள். வெப்பமானியின் வாசிப்பு சிறிது சிறிதாகக் கூடிச் செல்வதை அவதானிப்பீர்கள். நீரின் அடியிலிருந்து வாயுக் குமிழிகள் உண்டாகி அவை நீர்மட்டத்தை நோக்கி மேலேறுவதைக் காண்பீர்கள். இக் குமிழிகள் படிப்படியாகப் பெரிதாகியபடி மேலெழுந்து நீரின் மேல் மட்டத்தில் மறைந்துபோகும். இக்கட்டத்தில் நீரின் வெப்பநிலை மாறாதிருப்பதை வெப்பமானி காட்டும். இந்நிலையில் நீர் கொதிப்பதாக நாம் கூறுவோம்.

கொதித்தல் நடைபெறும் நீரின் மாறா வெப்பநிலை நீரின் கொதிநிலை என அழைக்கப்படும். இவ்வெப்பநிலையில் நீருக்கு வெப்பமேற்றுவதை எந்த அளவு அதிகரித்தாலும் நீரின் வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும். ஆயினும், நீரின் கனவளவு குறையும். ஆதலின் திரவநிலை தொடர்ச்சியாக வாயு நிலையை அடையும். இவ்வாறு வாயு நிலையில் உள்ள நீர் கொதிநீராவி எனப்படும். இந்த திரவ - வாயு நிலைமாற்றம் ஆவியாதல் என அழைக்கப்படும்.

முகவையிலிருந்து வெளியேறும் கொதிநீராவி படுமாறு ஒரு கண்ணாடித் தகடொன்றைப் பிடித்தால், அத்தகட்டின் மேல் கொதிநீராவி நீர்த் துளிகளாக மாற்றமடைந்திருப்பதை அவதானிக்கலாம். இவ்வாறு கொதிநீராவி நீராக மாற்றமடைதல் ஒடுக்கம் என அழைக்கப்படும்.

வெவ்வேறு திரவங்களின் கொதிநிலை வெவ்வேறு பெறுமானங்களை உடையதாகும். ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை, அச்சந்தர்ப்பத்திலுள்ள வளி அழுக்கத்திற்கேற்பவும் சிறிதளவு மாறுபடும். சாதாரண வளிமண்டல் அழுக்கத்தில் நீரின் கொதிநிலை 100°C ஆகும்.

மேற்குறிப்பிட்ட செயற்பாட்டின்போது நீரின் கொதிநிலையில் வெப்பம் எவ்வளவு அதிகமாக அளிக்கப்பட்ட போதிலும் வெப்பநிலையில் மாற்றமேதும் நடைபெற மாட்டாது என அவதானித்தீர்கள். அப்படியாயின் இந்நிலையின்போது நீருக்கு அளிக்கப்படும் வெப்பத்திற்கு என்ன நடைபெறுகின்றது. கொதிக்கும் நீராவியில்

இவ்வெப்பம் மறைந்துள்ளது. நீர் கொதிப் பதற்காக இவ்வெப்பம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, இவ்வெப்பத்தை ஆவியாதலின் மறைவெப்பமென அழைக்க முடியும்.

சடப்பொருளுக்கேற்ப, கொதித்தலின் மறைவெப்பத்தின் அளவும் வேறுபடும். ஆகவே, சடப்பொருளொன்றின் கொதித்தலின் மறை வெப்பத்தின் அளவு அச்சடப்பொருளுக்குத் தனித்துவமானது. மறை வெப்பத்தின் அளவைப் பெறும்போது, சடப்பொருளின் ஓர் அலகுத்திணிவின் வெப்ப அளவைப் பெறுவர். SI முறைப்படி சடப்பொருளொன்றின் மறைவெப்பம் அதன் 1 கிலோகிராம் திணிவின் மறை வெப்பமாகும்.

ஆகவே சடப்பொருளொன்றின் கொதி நிலையின்போது, அதன் 1 கிலோகிராம் திணிவு (1kg) திரவ நிலையிலிருந்து வாயுநிலைக்கு மாற்றமடையும்போது தேவைப்படும் வெப்பம் அச்சடப்பொருளின் சார் மறைவெப்பக் கொள்ளளவு எனப்படும். நீரின் கொதித்தலின் தன் மறை வெப்பக் கொள்ளளவு கிலோகிராமிற்கு யூல்  $2.27 \times 10^6$  ஆகும் ( $2.27 \times 10^6 \text{ J/kg}$ ).

வேறு முறையில் கூறுவதாயின் ஒரு கிலோகிராம் நீர் அதன் கொதிநிலையில் முற்றாகக் கொதிநீராவியாக மாறுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தினளவு  $2.17 \times 10^6$  யூல் (J) ஆகும். அல்லது 1 கிலோகிராம் கொதிநீராவி கொதிநிலையில் முற்றாக நீராக மாறுமெனின்  $2.27 \times 10^6$  யூல் (J) வெப்பம் வெளிவிடப்படும்.

நீரின் கொதிநிலைத் தன் மறைவெப்பத்தைக் காணல்

பரிசோதனை 9

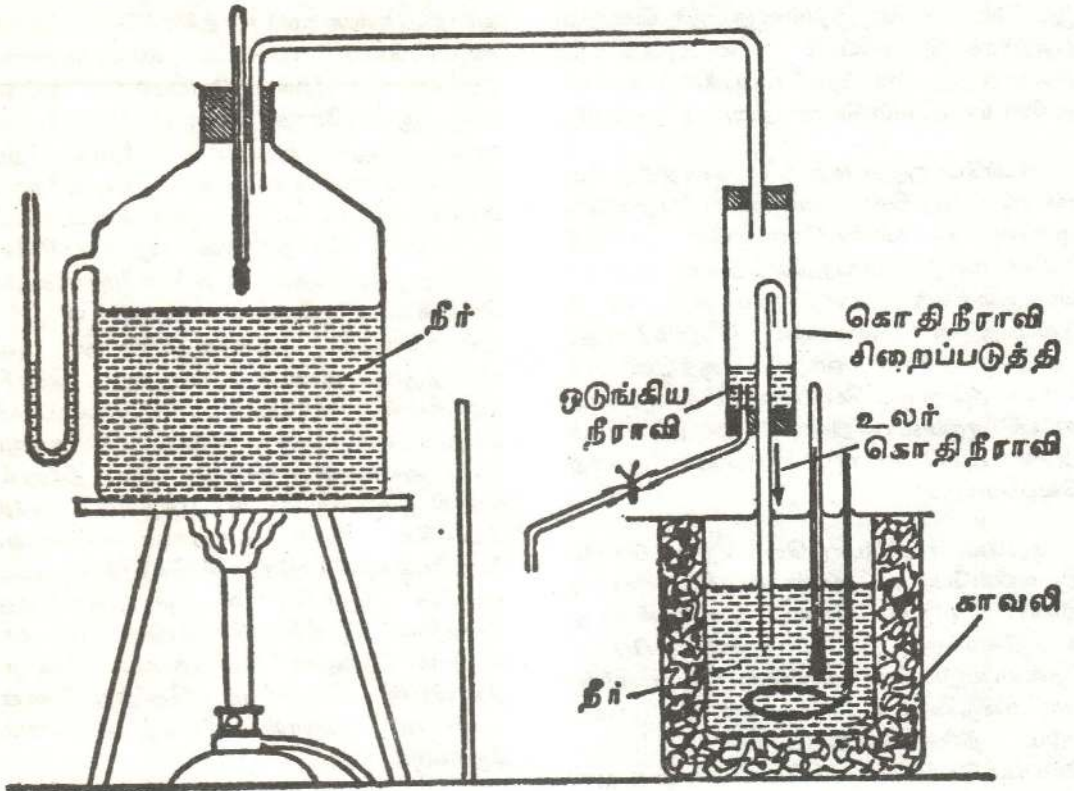
இதற்குத் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு தெரிந்த கலோரிமானியொன்று தேவை. கலோரிமானியின் நிறையை நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்பு அதன் அரைப்பா கத்திற்கு நீரை ஊற்றி நிறுத்துக் கொள்ளுங்கள். பின் முன்மைய பரிசோதனையில் செய்தது போல் கலோரிமானியிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறாமல் இருக்கத் தக்க

வாறு அதனை மூடு பாத்திரத்தினுள் வைக்கவும். வெப்பமானியைக் கலோரிமானியினுள்வைத்து நீரினது வெப்பத்தை அளக்கவும். இப்பரிசோதனைக்குக் கொதிநீராவியைப் பெறுவதற்குக் கொதி நீராவி பிறப்பாக்கியை உபயோகிக்கவும். கொதிநீராவி பிறப்பாக்கி படம் 6.8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கொதிநீராவி பிறப்பாக்கியிலிருந்து கொதிநீராவி கலோரிமானிக்குள் செலுத்தப்படும்போது, அதனுடன் நீர் இல்லாதிருத்தல் அவசியம். கொதி நீராவியில் இருந்து நீரைப் பிரிப்பதற்குக் கொதி நீராவியை, நீராவிப் பொறியின் ஊடாகச் செலுத்தவும். நீரின் வெப்பநிலை சுமார்  $15^\circ\text{C}$  அளவு அதிகரிக்கும் வரை நீரினுள் கொதி நீராவியைச் செலுத்தவும். அதே நேரத்தில் நீரை நன்றாகக் கலக்கவும். போதியளவு கொதிநீராவி செலுத்தப்பட்டதன்பின் கொதிநீராவி செலுத்துவதை நிறுத்திவிட்டு நீரின் வெப்பநிலையை அளவிடவும். நீரினுள் செலுத்தப்பட்ட கொதிநீராவியின் நிறையைத் தெரிந்து கொள்வதற்காகக் கலோரிமானியைத் திரும்பவும் நிறுக்கவும்.

பெற்றுக் கொண்ட வாசிப்புக்களின் மூலம் நீரின் ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பத்தைக் கணிக்கும் விதம் பின்வரும் உதாரணம் மூலம் தெளிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

வாசிப்புக்கள்

செப்புக் கலோரிமானியினதும் கலக்கியினதும் திணிவு = 200g  
செப்புக் கலோரிமானியினதும், கலக்கியினதும் நீரினதும் திணிவு = 380g  
நீரினதும், கலோரிமானியினதும் ஆரம்ப வெப்பநிலை =  $25^\circ\text{C}$   
கொதிநீராவியைச் செலுத்திய பின்னர் கலோரிமானியினதும் நீரினதும் இறுதி, வெப்பநிலை =  $40^\circ\text{C}$   
செப்புக் கலோரிமானி, கலக்கி, நீர், ஒருங்கிய கொதிநீராவி ஆகியவற்றின் திணிவு = 385g  
கொதிநீராவியின் வெப்பநிலை =  $100^\circ\text{C}$



படம் 6.8

**பெறுபேற்றைக் கணித்தல்**

குளிர்நீரின் திணிவு = 380.0-200.0g  
 = 180.0g  
 = 0.18kg

ஒடுங்கிய கொதிநீராவியின் திணிவு  
 = 385.0-380g  
 = 5g  
 = 0.005kg

செப்புக் கலோரிமானியின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு = 420 J/kg°C  
 நீரின் ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பம் = L எனக்கொள்வோம்

கொதிநீராவி ஒடுங்கும்போது அதிலிருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = 0.005 LJ  
 ஒடுங்கும்போது தோன்றிய நீர் 40°C வரை குளிர்ச்சியடையும் போது இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = 0.005 × 4200 × (100°-40°)J  
 கலோரிமானியினால் பெற்றுக் கொள்ளப்பட்ட வெப்பம் = 0.2 × 420 × (40°-25°)J

குளிர்நீரினால் பெறப்பட்ட வெப்பம்  
 = 0.18 × 4200 × (40°-25°)J

கலோரிமானியினாலும் அதிலடங்கியுள்ள பொருள்களினாலும் வெப்ப இழப்பு நிகழவில்லை எனக் கருதினால், கொதிநீராவியினாலும், கலோரிமானியினாலும்

வெந்நீரினாலும் அதில் அடங்கியுள்ள இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = நீரினாலும் பெற்றுக் கொள்ளப்பட்ட வெப்பம்

$$\begin{aligned} \therefore 0.005L + 0.005 \times 4200(100^\circ - 40^\circ) &= 0.20 \times 420 \times (40^\circ - 25^\circ) \\ &+ 0.18 \times 4200 \times (40^\circ - 25^\circ) \\ 0.005L + 1260 &= 1260 + 11340 \\ 0.005L &= 11340 \\ &11340 \\ \therefore L &= \frac{11340}{0.005} \\ L &= 2.27 \times 10^6 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

நீரின் ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பம் =  $2.27 \times 10^6 \text{ J/kg}$

### கொதிநீராவியின் பயன்கள்

இடியப்பம், பிட்டு, மரக்கறி போன்ற வற்றை அவிப்பதற்காகக் கொதிநீராவி உபயோகிக்கத் தல் பற்றி நீங்கள் அறிந்திருப்பீர்கள். ஒரு கிலோகிராம் கொதிநீராவியினுள் அடங்கியுள்ள வெப்பச் சக்தி ஒரு கிலோகிராம் நீரினுள் காணப்படும் வெப்பச் சக்தியிலும் அதிகமாகும். ஆகவே கொதி நீராவியினால் உணவைச் சமைப்பது அதிக இலாபகரமானது. மேலும், கொதி நீராவியினால் உணவு சமைக்கும்போது, மரக்கறி மற்றும் பிற உணவுப் பொருட்களில் அடங்கியுள்ள போசணைப் பதார்த்தங்கள் வீணாகமாட்டா.

### 6.5 எரிபொருள்கள்

ஆதிகாலத்தில் மனிதன் உணவு சமைப்பதற்கும், இரவு வேளையில் ஒளியைப் பெறுவதற்கும், விலங்குகளிலிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கும் மற்றும் பல தேவைகளுக்கும் விறகை எரித்துத் தீயைப் பெற்றுக் கொண்டான். காலம் செல்லச் செல்ல, வெப்பச் சக்தியைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காக மனிதன் வேறு பதார்த்தங்களைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தான். முற்றாநிலக்கரி, பரபின், உயிர்வாயு, பெற்றோல், பரபின், தீசல்-எண்ணெய் என்பன இவற்றுள் சிலவாகும். இவை அனைத்தும் வளியில் எரியக்கூடியன. எரியும்போது வெப்பத்தை வெளிவிடும் பதார்த்தங்கள் யாவும் எரிபொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே மேலே குறிப்பிட்ட எல்லாப் பொருள்களையும் நாம் எரிபொருள்கள் எனக் குறிப்பிடலாம்.

எரிக்காது வெப்பத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளக்கூடிய எரிபொருள்களும் உள்ளன. அவை அணு எரிபொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் யூரேனியம் எனும் கதிர்த் தொழிற்பாடுடைய பதார்த்தம் இதற்கான ஒர் உதாரணம். கதிர்த் தொழிற்பாடுடைய பதார்த்தத்தின் அணுவிலுள்ள கருவை உடைக்கும்போது வெளிவிடப்படும் வெப்பச்சக்தியே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அதாவது, இங்கு கருச்சக்தி வெப்பச்சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.

எனினும், கருச்சக்தி பற்றி இப்பாடத்தில் நாம் கவந்துரையாடவில்லை.

நாம் எரிபொருளுக்கு வரைவிலக்கணம் கூறியுள்ளதற்கேற்ப பல பொருட்களை எரிபொருளாகக் கொள்ள முடியும். மரக்கட்டை, கடதாசி, துணி, எண்ணெய், வைக்கோல் போன்றவை எரிபொருள்களாகும். இவற்றைத் தவிர, வேறு வகையான எரிபொருள்களும் உள்ளனவா?

எமது சுற்றாடலில் காணப்படும் எல்லாப் பொருள்களையும் எரிக்க முடியும். விறகு, துணி, பஞ்சு, மண்ணெண்ணெய், கடதாசி போன்றவை இலகுவில் எரியக்கூடியவை. எனினும், கன்னார், மைக்கா, கண்ணாடிபோன்ற பதார்த்தங்கள் எரிவதில்லை. எரிபொருள்களைப் பிரதானமாக மூன்று வகைகளாக பாகுபடுத்தலாம்

- (1) திண்ம எரிபொருள்கள்,-  
விறகு, நிலக்கரி விறகுக்கரி, தென்னஞ்சிரட்டைக்கரி, வைக்கோல் போன்றவை.
- (2) திரவ எரிபொருள்கள்,-  
பெற்றோல், மண்ணெண்ணெய், மதுசாரம், தீசல் போன்றவை.
- (3) வாயு எரிபொருள்கள்;-  
இயற்கை வாயு, உயிர் வாயு, திரவ பெற்றோலியம் (L.P.G..) போன்றவை.

இலகுவாக எரியும் தன்மை, அதிகளவு வெப்பத்தை வழங்குந்தன்மை, குறைந்த விலையில் தாராளமாகப் பெறக்கூடிய தன்மை என்பன சிறந்த எரிபொருளின் பிரதானமான இயல்புகளாகும், அத்தோடு எரிபொருள் எரியும் போது வளி மாசடைவதைக் குறைக்க முயற்சி செய்தல் வேண்டும்.

உலகின் வெவ்வேறு பிரதேசங்களில் பல்வேறு தேவைகளுக்காக பல்வேறு வகைப்பட்ட எரிபொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இலங்கையில் உணவு சமைப்பதற்காகப் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுவது விறகாகும். இதே நிலைமையை வேறு நாடுகளிலும் காணக்கூடியதாக உள்ளது. அயற் சூழலிலிருந்து இலகுவாகப்

பெற்றுக் கொள்ளக் கூடியதாக இருப்பதனாலும் விறகை எரிப்பதற்காக விசேட வகையைச் சேர்ந்த அடுப்புகள் தேவைப்படுவதில்லையாதலாலும் விறகுப் பயன்பாடு பிரபல்யம் வாய்ந்து காணப்படுகின்றது. விறகுப் பயன்பாடு காரணமாக, வனவளம் (காடுகள்) படிப்படியாகக் குறையத் தொடங்கியுள்ளது. இதன் விளைவாக உலகின் காலநிலை கோலத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது என்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பண்படுத்தாத நிலக்கரிபோன்ற கனிய எரிபொருள்களின் பயன்பாடு உலகின் எல்லா நாடுகளிலும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறான எரிபொருள்களிலிருந்து பெற்றுக் கொள்ளக்கூடிய வெப்பத்தின் அளவு, விறகை எரிப்பதன் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய வெப்பத்தின் அளவை விடக் கூடுதலானதாகும். அத்தோடு இயந்திரங்களை இயக்குவதற்கு அவசியமான சக்தி பிரதானமாக கனிய எண்ணெய்களிலிருந்தே பெற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றது. பண்படுத்தாத எண்ணெய் நிலத்தைத் தோண்டி நிலத்தின் கீழிருந்து பெறப்படுகிறது. அதில் வேறுபட்ட கொதிநிலையை யுடைய பல திரவங்கள் அடங்கியுள்ளன. எண்ணெய்ச் சுத்திகரிப்பு நிலையங்களில் பகுதிவடிப்பு முறை மூலம், பண்படுத்தாத எண்ணெயில் அடங்கியுள்ள திரவ வகைகள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறாகப் பெற்றுக்கொள்ளப்படும் திரவங்களுள் பெற்றோல், பரபின் என்பன மிக முக்கியமானவையாகும். இவற்றை மிகச் சிறந்த எரிபொருள்களாகக் குறிப்பிடலாம்.

கனிய எண்ணெய்கள், நிலக்கரி போன்ற எரிபொருள்களை இயற்கை வளங்கள் எனக் குறிப்பிடலாம். அவ்வகை எரிபொருளை இதுவரையில் இலங்கையில் பெற்றுக் கொள்ள முடியவில்லை. இது ஒரு பாரிய நட்டமாகும். எவ்வாறெனினும், சக்தித் தேவைகளை நிறைவேற்றிக் கொள்வதற்காக விசேடமாக மின்னைப் பிறப்பிப்பதற்காக, நீர் வலு உச்ச அளவில் பயன்படுகின்றதால், எரிபொருளை இறக்குமதி செய்வதற்காக, நம்நாடு செலவு செய்யும் வெளிநாட்டுச் செலவாணியைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்குக் குறைத்துக்

குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்குக் குறைத்துக் கொள்ள முடிந்துள்ளது. எரி பொருளாகப் பயன்படுத்தும் பதார்த்தம் எதுவாக இருப்பினும், அது எரியும்போது, அப்பதார்த்தத்தில் அடங்கியுள்ள இரசாயனச் சக்தி வெப்பச்சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.

விறகு எரியும்போது வெப்பச் சக்தியாக மாற்றப்படுகின்ற இரசாயனச் சக்தி, விறகுக்கு எவ்வாறு கிடைத்தது என அறிய முயற்சிப்போம். சூரிய கதிர்ப்புச் சக்தியைப் பயன்படுத்தி ஒளித்தொகுப்பை நடாத்துவதன் மூலமே தாவரங்கள் வளர்கின்றன. ஒளித்தொகுப்பின்போது, காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் பல இரசாயனத் தாக்கங்களுக்குள்ளாகின்றன. இத்தாக்கங்கள் நடைபெறுதற்குச் சூரிய கதிர்ப்புச் சக்தி அவசியமாகின்றது. இத்தாக்கங்களின்போது தோன்றும் தேவைகளில் இரசாயனச் சக்தி களஞ்சியப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாகத் தோன்றும் பதார்த்தங்கள் தாவரங்களில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இவை எரியும்போது வெப்பம் பெறப்படுகின்றது.

கனிய எண்ணெய், கறுப்பு நிறமான திரவமாகும். நிலக்கரி கறுப்புநிறமான ஒரு திண்மமாகும். இந்த இரண்டு வகைகளும் நிலத்தைத் தோண்டி நிலத்தின் கீழிருந்தே பெறப்படுகின்றன. இவை இரண்டும் ஒரே விதத்திலேயே நிலத்தில் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர். பல இலட்சக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் புவியில் வாழ்ந்து வளர்ந்த விலங்குகளும் தாவரங்களும் அழிந்த பின் மண்ணின் கீழ்ச் சென்று உயர் அழுக்கத்திற்கும் உயர் வெப்பநிலைக்கும் உட்பட்டமையால் இவை தோன்றியுள்ளன என தற்போது நம்பப்படுகின்றது. நிலத்தின் மிக ஆழமான இடங்களிலிருந்து பெறப்படும் நிலக்கரி மிகமிகக் கடினமான தன்மையைக் கொண்டுள்ளது. நிலக்கரியை வளியின்றிய நிலையில் உயர்வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றியதும் “நிலக்கரி வாயு” என அழைக்கப்படும் வாயு கிடைக்கிறது. இந்த வாயுவும் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பண்படுத்தாத எண்ணெய் சுத்திகரிப்பின்போது குறைந்த கொதி நிலையைக் கொண்ட பதார்த்தங்கள் வாயுவாக வெளியேறுகின்றன. கூடிய கொதி நிலையைக்



கொண்ட பதார்த்தங்கள் திரவ நிலையில் வேறாகின்றன. மிக உயர்ந்த கொதி நிலையைக் கொண்ட பதார்த்தங்கள் திண்ம நிலையில் நிலவுகின்றன. பரபின், மெழுகு, தார் என்பன திண்ம நிலையில் கிடைக்கும் பதார்த்தங்களாகும். பெற்றோல், மண்ணெண்ணெய், மசகு எண்ணெய், தீசல் போன்றவை திரவ நிலையில் கிடைக்கும் பதார்த்தங்களாகும். அவற்றோடு பல வாயு வகைகளும் கிடைக்கின்றன. சில வாயுக்களை இலகுவாகத் திரவமாக மாற்ற முடியும். திரவ பெற்றோலியம் வாயு அதாவது L. P வாயு, இவ்வாறாகத் திரவ நிலைக்கு மாற்றப்பட்ட ஒரு வாயுக் கலவையாகும்.

கனிய எண்ணெயினதும் நிலக்கரியினவும் ஆரம்பம் உயிரினங்களின் பகுதிகளாகையால் அவற்றுள் அடங்கியிருப்பதும் சூரியனிலிருந்து பெற்றுக்கொண்ட சக்தியாகும். இதற்கேற்ப விற்றகு, நிலக்கரி, கனிய எண்ணெய் ஆகிய எந்த எரிபொருளாக இருப்பினும், அவற்றுள் அடங்கியிருப்பது சூரிய சக்தியாகும். எரிபொருள்கள் எரியும் போது எமக்குக் கிடைக்குஞ் சக்தி சூரியனிலிருந்து பெற்ற அதே சக்தியாகும் என நாம் முடிவு செய்யலாம்.

சாணம், தாவரப்பகுதிகள், கழிவுப்பொருட்கள் போன்றவை நீரினுள் உக்கும் போது மெதேன் வாயு வெளியேறுகிறது. இந்த வாயு "உயிர்வாயு" என அழைக்கப்படுகிறது. இதுவும் ஒரு எரிபொருளாகும். இலங்கை உட்பட எரிபொருள் தட்டுப்பாடு நிலவும் உலகின் ஏனைய நாடுகளிலும் உயிர்வாயுப் பயன்பாடு அதிகரித்து வருகிறது. உணவு சமைத்தல், ஒளியைப் பெறல் போன்ற நடவடிக்கைகளுக்காக உயிர் வாயுவைப் பயன்படுத்துவதில் சீரை முதலிடம் பெற்றுள்ளது. இந்தியாவும் இது தொடர்பாகக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு அபிவிருத்தியடைந்துள்ளது.

### எரிபற்று நிலை

எமது அயற் சூழலில் உள்ள எல்லாப் பொருட்களையும் எரிக்க முடியாது. விற்றகு பஞ்சு, மண்ணெண்ணெய் ஆகிய எரிக்கக் கூடிய பொருட்கள் எரிதகு பொருட்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. சில எரிதகு பொருட்களை இலகுவாக எரிக்க முடியும். சில

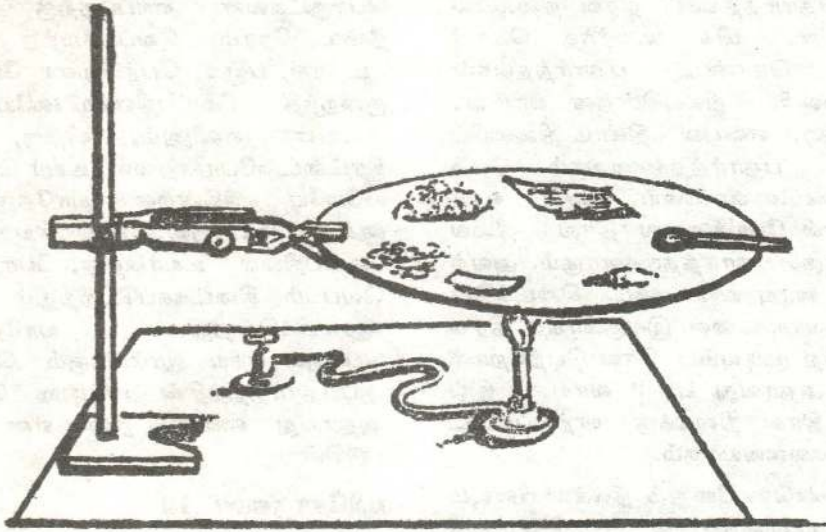
பொருட்களை எரிப்பதற்கு அவற்றை நீண்ட நேரம் வெப்பமேற்ற வேண்டும். கடதாசி, பஞ்சு, பெற்றோல் போன்றவை குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே எரியக் கூடியன. எனினும், விற்றகு, தென்னஞ்சிரட்டை போன்றவை உயர் வெப்பநிலையிலேயே எரிகின்றன. யாதேனும் பொருளுக்கு வெப்பத்தை வழங்கியதும் அதன் வெப்பநிலை உயர்கிறது. போதிய அளவு வெப்பம் கிடைக்கப்பெற்றதும் அது எரிய ஆரம்பிக்கின்றது. யாதேனுமொரு பொருள் எரிய ஆரம்பிக்கும் வெப்பநிலை அப்பதார்த்தத்தின் எரிபற்று வெப்பநிலை அதாவது எரிபற்று நிலை என அழைக்கப்படுகின்றது.

### பரிசோதனை 10

இலகுவாகப் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய சில எரிதகு பொருட்களின் எரிபற்று நிலைகளை ஒப்பிடமுடியுமா எனக் கவனிப்போம். இதற்காக தீக்குச்சி, கடதாசித்துண்டு, மகனீசியா நாடாத்துண்டு, பஞ்சு, பிளாத்திக்குத்துண்டு என்பன உங்களுக்கு வழங்கப்பட்டுள்ளன எனக் கொள்வோம். அத்தோடு ஓர் உலோக முடியும் பன்சன் சுடரடுப்பும் உங்களுக்கு வழங்கப்பட்டுள்ளன. படம் 6.9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு உலோக முடியைத் தாங்கியொன்றின் மீது வைத்து அம்முடியின் மீது மேலே தரப்பட்ட பொருள்களை வட்டமாக அமையுமாறு தனித்தனியாக வையுங்கள். பன்சன் சுடரடுப்பின் கூவாலை தகர முடியின் மத்தியில் அமையுமாறு சுடரடுப்பைத் தகர முடியின் கீழே வையுங்கள். முடியின் மேல் வைக்கப்பட்ட பொருட்கள் எரியும் ஒழுங்கு முறையைப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். குறைந்த எரிபற்று நிலையைக் கொண்ட பொருள் முதலில் தீப்பற்றுக்கின்றது. உயர்ந்த எரிபற்று நிலையைக் கொண்ட பொருள் இறுதியில் தீப்பற்றுக்கின்றது. எரிய ஆரம்பிக்கும் ஒழுங்குக்கு ஏற்ப, அப்பொருட்களின் எரிபற்று நிலைகளை ஒப்பிடுங்கள்.

### பரிசோதனை 11

தனித்தனியாக சில துளிகள் பெற்றோல், மதுசாரம், மண்ணெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய் என்பன இடப்பட்ட தகர முடி



படம் 6.9

களின் மீது எரியும் குச்சியொன்றினைக் கொண்டு செல்லுங்கள். நிகழ்வனவற்றை அவதானியுங்கள். பெற்றோல், மதுசாரம் என்பன விரைவில் தீப்பற்றுகின்றன என்பதையும் மண்ணெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய் என்பன விரைவில் தீப்பற்று வதில்லை என்பதையும் காண்பீர்கள். இலகுவாகத் தீப்பற்றக்கூடிய பொருட்கள் எளிதில் தீப்பற்றக்கூடிய பொருட்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

சில எரிபற்றுநிலைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

எரிபொருள்	எரிபற்றுநிலை
எதையில் அற்ககோல்	79.9°C
ஐதரசன்	580°-590°C
பெற்றோல்	49.0°C
மண்ணெண்ணெய்	2950°C
வெல்லம்	385°C

அட்டவணை 6.4

## கலோரிப் பெறுமானம்

வெவ்வேறு வகையான எரிபொருள்களின் சம திணிவுகளைப் பெற்றால் அவற்றை எரிக்கும்போது கிடைக்கும் வெப்பத்தின் அளவு அப்பொருள்களுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக விறகு, மண்ணெண்ணெய் ஆகியவற்றின் சம திணிவு

களைப் பெற்றால் எரிக்கும் போது கிடைக்கும் வெப்பத்தின் அளவுகள் ஒன்றிலிருந்து தொன்று வேறுபட்டது. மண்ணெண்ணெய்யிலிருந்து கூடுதலான அளவு வெப்பம் கிடைக்கின்றது. எனவே, கூடுதலான அளவு வெப்பத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளக்கூடிய மண்ணெண்ணெய்யானது விறகைவிடச் சிறந்த எரிபொருளாகும். யாதேனுமொரு எரிபொருளின் அலகுத் திணிவை எரிப்பதன் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய வெப்பத்தின் அளவானது அந்த எரிபொருளின் லோரிப் பெறுமானம் என அழைக்கப்படுகிறது.

## பரிசோதனை 12

எரிபொருளொன்றின் கலோரிப் பெறுமானத்தை எவ்வாறு அறியலாம்? உதாரணமாக ஒரு மெழுகுதிரியின் கலோரிப் பெறுமானத்தைத் துணிவதற்கான எளிய முறையொன்றைக் கவனிப்போம். முதன் முதலில் மெழுகுதிரியின் நிறையை அளந்து கொள்ளுங்கள். ஒரு முகவையில் 200g நீரை இடுங்கள். அந்நீரின் வெப்ப நிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள். மெழுகுதிரியைக் கொளுத்தி முகவைக்குக் கீழ் வைத்து நீரை வெப்பமேற்றுங்கள். பின்னர், மெழுகு திரியை அணைத்து நீரை நன்கு கலக்கி இறுதி

வெப்பநிலையை அளந்து கொள்ளுங்கள் மெழுகுதிரியின் நிறையை அளந்து கொள்ளுங்கள்.

நீரின் ஆரம்ப வெப்பநிலை 30° ஆகவும், இறுதி வெப்பநிலை 60°C ஆகவும் இருப்பின்,

$$\begin{aligned} \text{வெப்பநிலை வித்தியாசம்} &= 30^\circ\text{C} \\ \text{மெழுகுதிரியின் நிறை வித்தியாசம்} &= 2\text{g} \\ 1\text{ g நிறையை } 1^\circ\text{C யால் வெப்பமேற்றத்} \\ \text{தேவையான வெப்பத்தின் அளவு} \\ &= 4.2\text{ J} \end{aligned}$$

ஃ 200g நீரின் வெப்பநிலையை 30°C யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் = 200 × 4.2 × 30J

$$\begin{aligned} \text{இந்த அளவு வெப்பத்தைப் பெற்றுக்} \\ \text{கொள்வதற்காக எரிந்த மெழுகின்} \\ \text{நிறை} &= 2\text{g} \\ \text{மெழுகுதிரியின் கலோரிப் பெறுமானம்} \\ &= 200 \times 4.2 \times 30 \\ &= \frac{2}{2} \\ &= 12\ 600\ \text{J/g} \end{aligned}$$

இப்பரிசோதனையின்போது மெழுகுதிரியினால் வெளிவிடப்பட்ட வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி முகவையை வெப்பமேற்றுவதற்காகச் செலவாகி உள்ளது; மற்றொருபகுதி வளியுடன் சேர்ந்துள்ளது. எனினும், எமது வசதிக்காக அவை கருத்திற் கொள்ளப்படுவதில்லை. இதனைவிடத் திருத்தமான பெறுமானத்தைப் பெறவேண்டுமெனின், வெப்பக்கொள்ளாவு அறியப்பட்ட கலோரிமானி ஒன்றினைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். அதன் மூலம் பாத்திரம் உறிஞ்சிக் கொள்ளும் வெப்பத்தின் அளவையும் கணிக்க முடியும்.

## 6.6 தகனத்திற்குத் தேவையான காரணிகள்

பொருளொன்று தகனமுறுவதற்குத் தேவையாயின், அப்பொருள் எரியத்தக்க பொருளாயிருத்தல் அவசியமென முன்பு குறிப்பிட்டிருந்தோம். மேலும் தகனமுறும் பொருள் அதன் எரிபற்றுநிலையை அடையாதிருப்பின் வீது தகனமுறமாட்டாது. தகனம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதற்கு

மேற்கூறிய இரு காரணிகள் போதுமா? எரியும் மெழுகுதிரியொன்றைப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, வாயகன்ற போத்தல் ஒன்றினால் மூடிவிட்டால் என்ன நடைபெறுமென நாம் ஆராய்வோம். சிறிது நேரத்தின் பின்னர் மெழுகுதிரி அணைந்து போகும். எரியும் மெழுகுதிரியை முன்னரெவிடப் பெரிய போத்தல் ஒன்வனால் மூடும்பொது, மெழுகுதிரி அகுவதற்கு அதிக நேரம் எடுக்கும். இதிலிருந்து தகனம் தொடர்பாக ஒரு பாதிப்பைப் போத்தலிலிருந்து வளியின் அளவு உண்டாக்குகின்றது என்பது தெளிவாகின்றது.

வளி வாயுக்களால் ஆன கலவையாகும். வளியில் முக்கியமாக நைதரசனும் ஒட்சிசனும் காணப்படும். வளியில் 1/5 ஓங்கு ஒட்சிசனாகும்.

ஒட்சிசன் நிரம்பிய முகவையொன்றினுள் எரியும் குச்சியொன்றை உட்செலுத்துங்கள். குச்சி கவாலையுடன் பிரகாசமாக எரியும். இதிலிருந்து ஒட்சிசன் தகனத்திற்கு உதவியுள்ளதென அறியலாம். மேற்கூறிய பரிசோதனையில் மெழுகுதிரி வளியில் உள்ள ஒட்சிசன் முடிவுற்றதால் அணைந்து போயிற்று என்னலாம். ஆகவே தகனம் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுவதற்குத் தகனத்திற்கு உதவும் வளி அல்லது ஒட்சிசன் அடங்கிய வளி எரிவுறும் பொருளுக்குத் தொடர்ச்சியாகக் கிடைக்க கப்பெறல் வேண்டும். தகனத்திற்கு உதவும் வளி அல்லது ஒட்சிசன் தகனத்துணை எனப்படும் தகனத்திற்குத் தேவையான காரணிகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

- (1) தகனமுறும் பொருள் (எரிபொருள்) அல்லது எரியத்தக்க பொருள்.
- (2) எரிபற்றுநிலை வரை வெப்பமேற்றல்
- (3) தகனத்துணை (உதா. ஒட்சிசன், வளி) இருத்தல்.

இக்காரணிகள் மூன்றும் பெறப்படும் வரை தகனம் நடைபெறமாட்டாது. தகனத்தின் பபாது எரியத்தக்க பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலகங்கள் ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து, புதிய பொருள் ஒன்றை உண்டாக்கும். மேலும் வெப்பமாகவும் ஒளியாகவும் சக்தி வெளியேறும். அநேக எரியத்தக்க பொருட்களில் காபன், ஐதரசன் எனும் இரு மூலகங்கள் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக விற்றகு, பெற்றோல், தேங்காய் எண்ணெய் போன்ற எரிபொருட்களில், காணப்படுவது காபனும் ஐதரசனும்மேயாகும். காபனும் ஐதரசன்

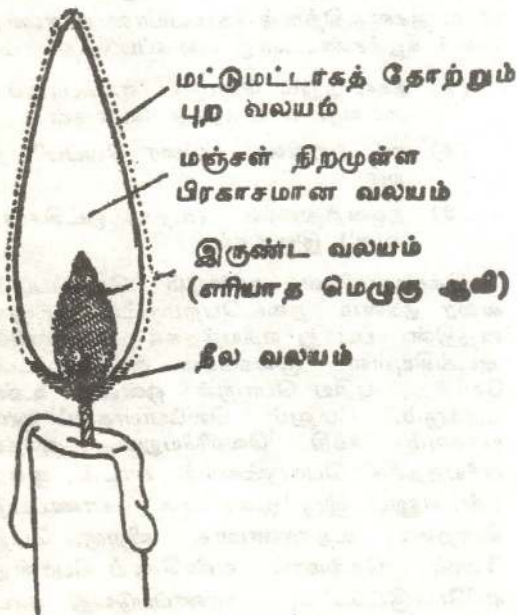
சனும் அடங்கியிராத எப்பொருட்களும் உள. மக்னீசியம், பொசுபரசு, சல்பர் (கந்தகம்) இவ்வாறான மூலகங்களாகும். எவ்வகறாயினும் எல்லா எரிபொருட்களும் ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து புதிய பொருட்களை உண்டாக்கும். சில பொருட்கள் எரியும் போது பூரணமாக எரியாமல் மீதிகள் பெறப்படும். ஆயினும், வேறு பெருட்கள் பூரணமாக எரிந்துபோகும். உதாரணமாக விறகு எரியும்போது கரியும் சாம்பலும் மீதாகும்.

மண்ணெண்ணெயினால் உணவு சமைக்கும்போது உணவுப் பாத்திரத்தின் கீழ்ப்பாகத்தில் கரி படிந்திருப்பதைக் கண்ணுற்றிருப்பீர்கள். கரியில் அடங்கியிருப்பது காபனாகும். இவ்வாறு கரி படிவது மண்ணெண்ணெயிலுள்ள காபனின் ஒரு பகுதி எரிவுறாமல் மீதமாதலால் ஆகும். விறகு எரியும்போது புகை மேலெழும்புவதைக் கண்டிருப்பீர்கள். இங்கு எரிவுறாத காபன்துகள்கள் குடான வளியுடன் மேலே மிதந்து செல்வதைக் காணலாம். இது புகை எனப்படும். தகனம் நடைபெறுவதற்குத் தவையான அளவு ஒட்சிசன் கிடைக்கப் பெறாததால் அல்லது ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுறக்கூடிய அளவிற்குக் காபன் துகள் வெப்பமேற்றப்படாததால் இவ்வாறு நடைபெறுகின்றது.

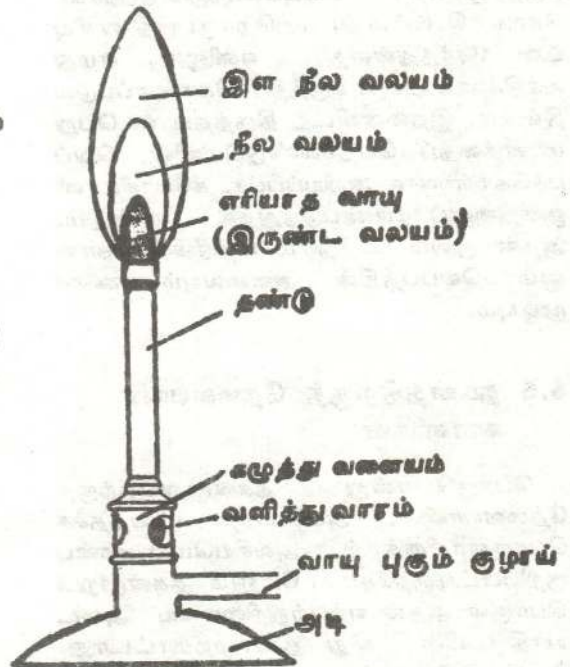
### 6.6.1 மெழுகுதிரியின் சுவாலை

மெழுகுதிரி எரியும்போது மெழுகிலுள்ள காபனும் ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் தாக்க முற்று காபனீரொட்சைட்டையும் நீரையும் அளிக்கும். மெழுகுதிரி மாத்திரமல்ல எல்லா எரிபொருட்களும் எரியும் போது காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் உண்டாகும். இவற்றைத்தவிர எரியாமல் மீதமுற்ற காபனும் காணப்படும். இது கரியாகப் பெறப்படும். பூரணமாகத் தகனம் நடைபெறும்போது விளைவுகளாகக் காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் பெறப்படும். குறைத்தகனத்தின் போது விளைவு கருளாகக் காபன் துகள்கள் பெறப்படும.

தகனத்தைப்பற்றி மேலும் ஆராய்வதற்கு மெழுகுதிரியின் சுவாலையையும் பன்சன் சுடரின் சுவாலையையும் ஒப்பிடுவோம். மெழுகில் காபன், ஐதரசன் எனும் இரு மூலகங்கள் மாத்திரம் உள்ளன. மெழுகுதிரியை ஏற்றிவைத்து அதன் சுவாலையை அவதானியுங்கள். சுவாலையின் வெப்பத்தினால் மெழுகு உருகித் திரவ மெழுகாக மாறும். திரவ நிலையை அடைந்த மெழுகானது திரியினூடாக மேற்சென்று சுவாலையின் வெப்பத்தினால்



படம் 6.10



படம் 6.11

ஆவியாக மாறும். வெப்பத்தின் காரணமாக மெழுகின் ஆவி காபனாகவும் ஐதரசனாகவும் பிரிகையுறும். படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, சுவாலையின் கீழ்ப் பகுதியில் நீலநிறப் பகுதி ஒன்று காணப்படும். இப்பகுதி வளியின் ஒட்சிசனுடன் ஐதரசன் தாக்கமுறுவதால் ஏற்படுவதாகும். நீலநிறப் பகுதிக்கு மேலாகத் திரியின் அண்மையில் காணப்படும் கருமையான பகுதி எரிவுறாத மெழுகு ஆவியினால் ஏற்படுவதாகும். இக்கருமையான பகுதியைச் சுற்றிப் பிரகாசமான பகுதியொன்று காணப்படுகின்றது. இங்கு காபன் துகள்கள் வெப்பமேற்றப்படுவதால் மஞ்சள் நிறமாகப் பிரகாசிக்கும். இப்பகுதியில் காபன் துகள்கள் குறை தகனத்திற்கு உள்ளாகும். இக்காபன் துணிக்கைகள் சுவாலையின்மேல் ஓரங்களில் வளியிலுள்ள ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுறும். அல்லது ஒட்சியேற்றப்படும். இதனால் காபனீரொட்சைட்டு வாயு உண்டாகும். பிரகாசமன பகுதியைச் சுற்றி அமைந்துள்ள சிறிதளவு தெரியும் பகுதியில் இவ்வாறு நடைபெறும். இப்பகுதியிலும் பூரணதகனம் நடைபெறும்.

மெழுகுதிரியின் சுவாலையிலுள்ள நான்கு பகுதிகளிலும் அதிக வெப்பநிலையில் உள்ளது நீலநிறப் பகுதியாகும். இரண்டாவதாக அதிக வெப்பமான பகுதி பிரகாசமான பகுதியைச் சூழவுள்ள சிறிதளவே தெரியும் பகுதியாகும். இப்பகுதிகள் இரண்டும் பூரண தகனம் நடைபெறும் பகுதிகளாகும்.

### 6.6.2 பன்சன் சுவாலை

ஆய்கூடத்தில் பன்சன் சுடரடுப்பினால் பெறப்படும் சுவாலையைப் பற்றி இப்போது ஆராய்வோம். முதலில் பன்சன் சுடரடுப்பு தயாரிக்கப்பட்டுள்ள முறையை ஆராய்வோம். படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு எரிவாயு உள்ளே நுளையும் குழாய் ஒன்று, பன்சன் சுடர் அடுப்பின் கீழ்ப்பாகத்தில் உள்ளது. அதற்கு மேலாக வளி நுளையத் தக்க துவாரம் ஒன்றும் துவாரத்தின் அளவை மாற்றத்தக்கவாறு அடுப்பின் தண்டின் இணைக்கப்பட்டுள்ள வளையம் ஒன்றும் காணப்படும்.

பன்சன் சுடரடுப்பினுள் வளி நுளையுமாறு அமைத்தபின் அதை ஏற்றுங்கள். பின் வளி உள்வரும் துவாரத்தை மூடுங்கள். அப்போது, மஞ்சள் நிறமான சுவாலை பெறப்படும். இப்போது சுவாலை மேலாகப்

கப் பிங்கான் துண்டொன்றைப் பிடியுங்கள். அதன் மேற்புறத்தில் கரி படியும். இதிலிருந்து எரிவாயு பூரணமாக எரிவதற்குத் தேவையான அளவு வளி (ஒட்சிசன்) பெறப்படவில்லை என தெளிவாகின்றது. ஆகவே, எரிவாயுவினுள் காபன் பூரணமாகத் தகனமுறவில்லை. இப்போது வளையத்தைச் சுற்றி வளி உட்புகும் துவாரத்தைத் திறவுங்கள். சுவாலை நீலநிறமாக மாறும். இப்போது சுவாலையின் மேலாக ஒட்டுத் துண்டைப்பிடித்தவுடன் அதில் கரி படிய மாட்டாதென்பதை வஅதானிக்கலாம். மென் மேலும் துவாரத்தைத் திறந்தவுடன், பெரிய இளம் நீலப் பகுதியினுள் சிறிய கடும் நீலப்பகுதியை உடைய சுவாலையொன்று பெறப்படும்.

நீலநிறச் சுவாலைக்குச் சிறிதளவு காபன்துளை விசிறுங்கள். பளபளக்கும் காபன் துகள்களுடைய மஞ்சள் நிற சுவாலையொன்றை நீங்கள் காண்பீர்கள். இதிலிருந்து பூரணத் தகன முறாத காபன் துகள் காரணமாகவே சுவாலை பிரகாசமாய் அமைகிறதென அறியலாம். பன்சன் அடுப்பின் வளித்துவாரத்தினளவைப் பெரிதாக அல்லது சிறிதாகச் செய்வதன் மூலம் சுவாலையைப் பிரகாசமுள்ளதாகவோ பிரகாசமற்றதாகவோ மாற்றலாம். பெறும் வளியின் அளவு அதிகரிக்கும்போது, சுவாலையின் பிரகாசம் குறைவுறும். ஆகவே இந்நிலையின் போது எரிவாயுவில் அடங்கும் காபனும் ஐதரசனும் பூரண தகனத்திற்கு உள்ளாகின்றனவென அறியலாம்.

### 6.6.3 வெடிமருந்து தகனமுறுவது எவ்வாறு?

தோட்டவிலுள்ள எரியும் பொருள்களான கலவை வெடி மருந்து எனப்படும். இக்கலவையின் எரிதலுக்குத் தேவையான ஒட்சிசன், கலவையிலுள்ள இரசாயனப் பொருளொன்றினால் அளிக்கப்படும். ஆரம்ப காலத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட வெடிமருந்துகளில் பொற்றாசியம், நைத்திபரற்று, காபன், கந்தகம் எனும் இரசாயனப் பொருள்கள் அடங்கி இருந்தன. பொற்றாசியம் நைத்திரேற்று வெப்பமேற்றப்பட்டால் வாயு வெளிவிடப்படும். இதன் மூலம் காபன், கந்தகம் எனும் மூலகங்கள் தகனம் அடையும். தோட்டாவின் உறையினுள் மிகச் சிறிய வெளியினுள் எரி பொருள்கள் அடைக்கப்பட்டு இருக்கும்.

ஆகவே, எரிதலின் போது வலுவான வெடிப்பு உண்டாகும். அப்போது தோட்டாக்களிலுள்ள சிறு குண்டுகள் மிக வேகமாகத் தெறிக்கும். எரிதலுக்குத் தேவையான அளவு எரிபற்று நிலையை அடைவது தோட்டாவின் பிற்பாகத்தில் உள்ள உறையில் வேகமாக அடிக்கப்படும் போதாகும். அப்போது அங்கு அடைபட்டிருக்கும் வெடிமருந்து திடெரென எரிபற்று நிலையை அடையும். ஆகவே அவ்விரசாயனப் பொருட்கள் திடெரென எரியும். தற்போது தயாரிக்கப்படும் நவீன வெடி மருந்துகள் முன்னைய வற்றைக் காட்டிலும் அதிக திறனுடையவையாகும்.

### 6.7 தீ அணைத்தல்

பெரும்பாலும் தீயை அணைப்பதற்காக தீ பற்றியுள்ள பொருளின் மீது நீரை ஊற்றுவது வழக்கம். இதைத்தவிர மணல், ஈரமான சாக்குகள் போன்றவற்றை எரியும் பொருளின் மேல் போடுவதும் வழக்கம்.

தணற் கட்டியொன்றின் மேல் சிறிதளவு நீரைத் தெளியுங்கள். நீங்கள் எதனைக் காண்பீர்கள்? தணலிலிருந்து ஏதாவது வெளியாவதைக் காண்பீர்களா? கண்ணாடி வழக்கி அல்லது வேறொர் குவிந்த பரப் பொன்றை நீரைத் தெளித்த தணற்கட்டியின் மேலாகப் பிடியுங்கள். அதன் கீழ்ப் புறத்தில் நீராவி ஒடுங்கி இருப்பதைக் காணலாம். தீயை அணைப்பதற்கு நீர் எவ்வகையில் உதவுகின்றது என ஆராய்வோம். நீர் நீராவியாக மாறுவதற்கு வெப்பச்சக்தி அவசியம். நீர் நீராவியாகியது தணற் கட்டியில் இருந்து வெப்பத்தைப் பெற்றுக் கொண்டதன் மூலமாகும். ஆகவே தணலின் வெப்பநிலை குறைவுறும் அப்போது தீ அணைந்துபோகும்.

எரிதலுக்குத் தேவையான காரணிகளைப்பற்றிச் சிறிது சிந்தியுங்கள். எரியத்தக்க பொருள், எரிபற்று நிலைவரை வெப்பமேற்றப்படல் தகனம் ஆரம்பமாவதற்கு ஒரு காரணமாகும். நீரைத் தெளித்ததனால் எரியத்தக்க பொருளின் வெப்பநிலை, அதன் எரிபற்று நிலையை விடக் குறைவுறும். இதைத் தவிர நீராவிப் படை உண்டாகும் போது எரியத்தக்க

பொருளும், தகனத்துணை (ஒட்சிசன்) யும் தொடர்புறுதல் தவிர்க்கப்படும். மேற் கூறிய இரு காரணிகளும் தணலின் தீயை அணைப்பதற்குக் காரணமாய் அமைந்தன. உடை தீப்பற்றும்போது தீயை அணைப்பதற்காக நிலத்தில் உருளுவது வழக்கம். இங்கு எரியத்தக்க பொருளினி னதும் ஒட்சிசனினதும் தொடர்பு தவிர்க்கப்படுகின்றது. உடம்பில் உள்ள உடையில் தீ பற்றும்போது ஒடுதல் தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். ஒடும்போது தீ மென்மேலும் பரவும். ஆகவே, நிலத்தில் உருளுவதால் அல்லது தடித்த துணி அல்லது சாக்கு ஒன்றினால் மூடுவதன் மூலம் தீயை அணைக்க முடியும். இங்கு என்ன நடைபெறுகின்றதெனக் கூற முடியுமா?

தீ அணைப்பதற்கு நீரைப் பயன்படுத்தக் கூடாத நிலைகளும் உள்ளன. எண்ணெய், சாயம், பெற்றோல் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் தீயை அணைப்பதற்கும் மின் ஒழுங்கில் ஏற்படும் தீயை அணைப்பதற்கும் நீரை ஒருபோதும் உபயோகிக்கக்கூடாது. நீரின் மேலாக எண்ணெய் மிதக்கக் கூடியதாகையால், தீ கூடிய பரப்பிற்குப் பரவுவதைக் காணலாம். இவ்வாறான வேளைகளில் நீருக்குப் பதிலாகக் காபனீரொட்சைட்டை உபயோகிப்பர், அல்லது செயற்கைப் புகையொன்றை உபயோகிப்பர். இங்கு எண்ணெயை மூடியபடி எண்ணெயின் மேல், நுரை மிதக்கக்கூடிய தாகையால், எண்ணெய் (தகனத் துணையான) வளியிலிருந்து வேறுபடுத்தி வைக்கப்படும். அதிக அழுக்கத்தின் கீழ் சிறு துவாரத்தின் ஊடாக நீரை வெளியேற்றுவதால் பனிப்புக்கையொன்றைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம். இதனால் குளிராக்கப்படுகின்ற அதேவேளையில் எண்ணெய்யும் வளியும் தொடர்புறுதல் தவிர்க்கப்படுகின்றது.

எரிபொருளைக் குறைப்பதன் மூலம் அல்லது எரிபொருளை அகற்றுவதன் மூலம் தீயைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். காடொன்றில் தீ பற்றும்போது, தீயைச் சூழவுள்ள பகுதிகளில் காணப்படும் தாவரங்களை வெட்டி அகற்றுவர். எரிவாயு தீப்பற்றுவதன் மூலம் உண்டான சாயை அணைப்பதற்காக முத்வில் எரிவாயு இசுணைப்பைத் துண்டிக்க வேண்டும்.

### 6.7.1 தீ அணைக்கும் கருவிகள்

தகனம் நடைபெறுவதற்குக் கீழ்க் காணும் காரணிகள் அவசியம் என முன்னர் படித்தோம். அவையாவன: —

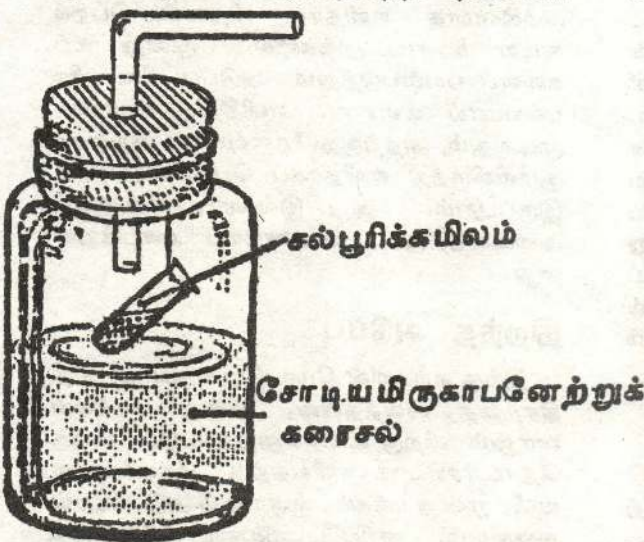
1. எரியத்தக்க பொருள்
2. தகனத் துணை
3. எரிபற்றுநிலை

ஆகவே தீயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குக் கீழ்க்காணும் நடைமுறைகளைக் கையாளலாம்: —

1. எரியத்தக்க பொருளைத் தகனத் துணையிலிருந்து வேறாக்கல்
2. தகனத் துணையை எரியும் மேற்பரப்பிலிருந்து அகற்றல்.
3. எரிபொருளின் வெப்ப நிலையை எரிபொருளின் எரிபற்று நிலையிலும் குறைவுறச் செய்தல்.

ஆகவே, தீ அணைக்கும் உபகரணம் ஒன்றைத் தயாரிக்கும்போது, மேற்கூறிய ஒன்று அல்லது இரண்டு தேவைகளைத் திருப்திப்படுத்தத் தக்கவாறு தீயணைகருவியைத் தயாரிப்பார்கள்.

காபனீரொட்சைட்டு ஒரு தகனத் துணை அல்ல. இவ்வாயுவை உபயோகித்துத் தீ அணைக்கும் உபகரணத்தைத் தயாரிக்க

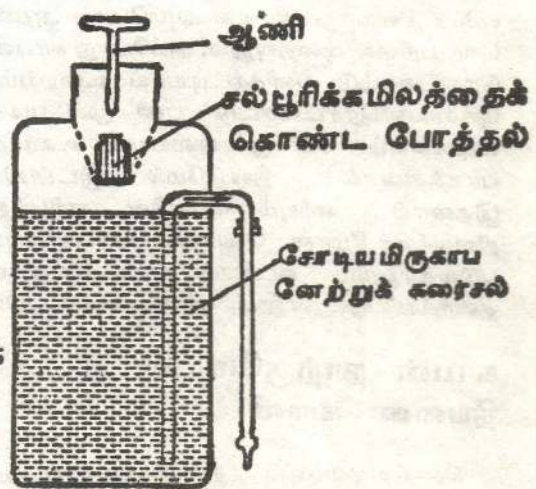


படம் 6.12

லாம். அதனை இலகுவில் தயாரித்துக் கொள்ளவும் முடியும். எளிய தீ அணைப்பு உபகரணம் ஒன்றை நீங்களும் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். படத்தில் காட்டியவாறு சிவது வாயகன்ற பபாத்தலினுள் செறிந்த சேகடியமிருகாபனேற்று நீர்ாகரைசலை இடுங்கள். தேவையானபோது கலக்க முடிந்தவாறு செறிந்த சல்பூரிக் கமிலத்தைச் சிறிய சோத்குணக் குழாய் ஒன்றினுள் இட்டு அதனைப் போத்தலின் வாயில் கட்டுங்கள். கண்ணாடிக் குழாய் இணைக்கப்பட்ட தக்கை ஒன்றினால் போத்தலை மூடுங்கள். போத்தலைச் சரிக்கும் போது, இரு கரைசல்களும் தாக்கமுற்று காபனீரொட்சைட்டு வெளியேறும். அப்போது, இவ்வாயுவுடன் நீரும் வெளியேறும் யேறும் (படம் 6.13).

### சோடா—அமில தீயணை கருவி

மேலே விவரிக்கப்பட்ட (படம் 6.13)) தீயணைகருவி சோடா- தீயணை கருவி என அழைக்கப்படுகின்றது. கட்டடங்களில் அநேகமாகக் காணக்கிடைப்பது இதுவே யாகும். கனமான உலோகப் பாத்திர மொன்றினுள் சோடியமிருகாபனேற்றுக் கரைசல் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. சல்பூரிக் கமிலம் நிரப்பிய சிறிய போத்தல் ஒன்று



படம் 6.13

இதனுள் உள்ளது. அதிலுள்ள ஆணி மோதி உடைக்கப்படும் போது அமிலமும் இருகாபனேற்றும் தாக்கமுற்று, நுரையை வெளியேற்றும் (படத்தைப்) (பார்க்க).

## நுரை தீயணை கருவி

எண்பீணய் வகைகள் தீப்பற்றும்போது தீயை அணைப்பதற்கு முக்கியமாக இக் கருவி பயன்படும். இக்கருவியின் அமைப்பு அமிலத்தீயணை கருவியை ஒத்ததாகும். இங்கு சல்பூரிக் கமிலத்திற்குப் பதிலாக அலுமினியம் சல்பேற்றுக் (அலம்) கரைசல் உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளது. அலம் கரைசலும் சோடியமிருகாபனேற்றுக் கரைசலும் கலவையிறும் பாது, காபனீரொட்சைட்டு அடங்கிய நுரை உண்டாகும். இந்நுரை அதிக அழுக்கத்துடன் தீயின் மேல் விசிறப்படும். நுரை எண்ணெயின் மேல் பரவி நிற்கும். ஆகவே எண்ணெய்க்கும் வளிக்கும் இடையே தொடர்பு அற்றுப் போய் தீ அணைந்து போகும்.

## காபனீரொட்சைட்டு தீயணை கருவி

இக்கருவி திரவ காபனீரொட்சைட்டினால் நிரப்பப்பட்ட பாத்திரத்தை உடையது. பாத்திரத்தின் வால்வு திறக்கப்பட்டவுடன் உயர் அழுக்கத்தின் கீழ் உள்ள காபனீரொட்சைட்டு ஆவியாகி விரிவடையும். இவ்வாறு விரிவடையும்போது அதன் வெப்பநிலை குறைவுறும். அப்போது காபனீரொட்சைட்டு, பனிக்கட்டியாய் உறையும். இக்காபனீரொட்சைட்டு பனி முக்கோண வடிவையும் கூர் முனையையும் உடைய பாகத்தினால் தீயின்மேல் இடப்படும். இதனால் எரியும் பொருள், எரிபற்று நிலைக்குக் கீழான வெப்பநிலைக்கு மாற்றப்படுவதாலும், ஒட்சிசன் வாயு பெறுதல் தவிர்க்கப்படுவதாலும், தீ அணைக்கப்படும்.

## காபன் நாற்குளோரைட்டு தீயணை கருவி

சில வேளைகளில் தீயை அணைப்பதற்காக ஆவியாகும் எரியாப் பொருட்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. காபன் நாற்கு

ளோரைற்று இவ்வாறான ஒரு திரவமாகும். எரியும் பொருளிலிருந்து வெப்பத்தை வேகமாக உறுஞ்சிக் கொள்வதால், காபன் நாற்குளோரைற்று வேகமாக ஆவியாகும். அப்போது எரியும் பொருளின் வெப்பநிலை அதன் எரிபற்று நிலையிலும் குறைந்து விடும். ஆகவே தீ அணைந்துவிடும்.

## 6.8 அடுப்பு, சூளை

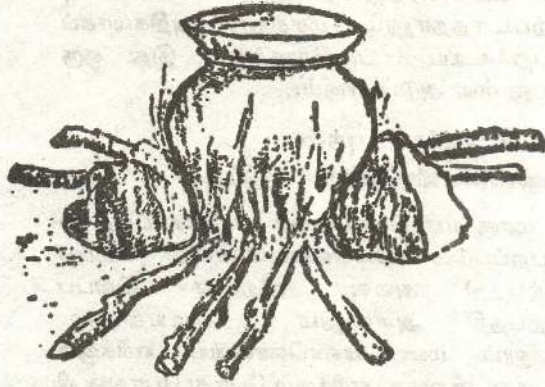
### 6.8.1 அடுப்பு வகைகள் மூன்றுகல் அடுப்பு

ஆதிகாலத்திலிருந்தே மனிதர்கள் உணவு சமைப்பதற்காக நெருப்பை உபயோகித்தார்கள் என்பதற்கான அத்தாட்சிகள் பல உண்டு. இறைச்சியை நெருப்பில் வாட்டி உண்பதற்காகத் திறந்த இடங்களில் மனிதன் விறகுகளை எரித்து நெருப்பை உண்டாக்கினான். காலப்போக்கில் மட்பாண்டங்களைத் தயாரிக்கக் கற்ற மனிதன், மட்பாண்டங்களினுள் இட்டு உணவைச் சமைக்கும் முறையையும் கற்றுக் கொண்டான். இதனால் அடுப்புகள் தயாரிக்க வேண்டி ஏற்பட்டது. இதற்காக மிக எளிய முறையில் மும்முனைகளில் கற்களை வைத்து அடுப்புகளைத் தயாரித்துக் கொண்டான் (படம் 6.14). இத்தகைய மூன்று கற்கள் பயன்படுத்தப்படும் அடுப்புகள் இன்றும் உபயோகத்தில் உள்ளன. முக்கியமாக எளிதாக விறகைப் பெறக் கூடிய கிராமப்புறங்களில் மூன்று கற்களைப் பயன்படுத்தும் அடுப்பு மிகப் பிரபல்மாய் உள்ளது. எளிதில் தயாரிக்க முடிவதும், அதற்குத் தேவையான விறகைச் சூழலிலிருந்து எளிதாகப் பெறக்கூடியதா இருப்பதும், இது இவ்வாறு பிரபல்மாய் அடைவதற்குக் காரணமாய் அமைந்துள்ளது.

### திறந்த அடுப்பு

இங்கு கற்களின் மேல் இருக்குமாறு பாத்திரத்தை வைத்தபின், மூன்று பக்கங்களினாலும் விறகு உட்செலுத்தப்படும். விறகு தொடர்ச்சியாக எரிவதற்குத் தேவையான வளி, மூன்று பக்கங்களினாலும் அடுப்பினுள் நுளையும். எரியும் அடுப்பை நோக்கும் நங்கள் அங்கு என்ன காண்கின்றீர்கள்?



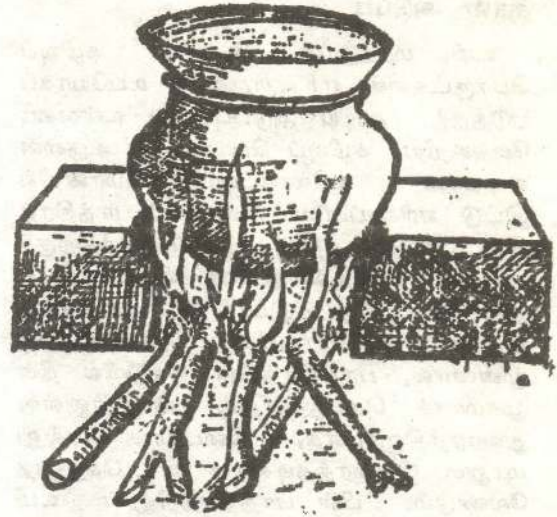


படம் 6.14

நெருப்புச் சவாலைகளும் வெப்ப மேற்றப்படும் பாத்திரத்தை நோக்கி உள்ளனவா? இத்தகைய அடுப்புகளின் குறைபாடு யாதெனில், எரியும் விறகின் வெப்பச் சக்தியின் பெரும்பாகம் வீணாகுதல் ஆகும். இதைத்தவிர புகை அதிகமாக வெளியேறுவதால் வீட்டுக் கூரையில் அதிக கரி படியும். பமலும் அடுப்பின்மேல் ஒரு பாத்திரத்தை மாத்திரமே வைத்து வெப்பமேற்ற முடியும். ஆகவே, ஒவ்வோர் தடவை சமைப்பதற்கும் வெவ்வேறாக விறகு எரிக்க நேரிடுகின்றது.

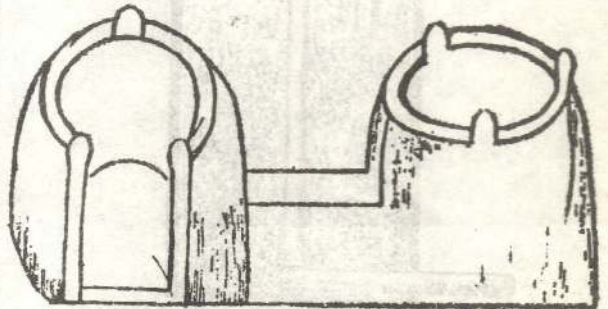
திறந்த அடுப்பு சாதாரண மக்களிடையே அதிக பிரபல்யமாகையால் அதன் அமைப்பை மேலும் முன்னேற்ற முயற்சி எடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் விளைவாக இலங்கையில் இன்று சில பகுதி மக்கள் முன்னேறிய வகையிலான திறந்த அடுப்புகளை உபயோகிக்கின்றனர். இதுபாதி மூடப்பட்ட செங்கல் அடுப்பாகும் (படம் 6.15), முன்பக்கத்திலுள்ள அகன்ற வாயினூடாக விறகு அடுப்பிலுள் செலுத்தப்படும். நாட்பட்ட அடுப்பின் ஓரங்கள் வெடிப்புறும் போது வெடிப்புகளின் மீது சாணக்கலவை பூசப்படும்.

எரிபொருள் செலவைக் குறைக்கும் முகமாகவும், உற்பத்தியாக்கப்படும் வெப்பத்தைக்கூடிய அளவில் வீணாக்காமல் பயன்படுத்துவதற்காகவும் இலங்கையில் சில தாபனங்கள் பல்வேறு வகையான அடுப்புகளை வடிவமைத்துள்ளன. தொழில் அபிவிருத்திச் சபை, இலங்கை விஞ்ஞானக் கைத்தொழில் ஆராய்ச்சித்தாபனம்,



படம் 6.15

சர்வோதய சிரமதான நிலையம் போன்றவை இவ்வகையில் மிகப் பயனுள்ள சேவையை ஆற்றியுள்ளன. இவ்வாறான அடுப்பொன்று (படம் 6.16) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வடுப்பிலுள்ள பயன்கள் யாதெனின், ஒரே தடவையில் இரு பாத்திரங்களை வெப்பமேற்றக் கூடியதாயும், சலபமாகவும் குறைந்த செலவிலும் சமைக்கக்கூடியதாயும், தேவையான இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லக் கூடியதாயும் இருத்தல் ஆகும். மேலும் விறகு உள்ளே இருவதற்கு ஒரேயொரு வாய் மாத்திரம் உள்ளதால் தீச்சவாலைகள் பரவி வெப்பம் வீணாகிப் போவது ஓரளவுக்குத் தடுக்கப்படுகின்றது. உற்பத்தியாகும் வெப்பம் வீணாகுவது தடுக்கப்படுவதால் இரு பாத்திரங்களை வெப்பமேற்றக் கூடியதாய் உள்ளது. அடுப்பு எரிவதற்குத் தேவையான அளவு வளி உட்புக முடியாமையால் இவ்வடுப்பில் காப்படும் ஒரு குறைபாடாகும்.



படம் 6.16

## தூள் அடுப்பு

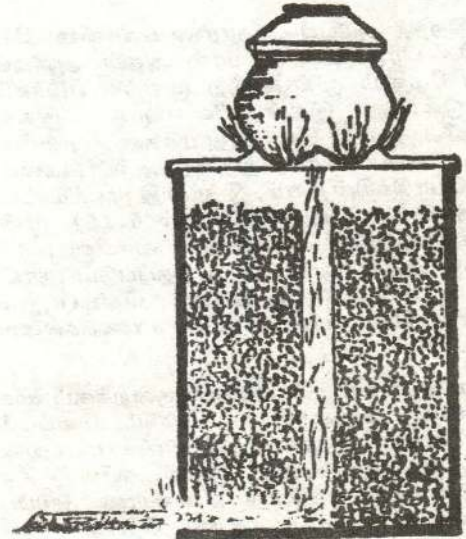
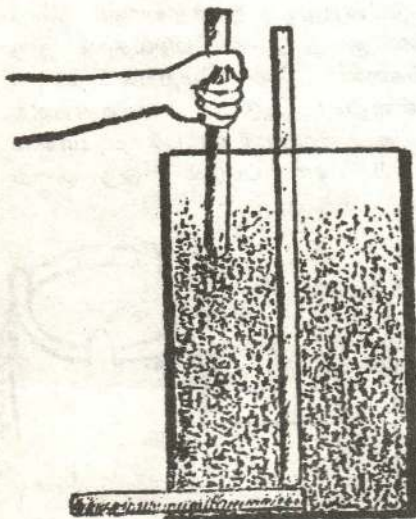
உமி, மரத்தூள் போன்ற கழிவுப் பொருட்களை எரிபொருளாக உபயோகப்படுத்தக் கூடிய அடுப்புகளும் உள்ளன. மேற்கூறிய கழிவுப் பொருட்கள் உருளை வடிவான உலோகப்பாத்திரமொன்றில் இட்டு எரிக்கப்படும். உலோகப் பாத்திரத்தின் ஒரு பக்கத்தில் அடிப்பாகத்திற்குச் சமீபமாக 2cm அல்லது 3cm விட்டமுடைய துவாரம் ஒன்று இடப்படும். பாத்திரத்தினுள் எரிபொருளை நிரப்புவதற்கு முன்னால், பாத்திரத்தின் நடுவில் நீள் முகமாகச் செல்லுமாறும் பக்கத்திலுள்ள துவாரத்தினூடாக, கிடையாக செல்லுமாறும் இருமரத்தடிகளை உட்கொடுத்த வேண்டும். பின் பாத்திரத்தினுள் உமி அல்லது மரத்துளை இட்டு நன்றாக அழுத்த வேண்டும். மரத்தடிகளை வெளியே எடுத்த பின் மரத்தூள்த் திணிவினூடாக செல்கின்ற நீண்ட துவாரம் ஒன்று உண்டாகி இருப்பதைக் காணலாம். ஆகவே, வளி உள்ளே ஒருவதற்குத் தேவையான மார்க்கம் இதனால் கிடைக்கின்றது. இத்தகைய அடுப்பொன்றைப் பற்ற வைத்தவுடன் அதிலுள்ள எரிபொருள் முழுவதும் எரிந்து முடியும்வரை அடுப்பு தொடர்ந்து எரியும். அதாவது, இத்தகைய அடுப்பு எரிவதைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. ஆயினும், அதிகநேரம் அடுப்பை எரிக்கத் தேவையான வீடுகளுக்கு இது பயனுள்ளதாய் அமைகின்றது. முக்கியமாகப்

பயன்படுத்த முடியாத கழிவுப் பொருளான உமியையும் மரத்தூளையும் இவ்வடுப்புக்குப் பயன்படுத்துவதாலும் பணச்செலவு ஏற்படாததாலும் மரத்தூள் அதிகமாகப் பெறக்கூடிய பகுதிகளுக்கு இது ஒரு பயனுள்ள அடுப்பாகும்.

## 6.8.2 சூட்டடுப்புகள்

### மண்ணெண்ணெய் அடுப்பு

மசகு எண்ணெய்யைச் சுத்திகரிப்பதால் பெறப்படும் மண்ணெண்ணெயின் வெப்ப உற்பத்தி அளவு, விறகின் வெப்ப உற்பத்தி அளவிலும் கூடியதாகும். மேலும் மண்ணெண்ணெய்யை எரிக்கும் போது விறகை எரிக்கும் போது போலன்றி மீதங்கள் எதுவும் பெறப்படுவதில்லை. இது ஒரு நற்பயனாகும். மேலும் எரிவுறும் வேகத்தை இலகுவாகக் கட்டுப்படுத்தவும் முடியும். தேவையேற்படும்போது எரிபொருளின் அளவைக் கூட்டிக் குறைப்பதன்மூலம், எரியும் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இரு வகையான மண்ணெண்ணெய் அடுப்புக்கள் உணவு சமைப்பதற்காக உபயோகப்படுகின்றன. திரியுடன் கூடிய மண்ணெண்ணெய் அடுப்பு (படம் 6.18) ஒரு வகையாகும். இங்கு மண்ணெண்ணெய் தாங்கியுடன் படுமாறு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையிலான திரிகள் இடப்பட்டிருக்கும்.

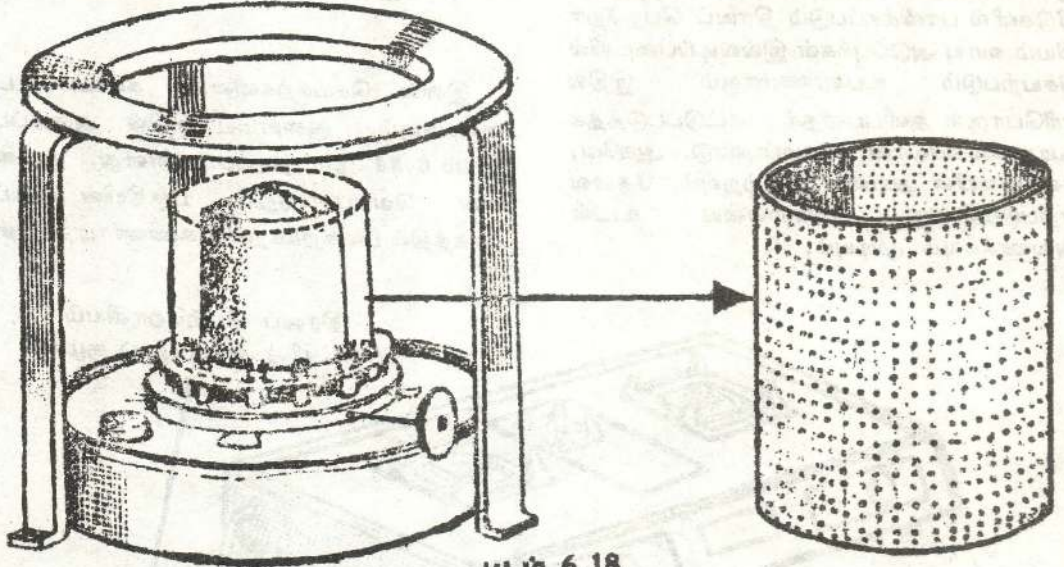


திரிகளை உயர்த்திச் சுவாலையைக் கூட்டவும், அல்லது கீழிறக்கிச் சுவாலையைக் குறைக்கவும் கூடிய வகையில் திருகாணி யொன்றும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எரி பொருள் எரிவதை இது கட்டுப்படுத்தும். தகனம் முழுமையாக நடைபெறுவது பேண்ப்படுவதற்காக சிறுதுளையுடைய உலோக உருளையொன்றினால் திரிகள் சூழப்பட்டிருக்கும். சூடான வளி, உடன்

கரி உண்டாகமாட்டாது. இங்குள்ள குறைபாடுகள் யாதெனில் சுவாலையைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமையும், அடிக்கடி வளியை அழுக்கி நிரப்பவேண்டி ஏற்படுதலுமாகும்.

### வாயு அடுப்பு

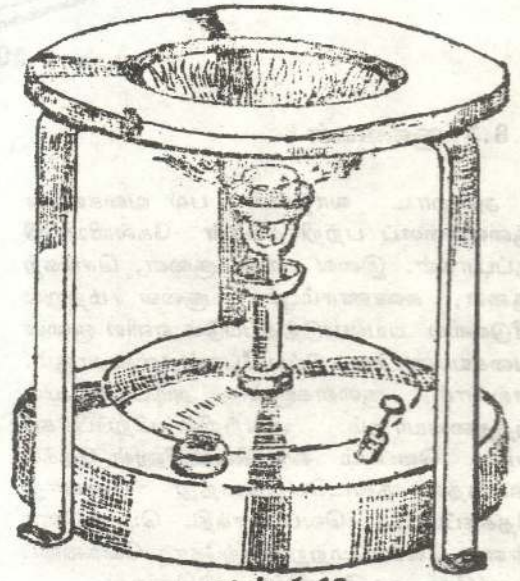
திரவ பெற்றோலியம் வாயு, அல்லது உயிர்வாயு போன்ற எரிபொருட்களின், வெப்ப உற்பத்தி அளவு திரவ மற்றும்



படம் 6.18

காவுகை ஓட்டத்தின் மூலம் மேலே எடுத்துச் செல்லத்தக்க வகையில், அடுப்பின் நடுவில் மேல் முனை மூடப்பட்ட உருளை வடிவான உலோகப் பேணி ஒன்றும் காணப்படும். இவ்வடுப்பு நீலநிறமானதும், புகை, கரி போன்றவை மிகவும் குறைவாக வெளி விடுவதுமான சுவாலையை அளிக்கும்.

மற்றுமொருவகை மண்ணெண்ணெய் அடுப்பு அழுக்கவகை அடுப்பாகும். இங்கு திரி காணப்படமாட்டாது. மண்ணெண்ணெய் தாங்கியினுள் வளியை அழுக்கி நிரப்பக் கூடிய வகையில் பம்பியொன்று தாங்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வளியை அழுக்கி நிரப்பியவுடன், எண்ணெயும் வளியும் சேர்ந்த கலவையொன்று சிறு துவாரமொன்றினூடாக மேலே விசிறப்படும். இவ்வாறு விசிறப்படும் எண்ணெய் நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரியும். எரி தலுக்குத் தேவையான வளி தடையின்றி வேகமாகப் பெறப்படுவதால், தகனம் முழுமையாக நடைபெறும். இவ்வடுப்பில்



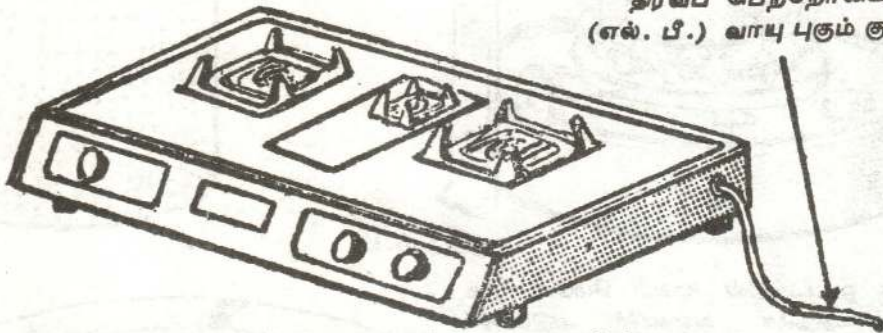
படம் 6.19

திணம் எரிபொருள்களின், வெப்ப உற் பத்தி அளவிலும் பார்க்க மிகக் கூடியதாகும். மேலும் இவற்றில் கரி, புகை போன்றவை மிகக் குறைவாகவே உண்டாகின்றன. ஆகவே, வாயு எரிபொருட்களைப் பாவிப் பது மிகவும் பிரபல்யமாகியுள்ளது. முக் கியமாக புகைபோக்கிகள் இல்லாத நகர்ப் புற வீடுகளில் இவற்றின் பாவனை மிக அதிகரித்துள்ளது. பன்சன் சுடரடுப்பில் இவ்வாயுவே உபயோகிக்கப்படுகின்றது. வீடுகளில் பாவிக்கப்படும் திரவப் பெற்றோ வியம் வாயு அடுப்புகள் இவ்வடிப்படையில் செயற்படும் உபகரணமாகும். இதில் எரிபொருள் அளிப்பதைக் கட்டுப்படுத்தக் கூடியவகையிலான அமைப்புண்டு. ஆகவே, சுவாலையின் அளவை மாற்றவும், தேவை ஏற்படும்போது சுவாலையை உடன் அணைக்கவும் முடியும்.

வீடுகளில், பாவிக்கப்படும் கனலடுப்பு கள் உலோகங்களால் தயாரிக்கப்பட்டவை யாகும். வெப்பமேற்றுவதற்கு மண்ணெ ண்ணெய் அல்லது வாயு அடுப்பின் மேல் அவை வைக்கப்படும். சிறிய அளவில் கேக், மற்றும் உணவு வகைகள் சமைப்பதற்கு அவை உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

### பாண் சூளைகள்

இவை செங்கற்களினால் கட்டப்பட்ட வையாகும். சூளையொன்றின் அமைப்பு படம் 6.21 இல் தரப்பட்டுள்ளது. சூளை யின் வெப்பமேற்றும் பகுதியின் அடிப் பாகத்தில் பாறைக்கற்கள் கண்ணாடித்தாள்

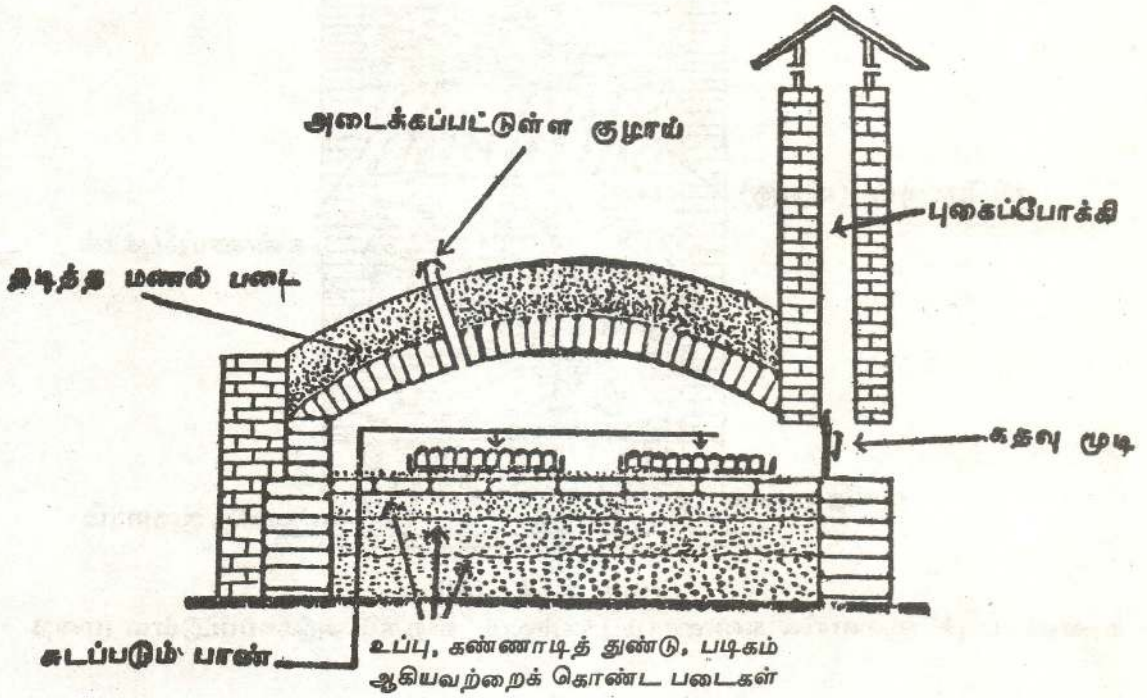


படம் 6.20 வாயு அடுப்பு

### 6.8.3 சூளைகள்

அன்றாட வாழ்வில் பல வகையான சூளைகளைப் பற்றி நீங்கள் கேள்வியுற்றி ருப்பீர்கள். இவை பாண் சூளை, செங்கற் சூளை, சுண்ணாம்புச் சூளை மற்றும் வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் எளிய சூளை வகையான கனலடுப்பு போன்றவையாகும். எல்லாச் சூளைகளும் அடிப்படையில் ஒத்தவையாகும். அவற்றில் பிறப்பிக்கப் பட்ட வெப்பம் ஒரு வெளியினுள் தேக்கி வைத்தல் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு தேக்கப்பட்ட வெப்பச்சக்தி பொருளொ ன்றை வெப்பமேற்றுவதற்கோ வேகவைப் பதற்கோ உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

உப்புத்தாள் போன்றவை சூளையைக் கட்டும்போது படை படையாக இடப் படும். முதலில் சூளையினுள் விறகு இட்டு எரிக்கப்படும். எரியும்போது வெளி யாகும் வெப்பத்தினால் சூளையின் அடி யும் பக்கங்களும் வெப்பமேற்றப்படும். பின் விறகை அகற்றிப் புகை போக்கிகள் மூடப்படும். இதனால் சூளையினுள் வெப் பம் தேக்கப்படும். பாண் தயாரிப்பதற்குப் பிசைந்த மா இரும்புத்தட்டுக்களில் வைக் கப்படுச் சூளையினுள் தள்ளப்படும். சூளையினுள் தேங்கி இருக்கும் வெப்பத்தி னால் பாண் வெப்பமடையும். குறிப்பிட்ட நேரத்தின் பின்னர் பாண் தட்டுகள் வெளியே எடுக்கப்படும்.

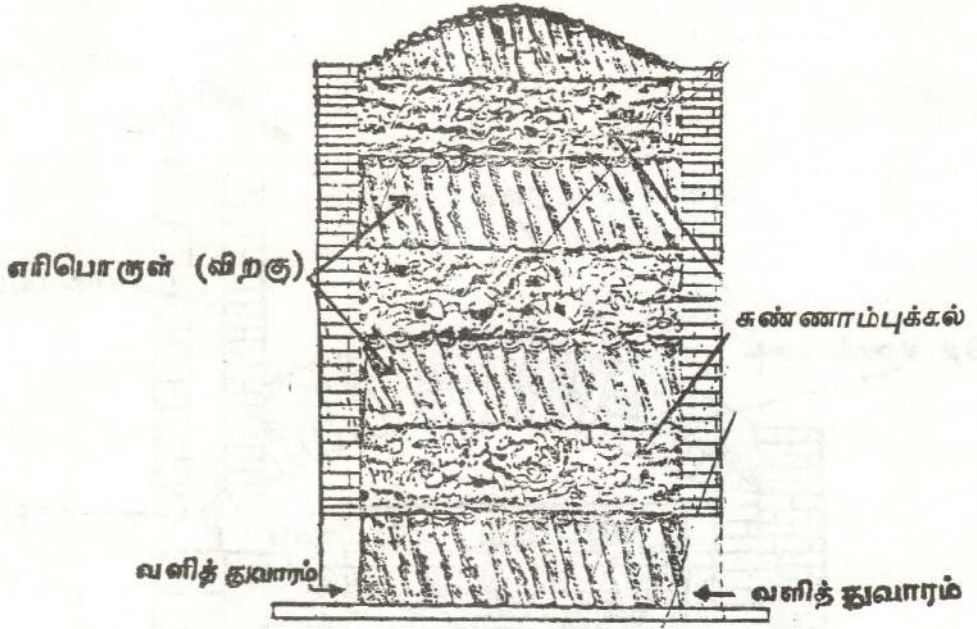


படம் 6.21 பாண் சுடுவதற்கு விறகு பயன்படுத்தப்படுகின்ற பாண் போறணை

### சுண்ணாம்புச் சூளை

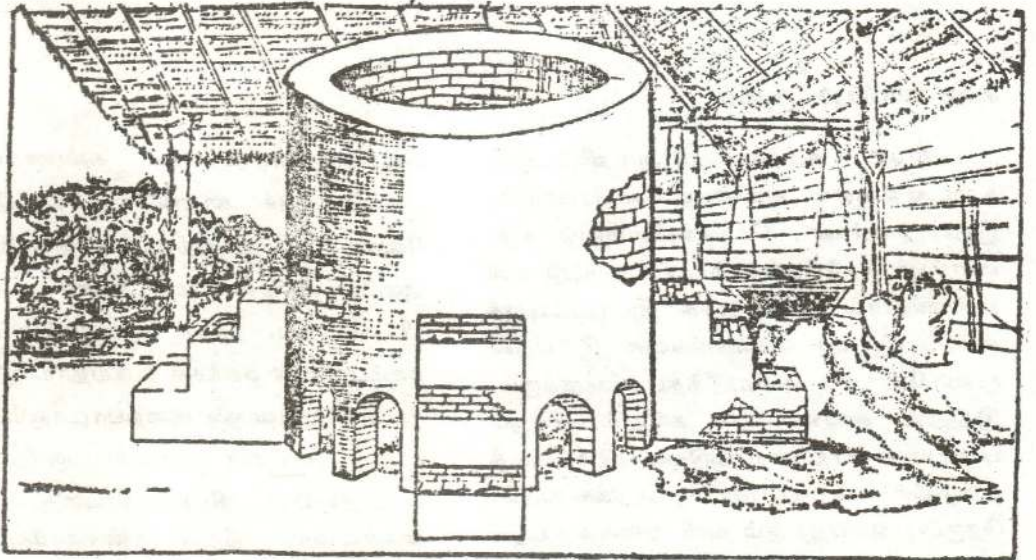
8 அடி உயரமும் 10 அடி விட்டமும் உடைய உருளை வடிவான கோபுரமாகும். இதன் சுவர்கள் செங்கல்வினாலும் சுண்ணாம்புச் சாந்தினாலும் கட்டப்பட்டு களி மண்ணினால் மேல் பூச்சு இடப்பட்டிருக்கும். இரும்பு வளையங்களை இடுவதன் மூலம் கோபுரம் பலப்படுத்தப்பட்டிருக்கும். இதனுள் சுண்ணாம்புக் கல்லும், விறகும் படையாக மாறிமாறி அடுக்கப்படும். அடித்தளத்தில் விறகுப்படை அடுக்கப்படும். நெருப்பு எரிவதற்கும் வளி நுளைவதற்கும் தக்கவாறு சுவரில் சில துளைகள் இடப்பட்டிருக்கும். விறகு எரிவதால், பெறப்படும்

வெப்பம் காரணமாகச் சுண்ணாம்புக்கல் பிரிகையுற்றுக் காபனீரொட்சைட்டு வாயு கோபுர மேற்புறத்தால் வெளியேறும். ஆகவே, சுண்ணாம்புக் கற்கள் நன்றாகப் பிரிகையுறும். நீரிய சுண்ணாம்பு விறகுச் சாம்பலுடன் கலக்கக் கூடியதாய் இருத்தல் சூளையிலுள்ள ஒரு குறைபாடாகும். சூளை மூன்று நாட்கள் வரையில் குளிர விடப்பட்டதன்பின் கீழ்ப்பாகங்களிலுள்ள யன்னல்களினால் நீரிய சுண்ணாம்பு பெறப்படும்.



படம் 6.22 (அ)

சுண்ணாம்புச் சூளையில் சுண்ணாம்புக்கல்லும் விறகும் அடுக்கப்பட்டுள்ள முறை

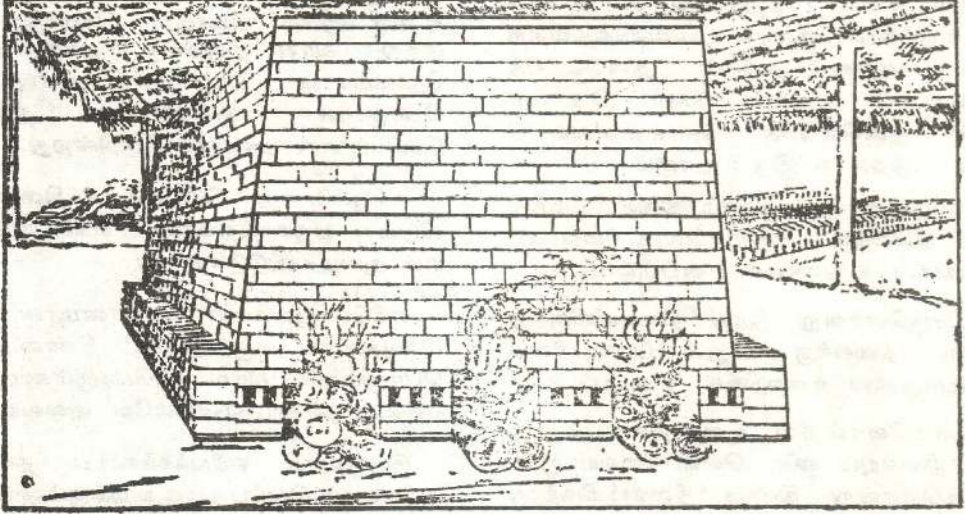


படம் 6.22 (ஆ) சுண்ணாம்புக்கல் சூளை

## செங்கற் சூளைகள்

சூடுவதற்குப் பாவிக்கப்படும் பச்சைச் செங்கற் கட்டிகளை உபயோகித்துச் செங்கற் சூளைகளை அமைப்பர். விறகு இட்டு எரிக்கக் கூடியவகையில் துவாரங்கள் அமையுமாறு செங்கற்கள் அடுக்கப்படும். பின்னர் விறகிட்டு எரிக்கப்படும். அப்போது உடன்

காவுகை ஓட்டத்தினால் செங்கற்களுக்கிடையாக வெப்பமேறிய வளி செலுத்தப்படும். வெப்பம் அதிக நேரம் செங்கற்களுக்கிடையே தேங்கி நிற்பதால் அவை சூடாகிச் செந்நிறமாக மாற்றமடையும். சில நாட்களுக்கு இவ்வாறு எரிக்கப்பட்டதன் பின் ஒரு கிழமை வரையில் குளிர விடப்படும். பின்னர் இக்கற்கள் கட்டிட வேலைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும்.



படம் 6.23 செங்கற் சூளை

## பொழிப்பு

யாதேனும் பொருளின் “சூட்டின் மட்டம்” அதன் வெப்பநிலை என அழைக்கப்படுகிறது.

வெப்பநிலையை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் வெப்பமானி என அழைக்கப்படுகிறது.

யாதேனும் பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்தவேண்டுமெனின் அதற்கு வெப்பச் சக்தியை வழங்கவேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை வரை வெப்பமேற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு பதார்த்தத்தின் அளவுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது.

வெப்பம் எப்போதும் கூடிய வெப்பநிலையைக் கொண்ட இடத்திலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையைக் கொண்ட இடத்திற்குப் பாய்கின்றது.

வெப்பத்தை அளக்கும் சர்வதேச அலகு யூல் ஆகும்.

ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு அப்பொருளின் வெப்பக்கொள்ளளவு என அழைக்கப்படுகிறது.

யாதேனும் ஒரு பொருளின் வெப்பக்கொள்ளளவு, அதன் திணிவுக்கு ஏற்பவும் அது ஆக்கப்பட்டுள்ள பதார்த்தத்திற்கு ஏற்பவும் வேறுபடுகின்றது.

யாதேனும் ஒரு பதார்த்தத்தின் அலகுத் திணிவின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  யினால் உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு, அப்பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவு என அழைக்கப்படுகின்றது.

யாதேனும் ஒரு பொருளின் திணிவு X பொருளின் பொருள் ஆக்கப்பட்டுள்ள வெப்பக் = பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு கொள்ளளவு

தரைக்காற்று கடற்காற்று என்பன ஏற்படுவதற்கான காரணம் தரையின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு, நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவை விடக் குறைவாயிருப்பதாகும்.

கதிர்த்தி (ரேடியேற்றர்) களைக் குளிர்ச் செய்வதற்காக நீரைப் பயன்படுத்துவதற்கான காரணம் நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு ஏனைய எல்லாப் பொருள்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவையும் விடக் கூடுதலாக இருப்பதாகும்.

பொருளொன்று திண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறும் வெப்பநிலை அப்பொருளின் உருகுநிலை எனப்படும்.

பொருளொன்று திரவ நிலையிலிருந்து திண்ம நிலைக்கு மாறும் வெப்பநிலை அப்பொருளின் உறைநிலை எனப்படும்.

பொருளொன்றின் உறை நிலையும் உருகும் நிலையும் ஒரே வெப்பநிலையாகும். பொருளொன்று திண்ம நிலையிலிருந்து, திரவ நிலைக்கு மாறுதல் உருகுதல் எனப்படும்.

உருகுதலின் போது பொருள் மறைவெப்பத்தை உறிஞ்சுகின்றது.

திரவ நிலையிலிருந்து திண்ம நிலைக்கு மாறுதல் உறைதல் எனப்படும்.

உறைதலின்போது பொருள் மறை வெப்பத்தை வெளிவிடும்.

ஒரு கிலோகிராம் திணிவையுடைய பொருளொன்று அதன் வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படாதவாறு திண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாற்றமடைவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவு அப்பொருளின் உருகலின் தன் மறைவெப்பம் எனப்படும்.

பொருள் ஒன்று திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாற்றமடைதல் ஆவியாதல் என அழைக்கப்படுகின்றது. ஆவியாதலின் போது மறைவெப்பம் உறிஞ்சப்படுகின்றது.

பொருளொன்று வாயு நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாற்றமடைதல் ஒடுங்குதல் என அழைக்கப்படுகிறது. ஒடுங்கும்போது மறை வெப்பம் வெளிவிடப்படுகின்றது. ஒரு கிலோ கிராம் பொருளொன்று திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாற்றம் அடைதலுக்குத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவு அச்சடப் பொருளின் கொதித்தலின் தன் மறைவெப்பம் என அழைக்கப்படும்.

வெப்பநிலை மாற்றமடையாது. ஒரு கிலோ கிராம் பொருள் திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாறுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு அப்பொருளின் ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

எரியும்போது வெப்பச் சக்தியைவெளிவிடும் பதார்த்தங்கள் எரிபொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

எரிபொருள்களை பிரதானமான மூன்று பிரிவுகளாக வகுக்கலாம். திண்மை எரிபொருள்கள், திரவ எரிபொருள்கள், வாயு எரிபொருள்கள் என்பனவே அவையாகும்.

இலகுவாக எரியக்கூடிய தன்மை, அதிகளவு வெப்பத்தை வழங்கும் தன்மை, குறைந்த விலையில் தாராளமாகப் பெற்றுக்கொள்ளக் கூடிய தன்மை என்பன சிறந்த எரிபொருள்களில் காணப்படவேண்டிய இயல்புகளாகும்.

எரிபொருள்கள் எரியும்போது இரசாயனச் சக்தி வெப்பச் சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

எரிபொருள்களுள் அடங்கியிருப்பது சூரிய சக்தியாகும்.

பெற்றோல், தீசல், திரவ பெற்றோலியம் வாயு, போன்ற எரிபொருள்கள் பண்படுத்தா எண்ணெயிலிருந்து பகுதி வடிப்பின் மூலம் பெறப்படும்.

எரிக்கக்கூடிய பொருள்கள் எரிதகு பொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எரிதகு பதார்த்தங்கள் தீப்பற்ற ஆரம்பிக்கும் வெப்பநிலை அப்பதார்த்தங்களின் எரியப்பற்று வெப்பநிலை அல்லது எரியப்பற்றுநிலை என அழைக்கப்படுகின்றது.



பெற்றோல், ஈதர், எதயில் அற்ககோல் போன்ற பதார்த்தங்கள் எளிதில் தீப்பற்றக்கூடிய பதார்த்தங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

எரியும்போது வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தின் அளவு எரிக்கப்படும் பதார்த்தங்களுக்கேற்ப வேறுபடும்.

எரிபொருளின் அலகுத் திணிவை எரிக்கும்போது வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அந்த எரிபொருளின் கலோரிப் பெறுமானம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

(இப்பாடத்துக்குரிய மேலதிக வாசிப்பு நூல், சனத்தொகைக் கல்வி, சனத்தொகையும் எரிபொருள் நுகர்வும் ஆண்டு 10)

எரியும் பொருளொன்று இருத்தல், எரிபற்றுநிலை வரை வெப்பமேற்றப்படல் தகனத்துணை ஒன்று இருத்தல், ஆகியவை எரிதலுக்குத் தேவையான காரணிகளாகும்.

எரிதலின்போது, எரியும் பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலகங்கள் ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுற்றுப் புதிய பொருட்களை உருவாக்குதலும், ஒளி, வெப்பம் ஆகியவையாகச் சக்தி வெளியேறுவதும் நடைபெறும்.

மக்னீசியம், பொசுபரசு, சல்பர் (கந்தகம்) ஆகியவை காபன், ஐதரசன் அடங்கியிராத எரிபொருள்களாகும்.

பூரண தகனத்தின்போது விளைபொருட்களாகக் காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் பெறப்படும். கரி அல்லது காபன் குறைதகனத்தின் விளைபொருளாகும்.

எண்ணெய், பெற்றோல் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் தீயையும், மின் ஒழுக்கினால் ஏற்படும் தீயையும் அணைப்பதற்கு நீரைப் பயன்படுத்த முடியாது.

தீயணைக்கப்படும்போது எரிபொருளைத் தகனத்துணையிலிருந்து வேறாக்கல், தகனத்துணையை எரிபொருள் பெறாமல் தடுத்தல், மற்றும் எரிபொருளின் வெப்பநிலையை அதன் எரிபற்றுநிலையிலும் குறைந்த நிலைக்குக் கொண்டுவரல் போன்ற வழிமுறைகளில் ஒன்று அல்லது பலவற்றைக் கைக்கொள்வர்.

எண்ணெய், பூச்சுவகை, பெற்றோல் போன்றவற்றால் ஏற்பட்ட தீ, மின்கசிவு காரணமாக ஏற்பட்ட தீ என்பவற்றை அணைப்பதற்கு ஒருபோதும் நீரைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

சோடா- அமில தீயணை கருவி, நுரை தீயணை கருவி. காபனீரொட்சைட்டு தீயணைகருவி, மற்றும் காபன் நாற்குளோரைற்று தீயணை கருவி ஆகியவை சிலவகை தீயணை கருவிகளாகும்.

மூன்று கற்களைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் மூன்று கல் அடுப்பு பழைமையானதும் இன்றுவரை பாவனையில் உள்ளதுமான அடுப்பாகும்.

எரிபொருட் செலவைக் குறைப்பதற்காகத் திறந்த அடுப்பின் அமைப்பைத் திருத்தி அமைத்துள்ளனர்.

கழிவுப் பொருளாக அகற்றப்படும் உமி, மரத்தூள் போன்றவற்றை எரிபொருளாக உபயோகப்படுத்தத் தக்கவாறு தூள் அடுப்பு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

திரவ எரிபொருளாக மண்ணெண்ணெய் பாவிக்கப்படும் இருவகை அடுப்புகள், திரி மண்ணெண்ணெய் அடுப்புகளும், அழுக்க மண்ணெண்ணெய் அடுப்புகளுமாகும்.

வாயு எரிபொருட்களின் வெப்ப உற்பத்தி அளவு திண்ம அல்லது திரவ எரிபொருட்களின் வெப்ப உற்பத்தி அளவை விடக்கூடியதாகும்.

பன்சன் சுடரடுப்பு, மற்றும் வீடுகளில் பாவிக்கப்படும் வாயு அடுப்புகளில் திரவ பெற்றோலியம் வாயு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது.

சண்ணாம்புச் சூளை, செங்கற்குளை, பாண்குளை மற்றும் வீடுகளில் பாவிக்கப்படும் எளிய வகையிலான சூளைகள் (சூட்டடுப்புகள்) அன்றாட வாழ்வில் மனிதன் உபயோகிக்கும் சூளை வகைகளாகும்.

உற்பத்தியாக்கப்படும் வெப்பத்தைத் தரப்பட்ட ஒரு வெளியினுள் தேக்கி வைத்தலே எல்லாச் சூளைகளிலும் நடைபெறும் செயலாகும்.

## அத்தியாயம் 7

### இரசாயனப் பிணைப்புகள்

#### 7.1 அணுக்களுக்கிடையே உள்ள பிணைப்புகள்

விஞ்ஞானிகள் இதுவரை 105 இற்கும் மேற்பட்ட மூலகங்களைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இவற்றுள் ஒட்சிசன், நைதரசன் கந்தகம் (சல்பர்), காபன் போன்ற மூலகங்கள் பிணைப்புறாமற் சுயாதீனமாங்க்காணப்பட்டபோதிலும், நீர், கல்சியங்காபனேற்று போன்ற பொருள்கள் சேர்வைகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஒட்சிசன், நைதரசன் போன்றவை பிணைப்புறாமல் இருந்தபோதிலும், அவை இரு அணுக்கள் சேர்ந்து உண்டான மூலக்கூறுகளாகக் காணப்படுகின்றன.

சேர்வைகளை எளிய கூறுகளாகப் பிரித்தல் இலகுவான காரியமன்று. நீறிய சுண்ணாம்பையும் காபனீரொட்சைட்டையும் பெறுவதற்குச் சுண்ணாம்புக்கல்லை உயர் வெப்ப நிலைவரை வெப்பமேற்ற வேண்டும். நீரை ஐசரசனாகவும் ஒட்சிசனாகவும் பிரிப்பதற்கு அமிலந்துழித்த நீரினூடாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படல் வேண்டும். ஆகவே சேர்வையின் கூறுகளை ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைத்து வைக்கும் ஒரு விசை இச்சேர்வைகளிற் காணப்படுகின்றதென நாம் எண்ண முடியும்.

இயற்கை நிலைகளில் எவ்வகையிலும் சேர்வைகளை உருவாக்காத மூலகங்களால் ஆன கூட்டமொன்றும் உண்டு. இக்கூட்டம் ஈலியம், நியோன், ஆகன், கிரிப்தன் மற்றும் செனொன் என்னும் வாயுக்களால் ஆனது. இவை சடத்துவ அல்லது விழுமிய வாயுக்கள் எனப்படும். இயற்கையில் இவ்வாயுக்கள் தனி அணுக்களாகவே அமைந்துள்ளன.

சில மூலகங்களின் அணுக்கள் தாக்கு திறனுடையவையாயும், அதன் காரணமாகச் சேர்வைகளை உண்டாக்கக்கூடியவைகளாயும் இருக்கும்போது மற்றும் சில மூலகங்கள் தாக்கு திறனற்றவையாய் (விழுமிய வாயுக்களாய்) இருத்தல் ஏன்? இதற்காக, அலசன் கூட்ட மூலகங்களினதும், அதாவது, புளோரீன், குளோரீன், புரோமீன், அயடீன் ஆகியவற்றினதும் கார உலோகக் கூட்டங்களைச் சேர்ந்த இலிதியம், சோடியம், போற்றாசியம், உருபிடியம், சீசியம் போன்றவற்றினதும் முதலிற் கூறிய சடத்துவ வாயுக்களினதும் இலத்திரன் நிலையமைப்பு எவ்வாறு அமைந்துள்ளதென ஆராய்வோம்.

அலசன்	சடத்துவ வாயு	கார உலோகம்
புளோரீன் 2,7	நியோன் 2,8	சோடியம் 2,8,1
குளோரீன் 2,8,7	ஆகன் 2,8,8	பொற்றாசியம் 2,8,8,1
புரோமீன் 2,8,18,7	கிரிப்தன் 2,8,18,8	உருபிடியம் 2,8,18,8,1
அயடீன் 2,8,18,18,7	செனொன் 2,8,18,18,8	சீசியம் 2,8,18,18,1

அட்டவணை 7.1

மேற்கூறிய அட்டவணைப்படி மூலகங்களின் இலத்திரன் நிலையமைப்புகள் குறிப்பிட்ட ஒரு கோலத்தைக் காட்டுகின்றன. அவசன் அணுக்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 7 இலத்திரன்களையும், சடத்துவ வாயுக்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 8 இலத்திரன்களையும், கார உலோகங்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 1 இலத்திரனையும் காணலாம்.

சக்தி மட்டங்கள் சில உள்ள அணுக்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 8 இலத்திரன்கள் இருக்கும்போது அவ்வணு உறுதியானது. சடத்துவ வாயுக்கள் இரசாயனச் சேர்வைகளை உருவாக்காமல் இருப்பது அவற்றின் அணுக்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 8 இலத்திரன்கள் வீதம் இருப்பதால் ஆகும். அவசன்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 8 இலத்திரன்களுக்கு 1 இலத்திரன் குறைவாக இருப்பதால் இவை தாக்குதிறன் மிக்கவையாகும். ஆகவே, இரசாயனச் சேர்வைகளை உண்டாக்கும் கார உலோகங்களின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் ஒரு இலத்திரன் இருப்பதால் அவையும் தாக்குதிறன் மிக்கவையாகும். தாக்கதூன் பயனாய் உண்டாகும் அயன்களின் இலத்திரன் நிலையமைப்பு, சடத்துவ வாயுக்களின் இலத்திரன் நிலையமைப்புக்குச் சமமாகும்.

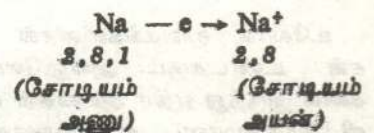
இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது மூலகத்திலுள்ள இலத்திரன்கள் மாற்றமுறுதலின் மூலம் புதிதான ஒழுங்கமைப்பைப் பெறுதல் நடைபெறுகின்றது. முக்கியமாக இறுதிச் சக்தி மட்ட இலத்திரன்கள் இவ்வாறான ஒழுங்கமைப்பைப் பெறுகின்றன. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் தாக்கமுறும்போது அவற்றின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் உள்ள இலத்திரன்களின் ஒழுங்குபாடு மாறி அமைகின்றது. மூலக்கூறொன்றில் இத்தகைய புதிய வகையில் புதிய அமைப்புக் காணப்படுகின்றது.

இவ்வாறு இலத்திரன் மாறி அமைவதால் அணுக்களிடையே பிணைப்பு உண்டாகின்றது. எல்லாச் சேர்வைகளிலும் ஒரே வகையான பிணைப்புகள் இல்லை. இப் பிணைப்புகள் முக்கியமாக இருவகையினவாகும்.

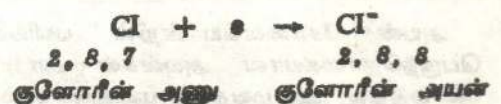
1. இலத்திரன்கள் மாறுவதால் ஏற்படும் மின்வலுப் பிணைப்பு.
2. இலத்திரன்களை பங்கிடுவதன் மூலம் உண்டாகும் பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்பு

### 7.1.1 மின்வலுப் பிணைப்பு

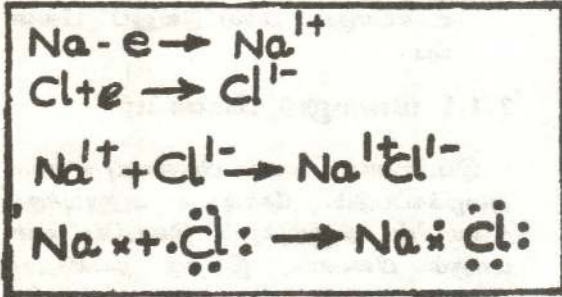
இப்பிணைப்பு அயன் பிணைப்பு எனவும் அழைக்கப்படும். சோடியம் அணுவுக்கும் குளோரீன் அணுவுக்கும் இடையே உண்டாகும் பிணைப்பு இதற்கு நல்லதோர் உதாரணமாகும். சோடியம் அணுவின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் ஓர் இலத்திரன் மாத்திரம் உள்ளது. அதன் இலத்திரன் நிலையமைப்பு 2, 8, 1 ஆகும். குளோரீன் அணுவின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் 7 இலத்திரன்கள் உண்டு. அதன் நிலையமைப்பு 2, 8, 7 ஆகும். இரசாயனத் தாக்கங்களின் போது சோடியம் அணுவின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் உள்ள தனி இலத்திரன் குளோரீன் அணுவின் இறுதிச் சக்தி மட்டத்தில் உள்ள இலத்திரன்களை நோக்கிக் கவரப் படுகின்றது. இவ்வாறு இலத்திரனை இழப்பதனால் புதிதாக உண்டான துணிக்கைகள் அயன்கள் எனப்படும். இத்துணிக்கைகள் ஏற்றத்தை உடையவை. சோடியம் அயன்கள்  $Na^+$  எனக் காட்டப்படுகின்றன. குளோரீன் அயன்கள்  $Cl^-$  எனக் காட்டப்படுகின்றன. இங்கு என்ன நடைபெற்றுள்ளதெனப் பார்ப்போம் (e என்பதன் மூலம் இலத்திரன் காட்டப்பட்டுள்ளது).



குளோரீன் அணுவின் இலத்திரன் ஒழுங்குப்பாடு 2, 8, 7 என உங்களுக்கு நினைவிருக்கும். இவ்வணு இலத்திரனைப் பெற்றுக்கொள்ளும்போது ( $Cl^-$ ) குளோரீன் அயன் உண்டாகும்.



இங்கு குளோரீன் அணுக்கள் சடத்துவ வாயுவின் அமைப்பைப் பெறுகின்றன. இவை படம் 7.1 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 7.1

சோடியம் அணுவின் இலத்திரன்கள் — புள்ளியாலும் குளோரீன் அணுவின் இலத்திரன்கள் புள்ளியாலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஆலினும் எல்லா இலத்திரன்களும் ஒத்தவையாகும். இங்கு என்ன நடைபெற்றுள்ளது? நடுநிலையான சோடியம் அணுவின் இலத்திரன் ஒன்று இழக்கப்படும் போது நேர் ஏற்றமுள்ள அயன் உண்டாகும். நடுநிலையான குளோரீன் அணு இலத்திரன் ஒன்றைப் பெற்றுக்கொள்ளும் போது எதிர் ஏற்றமுள்ள அயன் உண்டாகும். நேர் ஏற்றமுள்ள அயன்களும் எதிர் ஏற்றமுள்ள அயன்களும் ஒன்றை ஒன்று கவருவதனால் இவ்வயன்களிடையே பிணைப்பு உண்டாகின்றது. இலத்திரன் பெயர்ச்சியால் ஏற்படும் பிணைப்பு மின்வலுப் பிணைப்பு அல்லது அயன் பிணைப்பு எனப்படும்.

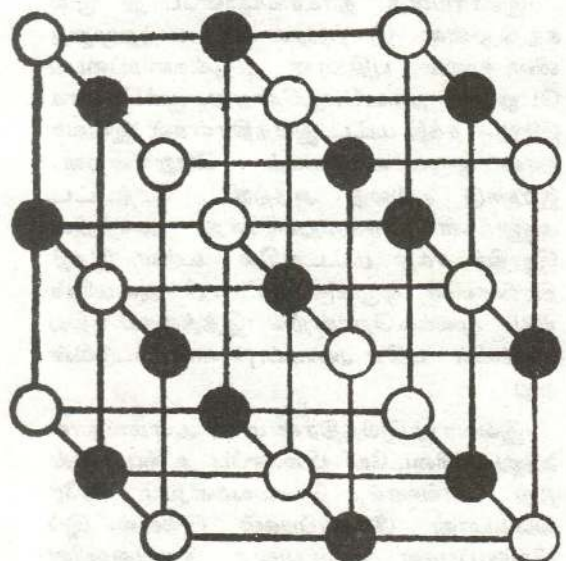
உலோக மூலகங்களினால் நேர் அயன்கள் உண்டாகும். அல்லுலோக மூலகங்களில் இருந்து எதிர் அயன்கள் உண்டாகும். வித்தியாசமான ஏற்றங்களுடைய அயன்களுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சி விசை மிக வலிமையாதலால், இவ்வாறான அயன்களினால் உண்டாகும் சேர்வைகளை உருக்குவதற்கோ, கொதிப்பித்தலுக்கோ தேவைப்படின் அதிக வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றப்படவேண்டும்.

அயன் சேர்வையொன்றின் பளிங்கில் பெருந்தொகையான அயன்கள் மாறாத கோலத்தில் அமைவதால் பளிங்குச் சாலகம்

என்னும் முப்பரிமாண அமைப்பை அளிக்கின்றது. சோடியங் குளோரைட்டுப் பளிங்குச் சாலகத்தின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது. பளிங்கு நிலையிலுள்ள அயன் சேர்வையொன்றில் அதன் அயன்கள் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாக அமைந்துள்ள போதிலும், அதனை நீரில் கரைக்கும்போது, அயன்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபடுமாறு கரைசலினுள் அசைவுறும். கரைசலொன்றினுள் மின் கடத்தப்படுவது இவ்வயன்கள் மூலமாகவேயாகும்.

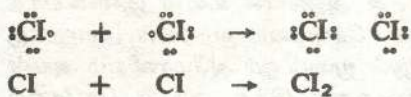
### 7.1.2 பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்புகள்

அற்ககோலை நீரிற் கரைத்துப் பெற்ற கரைசல் ஒன்றினூடாக மின்னோட்ட பாய்வதில்லை. அகரைவினுள்ளே அயன்கள் இல்லாமையே அதற்கான காரணமாகும். இவ்வாறான பெருந்தொகையான தேர்வைகள் காணப்படுகின்றன. இச்சேர்வைகள் தொடர்பாகப் பரிசோதனைகள் நடத்திய லூவீஸ் யின்ற விஞ்ஞானி, இவ்வாறான சேர்வைகளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளிற் காணப்படும் அணுக்களுக்கிடையே ஒரு சோடி இலத்திரன்கள் பொதுவிற்பங்கிடப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன என்னும் கருத்தைத் தெரிவித்தார். ஒரு சோடி இலத்திரன்களைப் பொதுவில் பங்கிட்டுக்கொண்டபடி இரண்டு அணுக்களை உண்டாக்கும் பிணைப்பானது பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பு எனப்படும்.



படம் 7.2

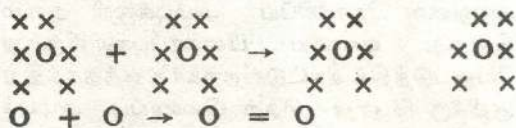
பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்புக்கான ஓர் உதாரணமாக, குளோரின் மூலக்கூறு ஒன்றிலே இரண்டு குளோரின் அணுக்களுக்கிடையே உண்டாகும் பிணைப்பைக் கவனிப்போம். குளோரின் அணுவின் புறச் சக்தி மட்டத்தில் 7 இலத்திரன்கள் உள்ளன. இது உறுதியான ஒரு நிலைமையன்று. இரண்டு குளோரின் அணுக்கள் ஒன்றாக இணையும்போதே உறுதியான நிலைமை தோன்றுகின்றது. ஒவ்வொரு குளோரின் அணுவிலும் சோடியாக அல்லது தனித்துக் காணப்படும் இரண்டு இலத்திரன்கள் சோடி சேர்கின்றதாலேயே, அதாவது பங்கீட்டுப் பிணைப்பு ஒன்றை ஆக்குவதன் மூலமே இந்த உறுதி நிலை உண்டாகின்றது. இவ்வாறாக உண்டாகும் குளோரின் மூலக்கூற்றின் ஒவ்வொரு அணுவைக் சுற்றியும் 8 இலத்திரன்கள் காணப்படுவதால் (ஆகணை ஒத்த) உறுதி நிலை உண்டாகும்.



அணு                      அணு ... மூலக்கூறு

அணுவின் புறச் சக்தி மட்டத்தில் உள்ள இலத்திரன்கள் மட்டுமே உருவிற்கு காட்டப்பட்டுள்ளன.

இரண்டு ஒட்சிசன் அணுக்கள் எவ்வாறு இணைகின்றன? ஒட்சிசன் அணு ஒன்றின் இறுதிச்சக்தி மட்டத்தில் ஆறு இலத்திரன்கள் உள்ளன. இது உறுதியற்ற நிலையாகும். இரண்டு ஒட்சிசன் அணுக்கள் இணைவதன் மூலமே உறுதிநிலை தோன்றுகின்றது. இவ்வாறாகச் சேரும் போது இரண்டு ஒட்சிசன் அணுக்களுக்கிடையே இரண்டு சோடி இலத்திரன்கள் பொதுவிற்கு பங்கிடப்படுகின்றன.



இரண்டு இலத்திரன் சோடிகள் பங்கு பெறுகின்றதனால் இங்கு இரண்டு பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்புகள் உண்டாகின்றன. இவ்

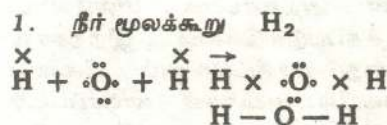
வாறான பிணைப்பானது இரட்டைப் பங்கீட்டு வெலுப் பிணைப்பு எனப்படும்.

ஐதரசன், புரோமீன் போன்ற மூலகங்களின் அணுக்கள் மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கும்போதும் பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்புகள் உண்டாகின்றன. அவற்றைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.



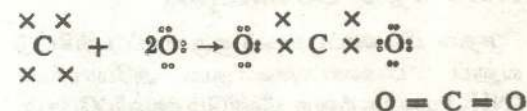
பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்புகள் ஏற்படுவதன் மூலம் சேர்வைகளின் மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன?

உ - ம்,

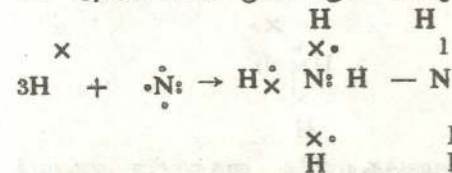


இரண்டு ஐதரசன் அணுக்கள் பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்புகளினால் ஓர் ஒட்சிசன் அணுவுடன் இணைந்துள்ளன.

2. காபனீரொட்சைட்டு மூலக்கூறு :

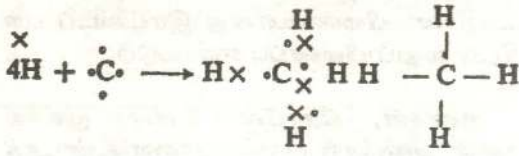


3. அமோனியா மூலக்கூறு,  $\text{NH}_3$



4. மெதேன் மூலக்கூறு,  $\text{CH}_4$

நான்கு ஐதரசன் அணுக்கள் ஒரு காபன் அணுவுடன் பங்கீட்டுவெலுப் பிணைப்பு மூலம் இணைவதனாலேயே மெதேன் உண்டாகின்றது.

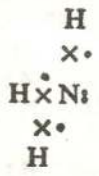


மேலே காட்டப்பட்ட பிணைப்புகள் ஏற்படும் போது ஓர் அணு மற்றைய அணுவுக்கு இலத்திரன்கள் வழங்கவில்லை. இவ்வாறான பிணைப்புகளில் இலத்திரன்கள் பொதுவில் பங்கிட்டுக்கொள்ளப்படுதல் மட்டுமே நடைபெறுகின்றது.

பங்கிட்டுவலுப் பிணைப்புகளைக் கொண்ட சேர்வை ஒன்றின் நீர்க் கரைசலினூடாக அல்லது அச்சேர்வை திரவ நிலையிற் காணப்படின் அதனூடாக மின்னோட்டம் கடத்தப்படுவதில்லை இதற்கான காரணம் யாது? பங்கிட்டுவலுப் பிணைப்புச் சேர்வையில் அயன்கள் காணப்படாமையே இதற்கான காரணமாகும். எனவே பங்கிட்டுவலுச் சேர்வைகள் பெரும்பாலும் மூலக்கூறுகளாகவே இருக்கின்றன. இச்சேர்வைகளின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே வலிமையான கவர்ச்சி காணப்படுவதில்லை. ஆதலால் பொதுவாக, இச்சேர்வைகளைக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் உருக்கவும் (திரவ நிலைக்கு மாற்றவும்) கொடுக்கச் செய்யவும் முடிகின்றது.

### 7.1.3 ஈதல் பிணைப்புகள்

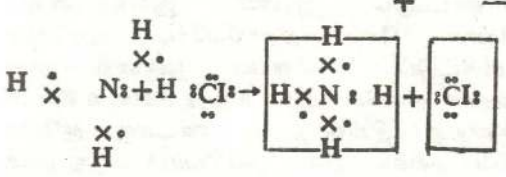
ஈதல் பிணைப்புகளும் ஒருவிதப் பங்கிட்டுவலுப் பிணைப்புகளாகும். அமோனியா (NH<sub>3</sub>) மூலக்கூற்றை மீண்டும் கவனிப்போம்.



இம்மூலக்கூற்றிலே நைதரசன் அணுவுக்குரியவையும் இணையாது காணப்படுவையுமான ஒரு சோடி இலத்திரன்கள் உள்ளன. இவ்வாறான இலத்திரன் சோடி, தனிச் சோடி எனப்படும். ஈதற் பிணைப்பு ஒன்று உண்டாகும்போது இந்த இலத்திரன் சோடி பிறிதொரு அணுவுக்கு வழங்கப்படுகின்றது. இலத்திரன் சோடியை வழங்கும் நைதரசன் அணு வழங்கும் அணு எனப்

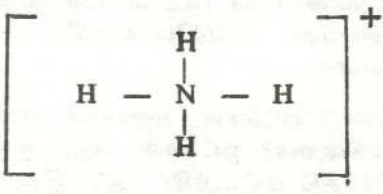
படும். அவ்வணுவிற்குப் புறத்தேயிருந்து இலத்திரன்கள் எவையும் கிடைக்கப் பெறுவதில்லை.

அமோனியா மூலக்கூறு ஐதரசன் அயன் ஒன்றுடன் ஈதற் பிணைப்பு ஒன்றை ஆக்கும் விதத்தைக் கவனிப்போம். இத்தொடர்பின் மூலம் அமோனியம் அயன் உண்டாகின்றது. அமோனியாவுக்கும் ஐதரசன் குளோரைட்டு வாயுவுக்கும் இடையிலான தாக்கம் பின்வருமாறு நிகழ்கின்றது.



அமோனியா + ஐதரசன் → அமோனியம் + குளோரைடு அயன்

நைதரசன் அணுவில் உள்ள இணையாத இலத்திரன் சோடியை ஐதரசன் அயனுக்கு வழங்குவதன் மூலம் ஓர் அமோனியம் அயன் உண்டாகின்றது. இந்த அயன் நேரேற்ற முடையது.



இத்தாக்கத்தூன்போது, ஐதரசன் அயனின் மூலமே அமோனியம் அயனுக்கு + ஏற்றும் கிடைக்கப்பெற்றது. ஈதற் பிணைப்பு பொதுவாக அம்புக்குறியினால் (→) காட்டப்படுகின்றது. பெற்றுக்கொள்ளும் அணுவை நோக்கியே அம்புக்குறி அமைகின்றது. ஏனைய பிணைப்புகளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டுவதற்காக புத்தகத்திற்குறிக்கும்போது சிதற் பிணைப்பு அம்புக்குறியினாற் காட்டப்பட்ட போதிலும், இப்பிணைப்பு எவ்விதத்திலேனும் ஏனைய வகைப் பிணைப்புகளிலிருந்து வேறுபட்டதன்று.

## 7.2 சக்தியும் பிணைப்புகளும்

இரசாயனத் தாக்கமொன்று நடைபெறும் போது இலத்திரன்கள் மீள ஒழுங்குபடுத்தப் படுவதோடு, சக்தி மாற்றமும் நடைபெறுகின்றது. இரசாயனத் தாக்கமொன்று நடைபெறும்பொது பொதுவாக அத்தாாகக் கலவையில் வெப்பநிலை மாற்றமும் ஏற்படுகின்றது. பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. சில சந்தர்ப்பங்களில் வெப்பநிலை குறைவடைவதையும் அவதானிக்க முடிகின்றது. தாக்கங்களின்போது நடைபெறும் சக்தி மாற்றங்களில், பெரும்பாலாக காணப்படுவது, வெப்பம் அல்லது ஒளி. அல்லது ஒளியிடன் வெப்பம் வெளிவிடப்படுதலாகும். சில தாக்கங்களில் வெப்பம் உறிஞ்சப்படுகின்றது. இதனால் பாத்திரம் குளிர்ச்சியடைகின்றது. அமோனியம் உப்புக்களை நீரில் கரைக்கும்போது வெப்பம் உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகின்றது. தாக்ககருள் விளைவாக எரித்தல், செறிந்த சல்பூரீக்கமிலத்துளி ஒன்றினை நீரில் இல்ல, ஐதரோகுளோரீக்கமிலக் கரைசலையும் சோடியும் ஐதரோட்டுக் கரைசலையும் கலத்தல் போன்ற சந்தர்ப்பங்களில் வெப்பம் வெளியேறுகின்றது. அமோனியம் உப்பொன்றினை அல்லது செப்புச் சல்பேற்றுப் பளிங்குகளை நீரில் கரைக்கும் போது வெப்பம் உறிஞ்சப்படுவதால் பாத்திரம் குளிர்ச்சியடைகின்றது.

இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது நடைபெறும் வெப்பச் சக்தி மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப அத்தாக்கங்களைப் புறவெப்பத்தாக்கம், அகவெப்பத் தாக்கம் என இரண்டு கூட்டங்களாக வகுக்க முடியும்.

### 1. புறவெப்பத் தாக்கங்கள்

இவை வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் நடைபெறும் தாக்கங்களாகும். இத்தாக்கங்களின்போது வெப்பச் சக்தி வெளிவிடப்படுகின்றது.

### 2. அகவெப்பத் தாக்கங்கள்

இவை வெப்பநிலை குறைவடைவதுடன் நடைபெறும் தாக்கங்களாகும். இத்

தாக்கங்களின்போது வெப்பச் சக்தி உறிஞ்சுகொள்ளப்படுகின்றது.

இரசாயனத் தாக்கங்களுடன் நிகழும் வெப்பச் சக்தி மாற்றத்தை எளிய பரிசோதனையொன்றின் மூலம் நாம் கற்றுக்கொள்ளலாம். வன்மையான கரைசல்களை (அமிலங்கள் - மூலங்களை) பயன்படுத்தி, வெப்பமானியினால் வெப்பநிலை வேறுபாட்டை அளப்பதன்மூலம் வெப்பச் சக்தி மாற்றத்தைக் கணித்துக்கொள்ளலாம்.

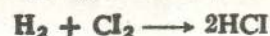
இந்த வெப்பச் சக்தி எவ்வாறு கிடைத்தது? இரசாயனச் சக்தி என அழைக்கப்படும் ஒருவித சக்தி, எல்லா இரசாயனச் சேர்வைகளிலும் யாதேனுமொரு அளவில் சேமிக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது. இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது, புதிய சேர்வைகள் தோன்றுகின்றன. இப்புதிய சேர்வைகளும் யாதேனுமொரு அளவு சக்தியைக் கொண்டுள்ளன. இந்த இரண்டு சாதிகளுக்கிடையிலான வேறுபாடு வெப்பமாக வெளியேறுகின்றது. அல்லது, அந்த அளவு வெப்பம் அகத்துறிஞ்சப்படுகின்றது.

இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது நிகழும் வெப்பச் சக்தி மாற்றம்  $\Delta H$  என்னும் குறியீட்டினால் காட்டப்படுகின்றது. புறவெப்பத்தாக்கங்களின் மூலம் அயற் குழலுக்கு வெப்பம் வெளிவிடப்படுகின்றது. இங்கு  $\Delta H$  இன் பெறுமானம் மறைப் பெறுமானமாகக் காட்டப்படுகின்றது. அதாவது  $-\Delta H$  எனக் காட்டப்படுகின்றது. தொகுதி சக்தியைப் பெற்றுக்கொள்கின்றதாயின் (அகவெப்பத் தாக்கம்)  $\Delta H$  நேர் பெறுமானமாகக் காட்டப்படுகின்றது. அதாவது,  $+\Delta H$  எனக் காட்டப்படுகின்றது.

யாதேனுமொரு மூலகத்தின் அல்லது சேர்வையின் அணுக்கள் பிணைப்புக்களால் ஒன்றுடனொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளன என முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது.

இப்பிணைப்புக்களும் யாதேனுமொரு அளவு சக்தியைக் கொண்டுள்ளன.

இத்தாக்கத்தைக் கவனியுங்கள் :



தாக்கம் நிகழும் சந்தர்ப்பத்தில், ஐதரசனும் குளோரீனும் மூலக்கூறுகள் உடைக்கப்பட்டு அணுக்களாகப் பிரிகின்றன எனவும், பின்னர் அவை ஐதரசன் குளோரைட்டு மூலக்கூறுகளை ஆக்கியபடி மீண்டும் சேர்கின்றன எனவும் நாம் கருத முடியும். இரண்டு அணுக்களுக்கு இடையிலான பிசுணப்பை உடைப்பதற்குக் குறிப்பிட்ட ஓர் அளவு சக்தி வழங்கப்பட வேண்டும். அணுக்கள் இரண்டும் மீண்டும் சேரும்பாதும் சம அளவு சக்தி வெளிவிடப்படுகின்றது.

**பிணைப்புச் சக்தி என்பது யாது?**

ஒரு அணுவுக்கும் மற்றொரு அணுவுக்கு மிடையிலான பிணைப்புகளில் குறிப்பிட்ட அளவு சக்தி அடங்கியுள்ளது. ஒரு மூல் விணைப்புக்களை உடைப்பதற்கு வழங்கப்பட வேண்டிய சக்தி, பிணைப்பின் பிணைப்புச் சக்தி என அழைக்கப்படுகின்றது. இதனை மேலும் தெளிவாக விளங்கிக்கொள்ளுதற்காக ஓர் உதாரணத்தைக் கவனிப்போம். ஓர் ஐதரசன் மூலக்கூறில் ஐதரசன் அணுக்கள் இரண்டுக்குமிடையே ஒரு பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பு காணப்படுகின்றது. ஒரு மூல் ஐதரசனில் இவ்வாறான  $6.02 \times 10^{23}$  பிணைப்புகள் உள்ளன.  $6.02 \times 10^{23}$  H-H பிணைப்புக்களை உடைப்பதற்கு அவசியமான சக்தி அதன் பிணைப்புச்சக்தியாகும்.

பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்பைக் கொண்ட சில மூலக்கூறுகளின் பிசுணப்புச் சக்தி அட்டவணை 7.2 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

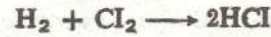
பிணைப்பை உடைக்கும் தாக்கம்	சக்தி மாற்றம் ( $\Delta H$ KJmol <sup>-1</sup> )
H—H      2H	+ 435
H—Cl      H+Cl	+ 430
H—Br      H+Br	+ 365
H—I      H+I	+ 295
Cl—Cl      2Cl	+ 240
Br—Br      2Br	+ 190
I—I      2I	+ 140

**அட்டவணை 7.6**

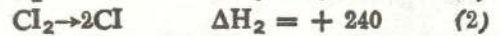
பிணைப்புச் சக்தி மூல்-கிளோயூல் KJmol<sup>-1</sup> — என்னும் அலகினாற் குறிக்கப்படுகின்றது.

**வெப்பவுள்ளுறை மாற்றத்தை எவ்வாறு கணிக்கலாம்?**

யாதேனுமொரு தாக்கம் தொடர்பான வெப்பவுள்ளுறை மாற்றத்தை மதிப்பிடுவதற்காக ஐதரசனுக்கும் குளோரீனுக்கும் இடையிலான தாக்கத்தைக் கவனிப்போம்.



ஒரு மூல் ஐதரசன் மூலக்கூறுகள் ஒரு மூல் குளோரீன் மூலக்கூறுகளுடன் தாக்கம் புரிகின்றன எனக் கொள்வோம். முதலில் H—H பிணைப்புக்களையும் Cl—Cl பிணைப்புக்களையும் உடைத்தல் வேண்டும். பமலே தரப்பட்ட அட்டவணையைக் கவனியுங்கள். ஒரு மூல் H—H பிணைப்புக்களை உடைப்பதற்காக 435 kJ சக்தியை வழங்க வேண்டும். ஒரு மூல் Cl—Cl பிணைப்புக்களை உடைக்க 240 kJ சக்தியை வழங்குதல் வேண்டும். பிணைப்புக்களை உடைத்ததன் பின்னர் இரண்டு மூல் ஐதரசன் அணுக்களும் இரண்டு மூல் குளோரீன் அணுக்களும் காணப்படுகின்றன. இரண்டு மூல் ஐதரசன் குளோரைட்டு மூலக்கூறுகளை ஆக்குவதற்காக இவை கேடும் போது இரண்டு மூல் H—Cl பிணைப்புகள் தோன்றுகின்றன. எனவே  $2 \times 430$  kJ அளவு சக்தி வெளிவிடப்படுகின்றது.



இத்தாக்கம் இரண்டு படிகளில் நடைபெறுகின்றது எனக் கருதலாம். ஆரம்பப் படியில் ஐதரசன் மூலக்கூறுகளும் குளோரீன் மூலக்கூறுகளும் உடைந்து அணுக்களாகின்றன (சமன்பாடுகள் 1,2). பின்னர் அவ் வணுக்கள் சேர்ந்து HCl மூலக்கூறுகளை ஆக்குகின்றன (சமன்பாடு 3).

இந்த இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் நடைபெறும் சக்தி மாற்றத்தின் இறுதிப் பேறு

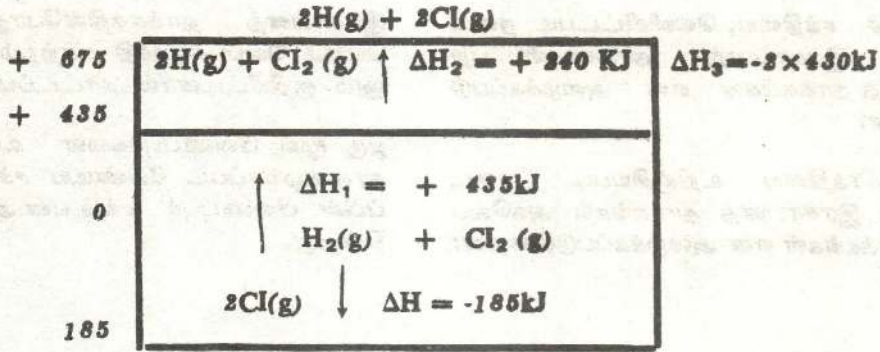
$$\Delta = 435 + 240 - 860$$

$$= 675 - 860$$

$$= -185 \text{ kJmol}^{-1}$$

சக்தி வரிப்படத்தில் இதனைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.





அட்டவணை 7.3

இரசாயனத் தாக்கங்களின் சக்தி மாற்றம் பற்றிக் கருதுகையில், தாக்கம் நிகழும் சந்தர்ப்பத்தில் தாக்கிகளும் விளைவுகளும் எந்நிலையில் நிலவுகின்றன என்பதைக் குறிப்பிடுதல் மிக முக்கியமானதாகும். பொதுவான நிலமப்படி, வாயுநிலை (g) எழுத்தினாலும், திரவநிலை (l) எழுத்தினாலும், திண்ம நிலை (s) எழுத்தினாலும் காட்டப்படுபுன்றன.

### பொழிப்பு

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து, சேர்வைகளை உண்டாக்கும்.

சேர்வைகளை உண்டாக்கும்போது தாக்கத்தில் ஈடுபடும் அணுக்களிடையே பிணைப்புகள் உண்டாகும்.

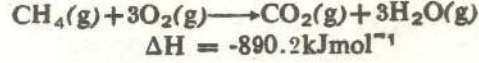
அணுக்கள் இலத்திரனை இழப்பதால் நேர் அயனும் இலத்திரனைப் பெறுவதால் எதிர் அயனும் உண்டாகின்றன.

இலத்திரன்களை இழப்பதால் அல்ல பெறுவதால் ஏற்படும் பிணைப்புகள் அயன் பிணைப்புகள் எனப்படும்.

அயன் சேர்வைகளின் உப்புக் கரைசல்கள் மின்னைக் கடத்தும் இயல்புடையன.

ஒருசோடி இலத்திரன்களைப் பொதுவில் பங்கிட்டுக் கொள்வதன் மூலம் தோன்றும் பிணைப்புகள் பங்கிட்டு வலுப்பிணைப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மெதேன் ( $\text{CH}_4$ ) வாயுவின் தகனம் அதாவது மெதேனுக்கும் ஓட்சிசனுக்கும் இடையிலான தாக்கம் பின்வருமாறு நடைபெறுகின்றது. விளைவுகளாக, காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் கிடைக்கின்றன.



இது ஒரு புறவெப்பத் தாக்கமாகும்.

இலத்திரன்கள் இடம்மாறுவதன் மூலம் தோன்றும் பிணைப்புகள் மின்வலுப் பிணைப்புகள். அதாவது அயன் பிணைப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

இரண்டு ஐதரசன் அணுக்களுக்கிடையில் தோன்றும் பிணைப்பு பங்கிட்டு வலுப் பிணைப்புக்கான ஓர் உதாரணமாகும். அயன் பிணைப்பிணைப்போன்று இங்கு இலத்திரன் பரிமாற்றம் நடைபெறுவதில்லை.

பங்கிட்டு வலுப்பிணைப்புகளின் மூலம் தோன்றிய சேர்வைகளின் கொதிநிலை தாழ்வானது.

தனிச் சோடி இலத்திரன்கள் பங்கு பெறுவதன் மூலம் தோன்றும் விசேட வகையான பங்கிட்டு வலுப்பிணைப்பு, ஈதல் பிணைப்பாகும்.

இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது சக்தி மாற்றம். நடைபெறுகின்றது.

வெப்பச் சக்தியை, வெளிவிட்டபடி நடைபெறும் இரசாயனத் தாக்கங்கள் புற வெப்பத் தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

வெப்பச்சக்தியை உறிஞ்சியபடி நடைபெறும் இரசாயனத் தாக்கங்கள் அகவெப்பத் தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன:

இரசாயனத் தாக்கத்தின்போது நடைபெறும் வெப்பச் சக்தி மாற்றம்  $\Delta H$  எனும் குறியீட்டினால் காட்டப்படுகின்றது.

ஒரு மூல் பிணைப்புக்களை உடைப்பதற்காக வழங்கப்பட வேண்டிய சக்தி, பிணைப்பின் பிணைப்புச் சக்தி என அழைக்கப்படுகின்றது.

## அத்தியாயம் 8

### உயிர்த்

### தொழிற்பாடுகளுக்காகச்

### சக்தியைப் பிறப்பித்தல்

#### 8.1 மனிதனின் சுவாசத் தொகுதி

உயிர்வாழ்வதற்காக, மனிதன் சுற்றாடலிலிருந்து உணவையும் நீரையும் ஓட்சிசனையும் பெற்றுக்கொள்ள வேண்டும். உணவு உட்கொள்ளாது சில வாரங்கள்வரை நாம் வாழ முடியும். நீர் அருந்தாது சில நாட்கள் வரை நாம் உயிர்வாழ முடியும். எனினும், ஒரு சில நிமிடநேரத்துக்கு ஓட்சிசன் சிடைக்காவிடின் நாம் இறந்துவிட நேரிடுகின்றது. உடலின் சகல உயிர்க்கலங்களுக்கும் சக்தியைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காக ஓட்சிசன் தேவையாகின்றது. கல்ம் சக்தியைப் பெற்றுக்கொள்வதற்கு ஓட்சிசனைப் பயன்படுத்தும்போது, அதன் பக்க விளைவாகக் காபனீரொட்சைட்டு தோன்றுகின்றது. கலங்களினுள் தோன்றும் இக்காபனீரொட்சைட்டு உடலிலிருந்து அப்புறப்படுத்தப்படல் வேண்டும். காபனீரொட்சைட்டை உடலிலிருந்து வெளியேற்றுவதற்காகவும் உடலுக்கு ஓட்சிசனைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகவும் மனித உடலில் விசேடமான ஒரு தொகுதி காணப்படுகின்றது. இத்தொகுதி சுவாசத் தொகுதி எனப்படுகின்றது.

மனிதனின் சுவாசத் தொகுதி ஒரு சோடி நுரையீரல்களையும் அவற்றுக்குள்ளேயும் அவற்றிலிருந்து வெளியேயும் வளியைக் கொண்டு செல்லும் குழாய்களையும் கொண்டுள்ளது. வெளி மூக்குத்துவாரங்களின் ஊடாக வளி உட்கெல்கின்றது. வளி சுவாசப் பாதையின் ஊடாக நுரையீரல்களுக்குச் செல்கின்றது. மூக்குப் பாதை சுவாசப் பாதையின் ஆரம்பப் பகுதியாகும். இது இரு பாதைகளைக் கொண்டதாகும். மூக்குப் பாதைகள் உள் மூக்குத் துவகரங்களின் மூலம் தெசண்டையிள் திறக்கின்றன. மூக்குக் குழிகளின் உட்கவர் கலங்களில் பிசிர்கள் எனப்படும் பெருந்தொகையான சிறு முனைகள் காணப்படுகின்றன. இக்கலங்களாற் சீதம் சுரக்கப்படுகிறது. மூக்குக்குழியின் ஊடாக வளி செல்லும்போது அந்தவளியில் அடங்கியுள்ள துணிக்கைகளும் பற்றிரியங்களும் இச்சீதத்தில் ஓட்டிக்கொள்ளும். தூசித்துணிக்கைகளும் பிசிர்களின் அசைவு காரணமாகத் தொண்டையை நோக்கித்

தள்ளப்படுகின்றன. மூக்குக் குழியைக் கடந்து கெல்லும்படி து வளியின் வெப்பநிலை உடல் வெப்பநிலை வரை அதிகரிக்கின்றது. மேலும், இச்சந்தர்ப்பத்தில் வளியுடன் நீராவியும் சேர்க்கின்றது.

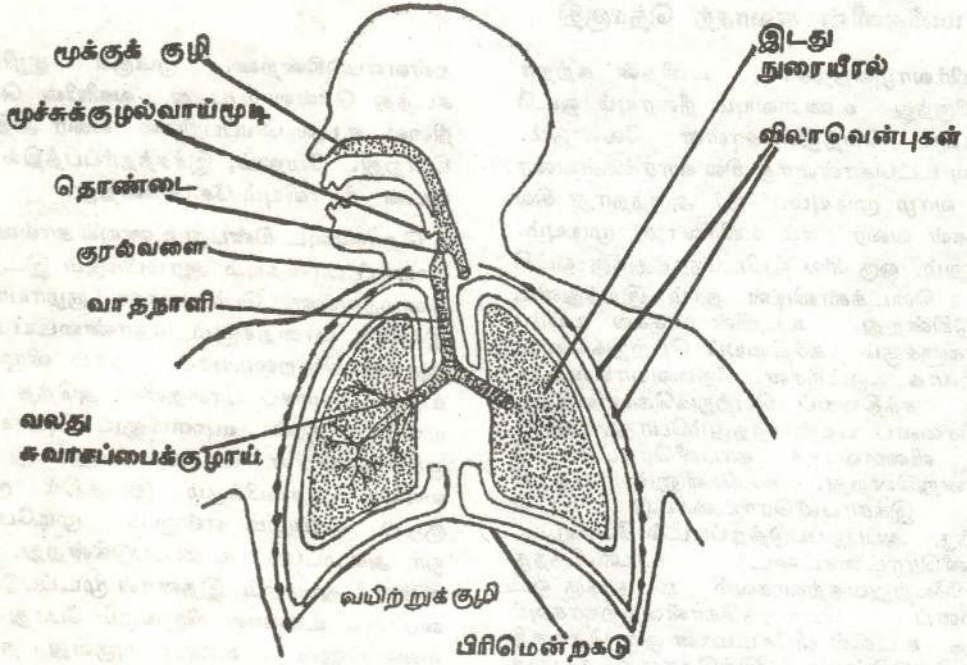
தொண்டை யின்பது உணவுக் கால்வாயும் சுவாசப் பாதையும் ஆரம்பிக்கும் இடத்தில் அமைந்துள்ள பொதுவான குழாயாகும். இவ்விரு பாதைகளும் தொண்டையிலேயே ஆரம்பிக்கின்றமையால், நாம் விழுங்கும் உணவு சுவாசப் பாதையின் அடுத்த பகுதியான குரல் வளையினுட் புகாக்கூடும். குரல்வளையின் வாசலில் அதாவது குரல் வளை ஆரம்பிக்கும் இடத்தில் மூக்கக் குழல் வாய்முடி என்னும் முடிபோன்ற ஓர் அமைப்புக் காணப்படுகின்றது. குரல் வளைத் துவாரம் இதனால் மூடப்படுகிறன்மையால் உணவை விழுங்கும் போது குரல் வளையினுள் உணவு புகுவது தடைப்படுகிறது. குரல் வளைச் சுவர்கள் கசியிழைய அமைப்புகளால் வலிமையடைந்துள்ளன (கசியிழையம் எனப்படுவது உடம்பினால் ஆக்கப்பட்டதொன்றன்று. எனினும், இது வலிமையைப் பெற்றுக் கொடுக்கும் தன்மையுடைய ஒரு பதார்த்தமாகும்). வாதநாளித் துவாரத்திற்குக் குறுக்காகக் குரல் நான்கள் அமைந்துள்ளன. குரல்வளையில் அமைந்துள்ள தசைகளின் மூலம் குரல் நான்களின் நீட்சியும் சுருக்கமும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. குரல் நான்கள் ஈர்க்கப்பட்டிருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் அவற்றுக் கூடாக வளி தள்ளப்படும்போது அந்த நான்கள் அதிருகின்றன. இதன் காரணமாக ஒலி பிறக்கின்றது. வளர்ந்த ஆண்களின் தொண்டை என்பு எனப்படும் பகுதி உண்மையில் குரல் வளையின் முற்பகுதியாகும்.

குரல்வளை, வாதநாளியினுள் திறக்கின்றது. வாதநாளியின் சுவரும் பிசிர்கள் கொண்டதாயும் சீதத்தைச் சுரக்கின்ற கலங்களாற் படலிடப்பட்டதாயும் இருக்

கும். சீதத்தில் ஒட்டிபடி காணப்படும் தூசித் துணிக்கைகளை வெளியேற்றுவதற் காகப் பிசிர்கள் மேல் நோக்கி அசைந்த வண்ணம் காணப்படுகின்றன.

வாதநாளி, நெஞ்சறையில் வலது சுவா சப்பைக் குழாயாகவும் இடது சுவாசப்பைக் குழாயாகவும் பிரிகின்றது.

மனிதனின் இரண்டு சுவாசப்பைகளினுள் ளும் இவ்வாறான சிற்றறைகள் பெருந் தொகையாகக் காணப்படுகின்றன. இவ் வாறாக மிகப் பெருந் தொகையான சிற்ற றைகளைக் கொண்டிருப்பதால் நுரையீரல் கள் இலேசானவையாகவும் கடற்பஞ்சு

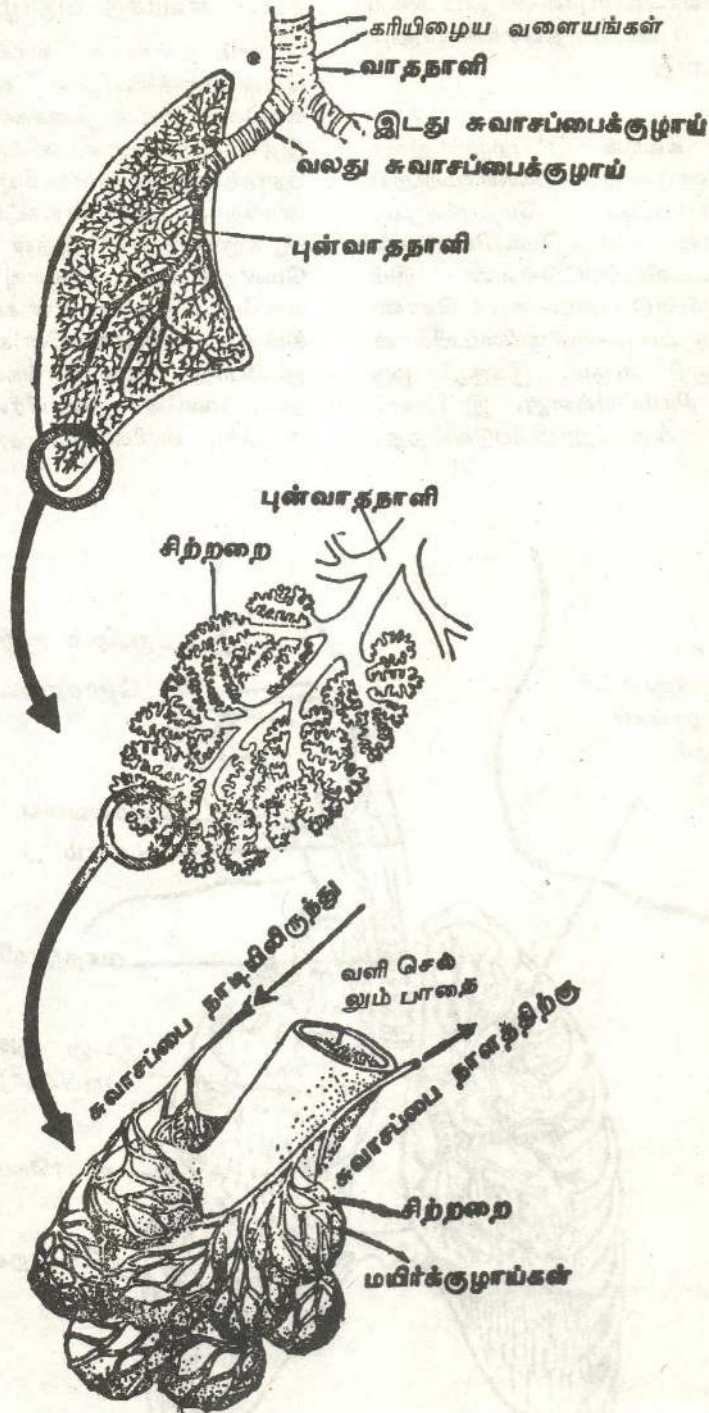


படம் 8.1 மனிதனின் சுவாசத் தொகுதி

இச்சுவாசக்குழாய்கள் இரண்டும் இரு நுரையீரல்களையும் அடைகின்றன. சுவா சக் குழாய்கள் நுரையீரலினுள் பெருந்தொ கையான சுவாசப்பைச் சிறு குழாய்களா கப் பிரிகின்றன. சுவாசப்பைச் சிறுகுழாய் கள் மேலும் பிரிவடைந்து சிறிய உறை கள் போன்ற வளிப்பைகளில் முடிவடைகின் றன. இவ்வொவ்வொரு வளிப்பையும் உறைவடிவான மிகச்சிறிய சிற்றறைகள் சிலவற்றால் அமைக்கப்பட்ட தாயிருக்கும். இச்சிற்றறைகளின் சுவர்களின் மீது பெருந் தொகையான குருதி மயிர்த்துளைக் குழாய் கள் காணப்படுகின்றன. வாதநாளி சுவா சப்பைக் குழாய்கள், சுவர்கள் முற்றுப் பெறாத கசியிழைய வளையங்களால் வலு ஜூட்டப்பட்டுள்ளன.

பபான்ற தன்மை உடையனவாயும் காணப் படுகின்றன. சுவாசப் பைகளின் சுவர்கள் மீள்சத்தியுடையன.

சுவாசப்பைகள் நெஞ்சறையினுள் அமை ந்துள்ளன. இதயம், வாதநாளி யன்பவற் றால் நிரப்பப்பட்ட இடத்தைத் தவிர நெஞ் சறையின் எஞ்சிய பகுதியின் ஏறத்தாழ முழுவதையுமே நிரப்பிப்பது சுவாசப்பை களே எனக் கூறலாம். குமிழி வடிவத்தைக் கொண்ட பிரிமென்றகடு எனப்படும் மெல் லிய சுவரினால் நெஞ்கறை, வயிற்றறை யிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றது. இது நெஞ் சறைப்பக்கமாக வளைந்த தசைப்பிடிப் பான ஒரு சுவராகும். நெஞ்சறையின் சுவர் முதுகுப்புறத்தில் நாரியினாலும் வயிற்றுப்புறத்தில் மார்ப்பட்டையினாலும்



படம் 8.2 சிற்றறைகளின் அமைப்பு

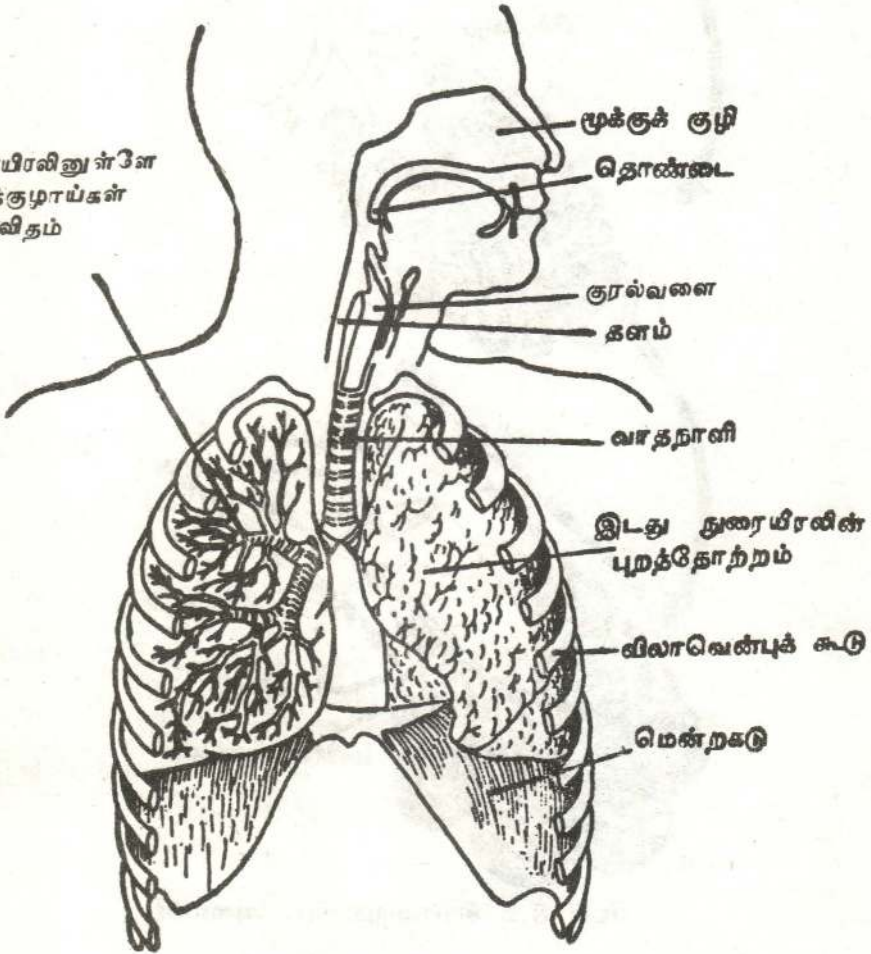
பக்கங்களில் விலாவென்புகள்:னாலும் அவற்றுடன் தொடர்புடைய தசைகளினாலும் தாங்கப்பட்டுள்ளது.

நெஞ்சறைச் சுவரின் உட்புறமும் நுரையீரல்கள் இரண்டினதும் வெளிமேற்பரப்பும் பிரிமென்றகட்டின் மேற்பக்கமும், புடைச்சவ்வு எனப்படும் மெல்லிய மென்சவ்வினால் படலிடப்பட்டுள்ளன. இம் மென்சவ்வு இரண்டு படைகளைக் கொண்டது. இவ்விரு படைகளுக்கும்மையிலான வெளி புடைக்குழி ஆகும். இக்குழி ஒரு பாயத்தினால் நிரம்பியுள்ளது. இப்பாயம் மசகு நெய் போன்று தொழிற்படுகின்றது.

### 8.1.1 சுவாசத் தொழிற்பாடு

நாம் உள்மூச்சு வாங்கும்போது விலாவென்புகளுக்கிடையே, காணப்படும் பழுவுக்கிடையிலான தசைகள் சுருங்குகின்றன. இதன் காரணமாக, விலாவென்புகள் மேல் நோக்கியும் முன்னோக்கியும் அசைகின்றன. அத்தோடு பிரிமென்றகட்டின் தசைகளும் சுருங்குகின்றன. இதன் காரணமாக பிரிமென்றகட்டின் வளைவு குறைகின்றது. எனவே, நெஞ்சறையின் கனவளவு அதிகரிக்கின்றது. நெஞ்சறையின் கனவளவு அதிகரிக்கும்போது, நுரையீரல்கள் விரிவடைகின்றன. எனவே, நுரையீரல்களினுள் நிலவும் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்தை விடக்

வலது நுரையிரலினுள்ளே சுவாசப்பைக்குழாய்கள் கிளைக்கும் விதம்



படம் 8.3 நெஞ்சறை

குறைகின்றது. இதன் காரணமாக சுவாசப் பாதையினூடாக வளி நுரையீரல்களுள் புகுந்து நுரையீரல்களின் சிற்றறைகளை வளியினால் நிரப்புகின்றது. நுரையீரல்களுள் வளியைச் செலுத்தும் இத்தொழிற்பாடு உட்கவாசம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

பழுவுக்கிடையிலான தசைகள் பிரிவடையும் போது, விலாவென்புகள் அவற்றின் ஆரம்ப அமைவை அடைகின்றன. பிரிமென்றகட்டின் தசைகள் பிரிவடைவதனால் அதுவும் ஆரம்ப நிலையை அடைகின்றது. இதன் காரணமாக நெஞ்சறையின் கனவளவு குறைகிறது. எனவே, புடைத்திருந்த நுரையீரல்கள் சுருங்குகின்றன. நுரையீரல்கள் சுருங்கும்போது நுரையீரல்களினுள் அழுக்கம் அதிகரிக்கின்றது, இதன் விளைவாக நுரையீரல்களினுள் இருக்கும் ஸீளி சுவாசப்பாதை வழியே வெளியேறுகின்றது. நுரையீரல்களில் அடங்கியுள்ள வளியை வெளியேற்றும் இத்தொழிற்பாடு வெளிச்சுவாசம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

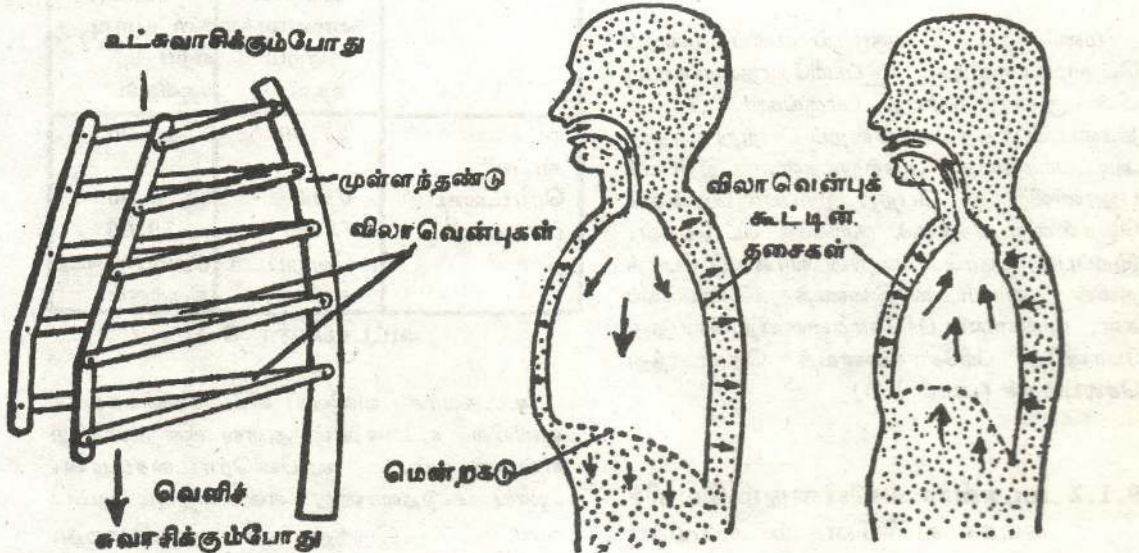
உட்கவாச-வெளிச்சுவாச வேகம் பொதுவாக நிமிடத்துக்கு 10-20 தடவைகளுக்கே

கிடைப்பட்டதால், உடற்பயிற்சிகளில் ஈடுபடும் வேளைகளில் உட்கவாச வெளிச்சுவாச வேகம் அதிகரிக்கின்றது.

உட்கவாச வெளிச்சுவாசத் தொழிற்பாட்டை விளக்குவதற்குப் பின்வரும் பரிசோதனை உதவுகின்றது. படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு உபகரணத்தைத் தயார்படுத்திக் கொள்ளுங்கள்.

படம் 8.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இறப்பர் மென்சவ்வைக் கீழ்நோக்கி இழுங்கள். பின்னர் கையை ட்டுவிடுங்கள். இந்த இரண்டு சந்தர்ப்பங்களின்போதும் பலூனிற்கு யாது நடைபெறுகின்றது? மென்சவ்வைக் கீழ்நோக்கி இழுத்ததும் பலூன் புடைக்கின்றது. மென்சவ்வை விட்டதும் பலூன் சுருங்குகிறது.

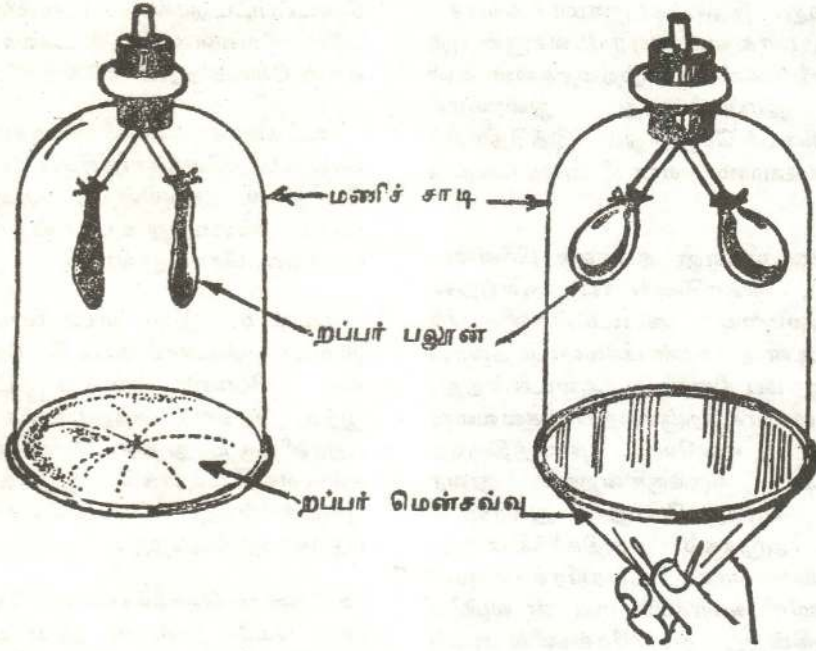
உட்கவாச-வெளிச்சுவாசத் தொழிற்பாடானது மேலே நாம் நடத்திய பரிசோதனையின் போது நடைபெற்ற வளி உட்செல்லல், வளி வெளிச் செல்லல் ஆகிய தொழிற்பாடுகளைப் பெரும்பாலும் ஒத்தது என்பது உங்களுக்குப் புரிந்திருக்கும். நெஞ்சறைச் சுவரைப் போன்று மணிச்சாடியின் சுவர் உயர்ந்து தாழ்வதில்லை என்பதையும்



(பரும்படிப் படம்)

உட்கவாசிக்கும்போது

வெளிச் சுவாசிக்கும்போது



படம் 8.5

பலூனைச் சூழக் காப்படுவது போன்று நுரையீரல்களைச் சூழவும் வளி காணப்படுவதில்லை என்பதையும் கவனத்திற்கொள்ளல் வேண்டும்.

மணிச்சாடி Y குழாய் என்பவற்றைப் பெறமுடியாவிடின் இப்பரிசோதனையைப் பின்வருமாறு செய்து பாருங்கள். பிளாத்திக்குப் போத்தலொன்றைப் பெற்று அதன் அடிப்பாகத்தை அகற்றுங்கள். இறப்பர் பலூனிலிருந்து பெற்ற இறப்பர் மென்சவ்வொன்றை அதற்குக் குறுக்கே கட்டுங்கள். இறப்பர் பலூனொன்றின் வாயைப் போத்தலின் வாயுடன் இணைத்துக்கொள்ளுங்கள். முன்னைய பரிசோதனையிற் செய்தது போன்றே பரிசோதனையைத் தொடர்ந்து செய்யுங்கள் (படம் 8.6)

டுச் செறிவுகள் அண்ணளவாக அட்டவணை 8.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

	உட்கவாச வளியில் கனவளவுக்கு ஏற்ப சதவீதம்	வெளிச் சுவாச வளியில் கன வளவுக்கு ஏற்ப சதவீதம்
ஓட்சிசன்	21.00	16.00
காபனீ		
ரொட்சைட்டு	0.04	4.00
நைதரசன்	79.00	79.00
நீராவி	வெறுபடக் கூடியது	நிரம்பலடைந்திருக்கும்

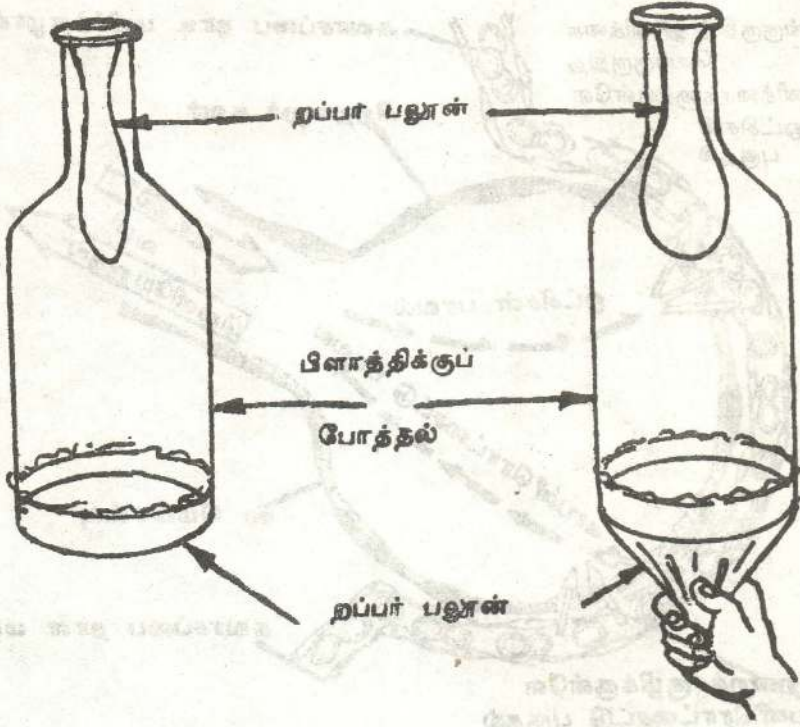
அட்டவணை 8.1

உட்கவாச வளியை விட வெளிச்சுவாச வளியில் ஓட்சிசனின் அளவு குறைவானது என்பதையும், காபனீரொட்சைட்டின், அளவு கூடுதலானது என்பதையும் அட்டவணையில் இருந்து அறிய முடிகின்றது. நுரையீரல்களினுள் ஏதோவொன்று நிகழ்வதன் காரணமாகவே, வளியின் அமைப்பில் இந்த மாற்றம் ஏற்பட்டுகின்றதென

### 8.1.2 உட்கவாச வளியினதும் வெளிச் சுவாச வளியினதும் அமைப்பு

உட்கவாச வளியினதும் வெளிச்சுவாச வளியினதும் ஓட்சிசன், காபனீரொட்சைட்



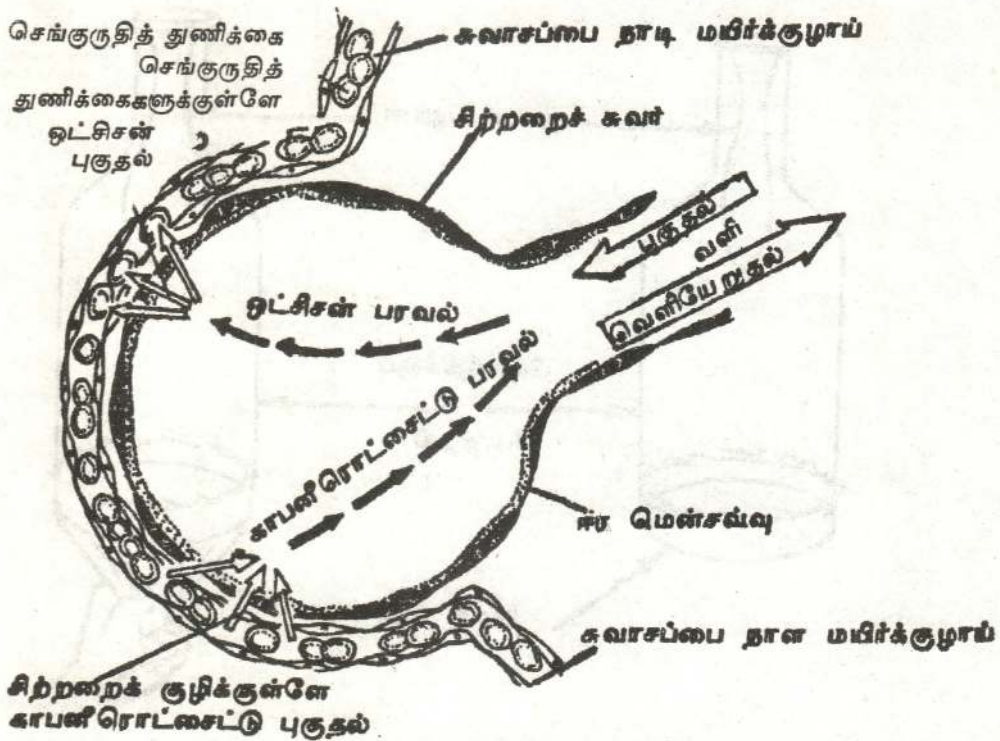


படம் 8.6

நாம் கருதலாம். நுரையீரல்களினுள் யாது நடைபெறுகின்றது என்பதைக் கவனிப்போம்.

சிற்றறைச் சுவர்களின் மீது பெருந்தொகையான குருதி மயிர்க் குழாய்கள் காணப்படுகின்றன என்பது முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது. சிற்றறைகளின் சுவர் மிக மெல்லியது. இது தனிக் கலப் படையாலானது. சிற்றறைச் சுவர்களின்மீது காணப்படும் குருதிமயிர்க் குழாய்களின் சுவரும் மிக மெல்லியது. இதுவும் தனிக் கலப் படையினாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இப்போதைச் சிற்றறைச் சுவர்களுடன் நெருக்கமாகத் தொடுகையுற்றுக் காணப்படுகின்றது. இந்நிலையில், சிற்றறைகளில் அடங்கியுள்ள வளிக்கும் மயிர்த்துளைக் குழாய்களில் அடங்கியுள்ள குருதிக்கும் இடையே இரண்டு கலப் படைகள் மாத்திரமே காணப்படுகின்றன. இதயத்தில் இருந்து ஓட்சிசனைக் கொண்டிராத குருதியைக்

கொண்டுவரும் நுரையீரல் நாளமே, இவ்வாறு மயிர்த்துளைக் குழாய்களாக சிற்றறைச் சுவர்களின் மீது பரவிக் காணப்படுகின்றது. இந்தக் குருதி மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் ஒன்று சேர்வதால் தோன்றும் நுரையீரல் நாளத்தின் மூலம் ஓட்சிசனைக் கொண்ட குருதி நுரையீரல் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. ஓட்சிசன் குருதியினுள்ளும், காபனீரொட்சைட்டு குருதியிலிருந்து அப்பாலும் பரவுகின்றது. சிற்றறைச் சுவர்களுக்கும் குருதி மயிர்த்துளைக்குழாய்ச் சுவர்களுக்கும் ஊடாகவே வாயுப் பரிமாற்றம் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாயுக்கள் பரவுமுன்னர், சிற்றறைச் சுவர்களில் நிலவும் ஈரலிப்பில் கரைகின்றன. இதற்கு ஏதுவாகச் சிற்றறைச் சுவர்கள் எப்போதும் ஈரலிப்பாவே காணப்படுகின்றன.



படம் 8.7 சிற்றறையினுள் நிகழும் வாயுப் பரிமாற்றம்

### 8.1.3 வாயுப் பரிமாற்றம் சிறப்பான முறையில் நடைபெறுவதற்காக நுரையீரல்கள் இயைபாகக் கமடைந்துள்ள விதம்

பெருந் தொகையான சிற்றறைகள் காணப்படல். இதன் காரணமாக நுரையீரலினுள் வாயுப் பரிமாற்றம் நடைபெறும் மேற்பரப்பின் பரப்பளவு அதிகரிக்கின்றது.

சிற்றறைச் சுவர்களின் மீது குருதி மயிர்க்குழாய்கள் அதிக அளவில் காணப்படல்.

சிற்றறைச் சுவர்கள் மிக மெல்லியதாகக் காணப்படல்.

வாயுப் பரிமாற்றம் திரவ ஊடகமொன்றினுள் நடைபெறுதல். இதற்கு ஏதுவாக சிற்றறைச் சுவர்கள் எப்போதும் ஈரலிப்பாகவே காணப்படுகின்றன.

நுரையீரல்கள் மீள்சக்தியுடையனவாக காணப்படல்.

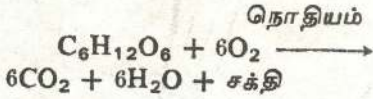
### 8.2 கலச் சுவாசம்

உணவுப் பொருட்களுள் இரசாயனச் சக்தி அடங்கியுள்ளது ஆயினும் இச்சக்தியை நமது உடலினால் நேரடியாக உபயோகப்படுத்த முடியாது. சிக்கலான இவ்வுணவுப் பொருட்கள் எளிய குளுக்கோசு, வெல்லம் ஆகியனவாக மாற்றப்பட்டு, அவை ஓட்சியேற்றப்படல் வேண்டும் கலத்தினுள் நடைபெறும் இவ்வாறான ஓட்சியேற்றத் தாக்கத்தின்போது வெளிவிடப்படும் சக்தி பலவகையான செய்கைகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. ஓட்சியேற்றத்தாக்கம் நடைபெறுவதற்கு ஓட்சிசன் தேவைப்படும். கலங்களுக்குள் காணப்படும் பலவகையான நொதியங்கள் இச்செயற்பாடுகள் நடைபெறுவதற்கு உதவுகின்றன. சக்தி வெளியேற்றப்படும் வகையில் கலங்களில் நடைபெறும் களுக்கோசு ஓட்சியேற்றத்தாக்கம் கலச் சுவாசம் எனப்படும்.

ஓட்சிசன் உள்ளபோது குளுக்கோசு ஓட்சியேற்றப்படுதல் பல கட்டங்களில் நடைபெற்றபோதிலும் முழுத் தாக்கமும் கீழ்வருமாறு காட்டப்படலாம்.

நொதியம்

காபோவைதரேற்று + ஓட்சிசன் →  
காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சக்தி



இச்செயற்பாடு ஒளித்தொகுப்புச் செயற்பாட்டின் எதிர்மாறான செயற்பாடென உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். ஒளித்தொகுப்பு சிக்கலான சேர்வையொன்றைத் தொகுக்கும் தாக்கமாகும். குளுக்கோசு ஓட்சியேற்றம் சிக்கலான சேர்வையொன்றைப் பிரிகையுறச் செய்யும் தாக்கமாகும். கலச் சுவாசத்தூன்போது சக்தி வெளியேற்றப்படுவதற்கு மேலதிகமாக, காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. நிறுக்கோசு ஓட்சியேற்றப்படுதல் இழை மணிகளில் நடைபெறும்.

உணவு, ஓட்சிசன் ஆகியவற்றைத் தவிர கலத்தினுள் காப்பும் வேறு சில சேர்வைகளும் இச்செயற்பாட்டிற்கு உதவும். இவைகளாவன அடினோசின் இரு பொசுபேற்றும் (ADP), அடினோசின் முப்பொசுபேற்றும் (ATP), சில நொதியங்களும் ஆகும்

சுவாசத்தின்போது வெளிவிடப்படும் சக்தி அடினோசின் முப்பொசுபேற்றினுள் சேகரித்து வைக்கப்படுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ATP யினுள் அதிக சக்தி சேகரித்து வைக்கப்படுகின்றது. கலங்களுக்குச் சக்தி தேவைப்படும்போது — ATP ஐ வேகமாகப் பிரிகையடையச் செய்து, கலங்களுக்குத் தேவையான சக்தி அளிக்கப்படும். ஆகவே ATP கலங்களுக்குச் சக்தியைக் கணத்தில் அளிக்கும் சக்தி முதலாகச் செயற்படுகின்றது. ATP பிரிகையடையும்போது பொசுபேற்றுத் தொகுதியொன்றும் வெளிவிடப்படும். அப்போது ADP அடினோசின் இருபொசுபேற்று உண்டாகும். சுவாசத்தின்போது, வெளிவிடப்படும் சக்தியை உபயோகிப்பதன் மூலம் ADP, பொசுபேற்று ஆகியவை தாக்கமுற்று ATP ஐ மீண்டும் உண்டாக்கும்.

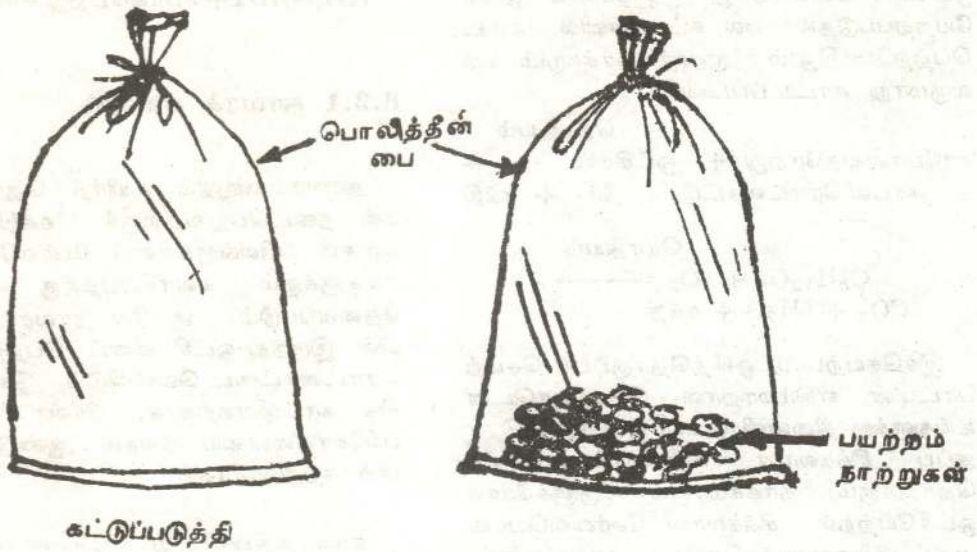
ATP=ADP+பொசுபேற்று+சக்தி

### 8.2.1 தாவரச் சுவாசம்

தாவரங்களிலும் உயிர்த் தொழிற்பாடுகள் நடைபெறுவதற்குச் சக்தி அவசியமாகும். விலங்குகளைப் போலவே தாவரங்களுக்கும் சுவாசிப்பதற்கு ஓட்சிசன் தேவைப்படும். ஆகவே தாவரங்கள் வளியில் இருந்து ஓட்சிசனைப் பெற்று காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிடும் இதை விளக்கிக் காட்டுவதற்காக, பிரீஸ்ட்லி செய்த பரிசோதனையை நீங்கள் ஆண்டு 7 வகுப்பிற் கற்றுள்ளீர்கள்.

சுவாசத்தின்போது ஓட்சிசன் பயன்படுத்தப்படுவதாகக் காட்டக்கூடிய பரிசோதனை ஒன்று கீழே விபரிக்கப்பட்டுள்ளது. சிறிய சாடியொன்றினுள் நடப்பட்டுள்ள தாவரம் ஒன்றை எடுங்கள். இத்தொகுதியை ஒளித்தொகுப்பு நடைபெறாதிருப்பதற்காகக் கரு நிறத்தாள் ஒன்றினால் சுற்றி மூடுங்கள். பின் இதை மணிச்சாடி ஒன்றினால் மூடுங்கள். தாவரம் நடப்படாத மற்றொரு சாடியையும் எடுத்து அதையும் மணிச்சாடியொன்றினால் மூடுங்கள். இது கட்டுப்பாட்டுச் சோதனைக்காக அமைக்கப்படுவதாகும். சில மணித்தியாலங்களுக்குப் பின் ஒரே அளவிலான இருமெழுகுவர்த்திகளை எடுத்து அவற்றை எரிய வைத்து மணிச்சாடிகளை ஒரே அளவில் உயர்த்தி அவற்றினுள் மெழுகுவர்த்திகளைப் புகுத்துங்கள். தாவரம் இருந்த மணிச்சாடிகுள் இடப்பட்ட மெழுகுவர்த்தி ஒரு கணத்தில் அணைந்துவிடும். ஆயினும், அடுத்த மணிச்சாடியினுள் மெழுகுவர்த்தி அணையாமல் சிது நேரமாவது எரியும். இதன் மூலம் நாம் அறிவது, மூடப்பட்ட சாடியினுள் அடைக்கப்பட்டிருந்த வளியில் இருந்த ஓட்சிசன் தாவரத்தினால் உறிஞ்சப்பட்டுள்ளது என்பதாகும்.

தாவரத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் சுவாசிப்பு நிகழ்கின்றது. சுவாசத்தின்போது தாவரங்கள் காபனீரொட்சைட்டை விடுகின்றனவென எவ்வாறு அறியலாம்?



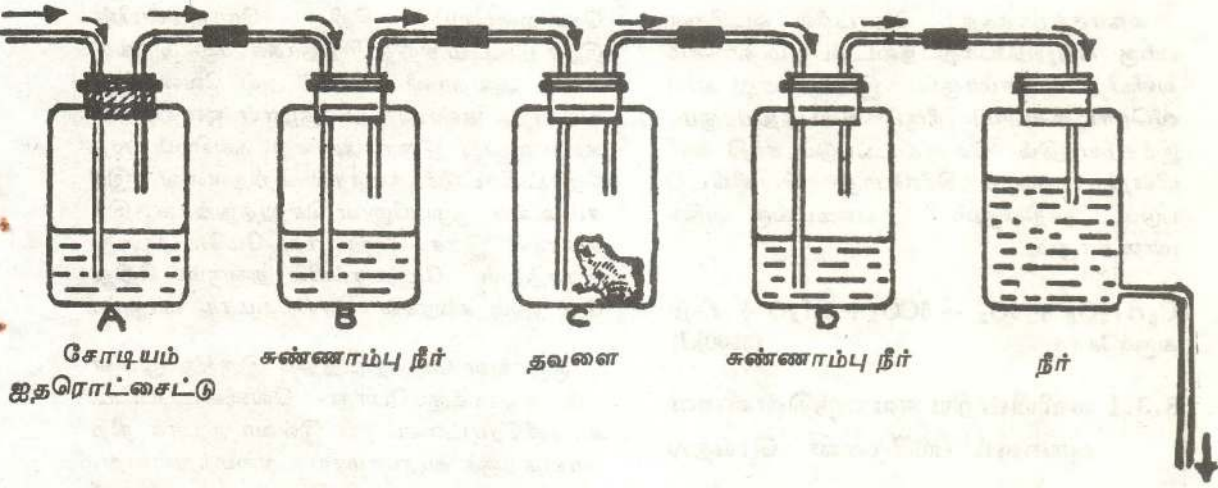
படம் 8.8

**சுவாசத்தின்போது தாவரங்கள் காபனீ ரொட்சைட்டை வெளிவிடுகின்றன எனக் காட்டல்**

துவாரங்கள் அற்ற ஒரே விதமான, சுத்தமான இரு பொலித்தீன் பைகளை எடுங்கள். ஒன்றிற்குள் ஒரு பிடி முளைக்கும் பயற்றம் விதைகளை இட்டு, பையின் வாயை மூடிக்கட்டுங்கள். இரண்டாம் பையினுள் ஒரு பிடி முளைக்காத பயற்றம் விதைகளை இட்டு வாயை மூடிக் கட்டுங்கள். இரண்டு பைகளினுள்ளும் வளி நிரம்பி இருக்கும் இரு பைகளையும் 3 மணித்தியாலங்கள் வரையில் ஒரு பக்கமாக வைத்துவிட்டுப் பின் சம அளவிலான சுண்ணாம்பு நீரை இரு பைகளினுள்ளும் இட்டு நன்றாகக் குலுக்குங்கள். பின் சுண்ணாம்பு நீரில் மாற்றத்தை அவதானியுங்கள். வளரும் பயற்றம் விதைகள் இருந்த பொலித்தீன் பையினுள் சுண்ணாம்பு நீர் அதிகமாகப் பால் நிறமாய் மாறும். மற்றைய பையினுள் இட்ட சுண்ணாம்பு நீர் பால் நிறமாய் மாறுவது சிறிதளவேயாகும். வளரும் விதைகள் சுவாசிக்கின்றன. ஆகவே, இவ்விதைகள் வெளிவிடும் காபனீரொட்சைட்டு காரணமாக, சுண்ணாம்பு நீர் பால் நிறமாக மாறுவதாக நாம் தீர்மானிக்கலாம்.

பயற்றம் விதைகளுக்குப் பதிலாக, தாவரங்களின் பூக்கள், இலைகள், வேர்கள் போன்றவற்றையும் உபயோகித்து மேற்படி பரிசோதனையைச் செய்யலாம். தாவரத்திற்கு அல்லது தாவரப் பாகத்திற்குப் பதிலாக, தவளைபோன்ற சிறு விலங்கொன்றை உபயோகித்தும் மேற்படி பரிசோதனையைச் செய்யலாம்.

A போத்தலினுட் செலுத்தப்படும் வளியில் உள்ள காபனீரொட்சைட்டை சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு உறிஞ்சும். அவ்வளி போத்தலினுட் செலுத்தப்படும் போது, சுண்ணாம்பு நீர் பால் நிறமாக மாற்றமடையாது. ஆகவே இவ்வளியில் காபனீரொட்சைட்டு இல்லையென்பது நிச்சயமாகின்றது. C போத்தலினுள் தவளையொன்று உண்டு. C யிலிருந்து வெளிவரும் வளி D யினூடாகச் செல்லும். அப்போது அதிலுள்ள சுண்ணாம்பு நீர் பால் நிறமாக மாற்றமடையும். இப்பரிசோதனை மூலம், தவளை சுவாசித்த போது காபனீரொட்சைட்டு வெளிவிடப்பட்டதென அறியலாம்.

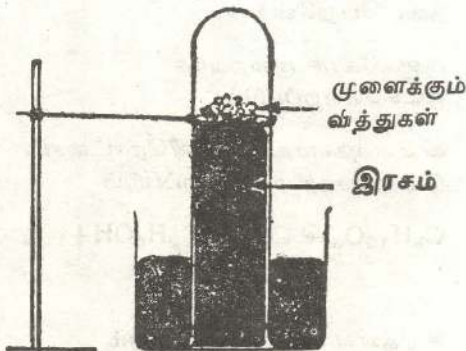


படம் 8.9

இவ்வாறான தவளையில்லாத மற்றுமோர் உபகரணத்தை அமைத்து வைத்தால், அது கட்டுப்பாட்டுப் பரிசோதனையாக அமையும். இங்கு போத்தலினுள் உள்ள சண்ணாம்பு நீர் பால் நிறமாய் மாற்றமடையமாட்டாது.

### 8.3 வளியின்றிய சுவாசம்

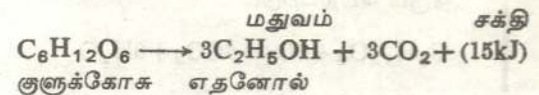
தாவரத்தினுள் நடைபெறும் ஒட்சி யேற்றம் ஒரே படியில் நடைபெறும் தாக்க மன்று. இது படிப்படியாக நடைபெறும் தாக்கமாகும். இத்தாக்கத் தொடருடன் ஒட்சிசன் தொடர்புறுவது இடை நடுவிலாகும்.



படம் 8.10

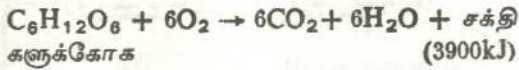
ஒட்சிசன் தொடர்புறும் வரை நடைபெறும் ஆரம்பத்தாக்கங்கள் ஒட்சி யேற்றமற்ற தாக்கங்களே. இவற்றின் போதும் சக்தியும் காபனீரொட்சைட்டும் வெளிவிடப்படும். ஆகவே, இதுவும் சுவாசத்தின் ஒரு பகுதியே, சுவாசத் தாக்கத் தொடரில் ஒட்சிசனின் தொடர்பின்றி நடைபெறும் ஆரம்பத் தாக்கங்கள் வளியின்றிய சுவாசம் எனப்படும். ஒட்சிசன் தொடர்புற்ற பின் நடைபெறும் தாக்கங்கள் வளியிற்சுவாசம் எனப்படும்.

வளியின்றிய சுவாசத்தின்போது வெளியேற்றப்படுவது சேகரிக்கப்பட்ட சக்தியில் சிறுபாகமே. இதற்குக் காரணம், குளுக்கோசு (வெல்லம்) பூரணமாகக் காபனீரொட்சைட்டாகவும் நீராகவும் மாற்ற முறாததாகும். வளியின்றிய சுவாசத்திற்கு மற்றுமோர் உதாரணம் மதுசாரம் நொதித்தலாகும். இங்கு மதுவம் என்னும் நுண்ணங்கிகள் குளுக்கோசுக் கரைசலை மதுசாரமாக மாற்றும். இதற்கு மேலதிகமாகக் காபனீரொட்சைட்டும் சக்தியும் வெளிவிடப்படும்.



விலங்குகளின் உடலினுள் வளியின்றிய சுவாசம் நடைபெறும்போது எதயில் மதுசாரத்திற்குப் பதிலாக இலற்றிக் கமிலம் உற்பத்தியாகின்றது.

சுவாசத்தாக்கத் தொடரில் ஓட்சிசன் பங்கு பற்றும்போது நடைபெறும் தாக்கம் வளியிற் சுவாசமாகும். இதன்போது காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் உற்பத்தியாகும். இச்சமயத்தில் வெளிவிடப்படும் சக்தி வளியின்றிய சுவாசத்தின்போது வெளிவிடப்படும் சக்தியிலும் பலமடங்கு அதிகமானதாகும்,



### 8.3.1 வளியின்றிய சுவாசத்தின் விளைவுகளைப் பரிசீலனை செய்தல்

உமது பாடசாலை ஆய்வுகூடத்திலிருந்து இரசத்தைப் பெற்றுக்கொள்ள முடியுமாயின் உமது ஆசிரியரின் உதவியுடன் பின்வரும் தொழிற்பாட்டைச் செய்து பார்க்க. பூரணமாக இரசத்தால் நிரப்பப்பட்ட சோதனைக் குழாய் ஒன்றை இரசம் நிரம்பிய தாளி ஒன்றினுள் தலைகீழாக வைத்துப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு நிறுத்தியில் இணைக்க. இக்குழாயினுள் வளி உட்செல்லாதவாறு இதை அமைத்தல், வேண்டும். மேற்கூறியவாறு உபகரணங்களை அமைத்த பின் குழாயினுள்ளே வளரும் விதைகள் சிலவற்றைச் செலுத்துங்கள். இவ்விதைகள் இரசத்தினூடாக மேற்

சென்றடையும். சிறிது நேரத்தின்பின் இரச மட்டம் சிறிது சிறிதாகக் கீழ் இறங்குவதை அவதானிக்கலாம். அவ் வேளையில் வளைந்த கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றினால் கண்ணாம்பு நீரை அல்லது கல்சியம் ஐதரொட்சைட்டுக் கரைசல் சிறிதளவை, இரசம் உள்ள குழாயினுள் செலுத்துங்கள். இக் கரைசல் இரசத்தினூடாக மேலே சென்று இரசத்தின் மேற்பரப்பில் தங்கும். சிறிது நேரத்தில் கரைசல் பால்நிறமாக மாறும்.

குழாயுள் வெற்றிடத்தில் இருந்து முளைகள் சுவாசிக்கும்போது வெளிவிடப்பட்ட காபனீரொட்சைட்டு, இவ்வாறு பால் நிறமாவதற்குக் காரணமாய் அமைந்துள்ளது. ஆகவே, முளை சுவாசித்தபோது காபனீரொட்சைட்டு வெளி விடப்பட்டுள்ளது மேலும், ஓட்சிசன் இன்றிய நிலையில் சுவாசம் நடைபெற்றுள்ளது.

வளியிற் சுவ7சம், வளியின்றிய சுவாசம் ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் அட்டவணை 8.2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

### 8.4 சுவாசத் தொகுதியுடன் தொடர்புடைய நோய்கள்

சுவாசத் தொகுதியுடன் தொடர்புடைய நோய்கள் பல்வேறு காரணங்களால்

வளியிற் சுவாசம்	வளியின்றிய சுவாசம்
ஓட்சிசன் இருக்கும்போது நடைபெறுகின்றது	ஓட்சிசன் இல்லாதபோது நடைபெறுகின்றது.
குளுக்கோசு பூரணமாக ஓட்சியேற்றப்படும்	குளுக்கோசு குறைவாக ஓட்சியேற்றப்படும்
விளைவுகளாகக் காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் பெறப்படும்	விளைவுகளாகக் காபனீரொட்சைட்டும் மதுசாரமும் பெறப்படும்
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH +$
சக்தி (3900kJ)	சக்தி (150 kJ)
அதிக சக்தி வெளியேறும்	சிறிதளவு சக்தி வெளியேறும்

அட்டவணை 8.2

தோன்றுகின்றன. புகைத்தல், அவற்றுள் ஒரு காரணமாகும். வெற்றுக் கண்ணுக்குத் தென்படாத பற்றீரியா, வைரசு போன்ற மிகச்சிறிய அங்கிகள் (நுண்ணங்கிகள்), காரணமாகவும் சுவாசத் தொகுதியில் நோய்கள் ஏற்படுகின்றன.

#### 8.4.1 புகைத்தல் சுவாசத் தொகுதியைப் பாதிக்கும் விதம்

சிகரெற்றுப் புகை ஒரு தனிப் பதார்த்தமன்று. அது நிக்கற்றீன், காபனோரொட்சைட்டு, ஐதரசன், சயனைட்டுப் போன்ற பல நச்சுப் பதார்த்தங்களின் கலவையாகும். புகையை உள்ளிழுக்கும் ஒவ்வொரு தடவையின் போதும் புகையில் அடங்கியுள்ள இப் பதார்த்தங்களுள் ஏறத்தாழ 90% உடலினுள் தேங்குகின்றது. இவற்றினால் ஏற்படும் சில தாக்கங்கள் கணப் பொழுதில் தோன்றக்கூடியன. மற்றும் சில தாக்கங்கள் பல வருடங்கள் வரை புகைபிடித்த பின்னரே தோன்றுகின்றன.

#### புகைத்தல் காரணமாக ஏற்படும் நோய்களும் கோளாறுகளும்

சிகரெற்றுப் புகையில் அடங்கியுள்ள தார் (நிக்கற்றீன்) நுரையீரல்கள், தொண்டை, குரவகளை போன்ற ஓலவேறு உறுப்புக்களில் படிக்கின்றது. இச்சிகரெற்றுத் தாரில் அடங்கியுள்ள இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் காலம் செல்லும்போது அவ்வுறுப்புக்களில் புற்று நோய் தோன்றுவதற்கு ஏதுவாக அமைகின்றன என்பது அறியப்பட்டுள்ளது.

சுவாசத் தொகுதியைச் சேர்ந்த குழாய்களுள் காணப்படும் பிசுர்களின் மூலம் நாம் உட்சுவாசிக்கும் வளி சுத்திகரிக்கப்படுகின்றது என முன்னர் அறிந்துகொண்டீர்கள். சிகரெற்றுப் புகையில் அடங்கியுள்ள நச்சுப் பதார்த்தங்கள் காரணமாக, இப்பிசுர்கள் செயலிழக்கின்றன. உட்சுவாச வளி சுத்திகரிக்கப்படுவது தடைப்படுகிறது. இதன் காரணமாக புகை பிடிப்பவர்களுக்கு "சுவாசப்பைக் குழாயற்றி" போன்ற சுவாசப்பாதை நோய்களும் ஏனைய நுரையீரல் நோய்களும் தோன்ற இடமேற்படுகின்றது. அத்தோடு அவர்களுக்கு அன்றாடம் இருமலும் ஏற்பாடுகின்றது.

சிகரெற்றுப் புகை கட்டியாவதால் தோன்றும் தார் காரணமாக நுரையீரல்களுக்குள் வளியைக் கொண்டு செல்லும் நுண்ணிய குழாய்கள் தடைப்படுவதனால் நுரையீரல் இழையங்கள் சிதைவுறுகின்றன. இதன் விளைவாக நுரையீரல்களின் திறன் குறைவடைகின்றது. இந்நிலையில் விரைவில் களைப்பு ஏற்படுகின்றது.

#### 8.4.2 ஏனைய நோய்களும் கோளாறுகளும்

மூக்குப் பாதையினுள் வைரசு புகுவதன் காரணமாகவும் சுவாசப் பாதையில் நோய்கள் தோன்றுகின்றன. மூக்கிலும் தொண்டையிலும் காணப்படும் சீதப்படையில் வைரசு வளர்வதனால் அதிக அளவு சீதம் சுரக்க ஆரம்பிக்கின்றது. இதன் காரணமாக, மூக்கு அருட்டப்பட்டுத் தும்மல் ஏற்படுகின்றது. இந்தநோய் நிலைமை தடிமன் என அழைக்கப்படுகின்றது.

தும்மும்போது வைரசு நிரம்பிய நிரவச் சிறுதுளிகள் வளியில் வெளிவிடப்பட்டுப் பரம்பிச் செல்கின்றன. இச்சிறுதுளிகளைக் கொண்ட வளியை ஏனையோர் உட்சுவாசிக்கையில் வைரசுக்கள் அவர்களின் உடலினுட் செல்கின்றன. இதனால் அவர்களுக்கும் தடிமன் ஏற்பட வழியேற்படுகின்றது. இவ்வாறாகத் தடிமன் பரவுவதைத் தவிர்ப்பது கடினமானது. எனினும், தும்மும்போது கைக்குட்டையைப் பயன்படுத்துவதனாலும். நோயாளிக்கு பரிமாறும் பாவனைப் பொருள்களைத் தனிப்படுத்தி வைப்பதன் மூலமும் நோய் பரவுவதைப் பெருமளவுக்குத் தவிர்த்துக்கொள்ளலாம். குழந்தைகளுக்கு மிக இலகுவாகத் தடிமன் தொற்றக்கூடுமாகையால் தடிமனால் பீடிக்கப்பட்டவர்கள் குழந்தைகளுக்கு அருகில் செல்வது ஏற்றதன்று.

ஒரு வகை வைரசு காரணமாக ஏற்படும் நோய் பிடிசுரம். இந்நோயும் தடிமனைப் போன்றே பரவுகின்றது. இந்நோயின் போது தொண்டையும் வாத்தாளியும் சுவாசக் குழாய்களும் வைரசுத் தாக்கத்துக்

குள்ளாகின்றன. தடிமன் பரவுவதைத் தடுக்கக்கூடிய வழிவகைகள் மூலம் இந்நோய் பரவுவதையும் தவிர்த்துக்கொள்ள முடியும்.

பொதுவாக சிறுபிள்ளைகளிடையே காணப்படும் ஒரு நோய் குக்கல். இந்நோயின்போது இடைக்கிடை இருமல் ஏற்படுகின்றது. இருமும்போது வளியை உள்ளிழுக்கையில் மெல்லிய ஒலி தோன்றுவது இந்நோயின் விசேட இயல்பாகும். இந்நோய் ஒருவகை பற்றீரியாவினால் ஏற்படுகின்றது.

விசேட தடுப்பு மருந்தொன்றின் மூலம் நீர்ப்பீடனத்தைப் பெற்றுக் கொடுப்பதால் சிறுவர்க்கு இந்நோய் ஏற்படுவதைத் தவிர்த்துக்கொள்ள முடியும். பொதுவாகக் குழந்தை பிறந்து ஒரு வருட காலத்துள் இத்தடுப்பு மருந்து வழங்கப்படுகின்றது. இது மூன்று தடவைகளில் வழங்கப்படுகின்றது. இத்தடுப்பு மருந்து முக்கூட்டு வச்சீனுடன் சேர்த்தும் வழங்கப்படுவதுண்டு. முக்கூட்டு வச்சீன் என்பது தொண்டைக்கரப்பன், ஈர்ப்புவலி, குக்கல் ஆகிய மூன்று நோய்களுக்கும் எதிராக வழங்கப்படும் தடுப்பு மருந்தாகும்.

குக்கல் நோயினால் பீடிக்கப்பட்ட பிள்ளைகளை ஏனைய பிள்ளைகளிலிருந்து அப்புறப்படுத்தி வைத்திருத்தல் வேண்டும்.

காசநோய் பசிலக அல்லது ரீ. பீ. பசிலக என்னும் பெயரால் அழைக்கப்படுகின்ற ஒரின பற்றீரியாவினால் காசநோய் உண்டாகின்றது.

## பொழிப்பு

உடலின் சகல உயிர்க்கலங்களுக்கும் ஒட்சிசன் அத்தியாவசியமானது.

எல்லா உயிர்க்கலங்களிலும் பக்க விளைவாகக் காபனீரொட்சைட்டு தோன்றுகின்றது.

உடலினுள் ஒட்சிசனைப் பெற்றுக்கொள்வதற்கும் உடலிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிடுவதற்குமாக அமைந்துள்ள உறுப்புத் தொகுதி சுவாசத் தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது.

இப்பற்றீரியாக்கள் விசேடமாக நுரையீரல்களைத் தொற்றித் தாக்குகின்றன. இதன் விளைவாக, நுரையீரல்களின் இழையங்கள் சிதைவுற்று நுரையீரல்களில் குழிகள் தோன்றுகின்றன. காசநோய் பசிலகக்கள் இக்குழிகளுள் நன்கு வளர்கின்றன. நோயாளி இருமும்போது வளியுடன் சேர்ந்து இக்குழிகளில் காணப்படும் பசிலகக்களும் வெளிவருகின்றன. இந்த உலர்ந்த இருமலும், உடல் நிறை குறைவடைதலும், களைப்பும், நோயின் ஆரம்ப அறிகுறிகளாகும். நோய் நீண்ட காலம் நிலைத்திருக்கையில், உடல் நிறை வெகுவாகக் குறைவடைதல், உடல் மெலிதல், இருமும்போது உமிழ்நீருடன் குருதி வெளியேறல், இளங்காய்ச்சல் ஆகிய அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன.

இந்த நோய் பரவுவதைத் தவிர்ப்பதற்காக, போசாக்குடைய உணவும் சுத்தமான வளியும், சூரிய ஒளியும் உதவுகின்றன. இந்நோய் ஏற்படாது தவிர்த்துக்கொள்வதற்காக வழங்கப்படும் தடுப்பு மருந்து பீ. சீ. ஜீ. வச்சீன் ஆகும். நோயாளிகள் கண்ட கண்ட இடங்களிலெல்லாம் உமிழ்வதாலும் தும்மும்போது வெளியேறும் சிறுதுளிகள் மூலமும் காசநோய்க் கிருமிகள் பரவ இடமேற்படுகின்றது. எனவே, மக்கட்புழக்கம் கூடிய இடங்களில் உமிழ்வதைத் தவிர்த்துக்கொள்வதற்கும், இருமும்போது கைக்குட்டையால் வாயையும் முக்கையும் மூடுவதற்கும் கூடிய கவனம் செலுத்தல் வேண்டும்.

மனிதனின் சுவாசத் தொகுதியைச் சேர்ந்த பிரதானமான உறுப்பு நுரையீரல்களாகும். மூக்குத்துவாரங்கள், மூக்குப்பாதை, தொண்டை, வாதநாளி, சுவாசக்குழாய்கள், சுவாசச்சிறு குழாய்கள், என்பன சுவாசத் தொகுதியைச் சேர்ந்த ஏனைய பகுதிகளாகும்.

உட்குவாசத்தின்போது மூக்குத்துவாரங்களினால் உட்புகும் வளி நுரையீரல்களுக்குச் செல்கின்றது

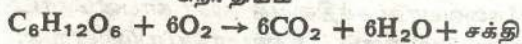


நுரையீரல்களினுள்ளே உள்ள வளி வெளிச் சுவாசத்தின்போது மூக்குத்துவாரங்களினால் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

உச்சவாச வளியில் ஒட்சிசனின் சதவீதம் கூடுதலானது. வெளிச்சுவாச வளியில் காபனீரொட்சைட்டின் சதவீதம் கூடுதலானது.

வாயுப் பரிமாற்றம் உச்ச அளவில் நடைபெறுவதற்கு ஏதுவாக, நுரையீரல்கள் விசேடமாக இயைபாக்கமடைந்துள்ளன. உடலினுள் நடைபெறும் பல்வேறு செயற்பாடுகளுக்கான சக்தி உணவிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. உணவு உணவுப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டு, ஒட்சியேற்றத் தாக்கத்திற்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றது.

நொதியம்



குளுக்கோசு ஒட்சியேற்றத் தாக்கம் கலங்களிலுள்ள இழைமணிகளில் நடைபெறுகின்றது. இத்தாக்கத்திற்கு ஒட்சிசன் அவசியமாகும். சுவாசத்தின்போது வெளிவிடப்படும் சக்தி அடினோசின் முப்பொசுபேற்றினுட் சேகரித்து வைக்கப்படும்.

ATP இது சக்திச் சேர்வையாகும்

ATP சேர்வைகள் ADP மற்றும் பொசுபேற்றுகளாகப் பிரிகையுறும்போது தாக்கங்களுக்குத் தேவையான சக்தி வெளியாகும்.

பல்வேறு உயிர்ச் செயற்பாடுகளுக்குத் தேவையான சக்தியைத் தாவரங்கள் பெற்றுக் கொள்வது உணவு ஒட்சியேற்றத்தின் மூலமே.

இதற்காக ஒட்சிசன் வாயு வளியிலிருந்து பெறப்படும். இதன் விளைவாகக் காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் பெறப்படும்.

சுவாசம் பல படிமுறைகளில் நடைபெறும் தாக்கமாகும்.

இத்தாக்கத் தொடரின் ஆரம்ப பகுதியில் ஒட்சிசன் ஈடுபடமாட்டாது.

ஒட்சிசனின் பங்கின்றி நடைபெறும் சுவாசம் வளியின்றிய சுவாசமாகும்.

ஒட்சிசன் பங்குபெறும் சுவாசத்தின் கடைசிப் பகுதி வளியிற் சுவாசமாகும்.

வளியின்றிய சுவாசத்தின்போது குறைந்த அளவு சக்தியே வெளியேற்றப்படுகின்றது.

தாவர உடலினுள் வளியின்றிய சுவாசம் நடைபெறும்போது எதையில் மதுசாரம் உற்பத்தியாகின்றது. விலங்குகளின் உடலினுள் வளியின்றிய சுவாசம் நடைபெறும் போது இலற்றிக்கமில்லம் உண்டாகும்.

சிகரெற்றுப் புகையில் அடங்கியுள்ள நச்சுப் பார்த்தங்கள் சுவாசத் தொகுதிக்குத் தீமை பயக்கக்கூடியன.

புகைபிடிப்போருக்கு சுவாசக்குழாயழற்சி, நுரையீரல் புற்றுநோய், ஏனைய நுரையீரல் நோய்கள் என்பன தோன்ற இடமுண்டு.

பற்றீரியா, வைரசு ஆகியன காரணமாக சுவாசத் தொகுதியுடன் தொடர்புடைய தடிமன், பிடிசுரம், குக்கல், கசம் போன்ற நோய்கள் தோன்றுகின்றன.

# அத்தியாயம் 9

## மனித உடலினுள் உண்டாகும் கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றல்

### 9-1 மனித உடலினுள் நடைபெறும் அனுசேபத் தொழிற்பாடுகள்

மனித வாழ்வு சீராக நடைபெறுவதற்கு மத உடலினுள் பல வகையான தொழிற்பாடுகள் நடைபெறுகின்றன. உடல்வளர்ச்சி அடைவதற்கும், உடலினுள்ள பல படைகள் செப்பனிடப்படுவதற்கும் சக்தி அவசியமாகும். இதைத் தவிர உடலை உயிர்ப்புள்ளதாக வைத்திருப்பதற்கும் சுறுசுறுப்பானதாய் வைத்திருப்பதற்கும் 36°C வெப்பநிலையில் உடலை வைத்திருப்பதற்கும் சக்தி தேவைப்படுகின்றது. உடலினுள் உணவை ஓட்சியேற்றுவதன் மூலம் இவ்வாறு தேவைப்படும் சக்தியை நாம் பெற்றுக் கொள்கின்றோம்.

கலங்களினுள் சக்தி வெளிவிடப்படும் போது பல தாக்கங்கள் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுகின்றன. இச்செயற்பாடுகள் எல்லாவற்றையும் ஒன்றாக எடுத்துக் கொண்டால் அது அனுசேபத் தொழிற்பாடு என அழைக்கப்படுகின்றது. இரு வகையான அனுசேபத் தொழிற்பாடுகள் உள்.

- (1) உற்சேபத் தொழிற்பாடு
- (2) அவசேபத் தொழிற்பாடு

புதிதாகப் பொருட்கள் தோருக்கப்படும் தாக்கங்கள் உற்சேபத் தொழிற்பாடுகள் எனப்படும். குளுக்கோசு உடலினுள் கொழுப்பாக மாற்றப்படுவது இவ்வகைச் செயற்பாட்டிற்கு உதாரணமாகும்.

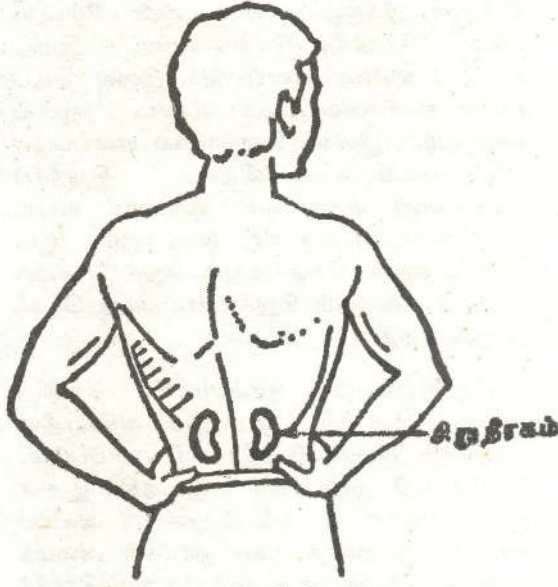
சிக்கலான சேர்வைகள் பிரிகையுற்று எளிய சேர்வைகளை அளிக்கவல்ல தாக்கங்கள் அவசேபத் தாக்கங்கள் எனப்படும். குளுக்கோசு ஓட்சியேற்றப்பட்டு காபனீரொட்டைட்டாகவும் நீராகவும் மாறுதல் அவசேபத் தொழிற்பாடாகும்.

சில அவசேபத் தாக்கங்களின்போது உடலுக்குப் பயனற்ற பொருட்கள் அல்லது கழிவுப் பொருட்கள் உற்பத்தியாகும். உதாரணமாக, சுவாசத்தின்போது உடலுக்குத் தேவையான சக்தியைத் தவிர காபனீரொட்டைட்டும் நீரும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. வேறு அவசேபத் தாக்கங்களின் விளைவாக யூரியா, யூரிக்கமிலம் போன்ற நைதரசன் சேர்ந்த கழிவுப்பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன. காபனீரொட்டைட்டு, யூரியா, யூரிக்கமிலம் போன்றவை உடலுக்குத் தேவையற்ற நச்சுப் பொருட்களாகும். ஆகவே இவை கலங்களில் சேரும்போது கலங்களுக்குத் தீமையளிக்கக் கூடும்.

மனித உடலின் சீரான செயற்பாட்டிற்கு நீரும் கனி உப்புக்களும் குறிப்பிட்ட அளவில் தேவைப்படினும் இவை அதிக அளவில் காணப்படும்போது உடலுக்குப் பயனற்ற பொருட்களாகக் கொள்ளப்படும். உடலைச் சீரான முறையில் பாதுகாப்பதற்காகப் பயனற்ற பொருட்களை உடம்பினுள்ளிருந்து வெளியேற்ற வேண்டி நேரிடும்.

#### 9.1.1 மனிதனின் கழிவுகற்றும் உறுப்புகள்

பயனற்ற பொருட்களை அல்லது கழிவுப் பொருட்களை உடலிலிருந்து வெளியேற்றுவது கழித்தல் அல்லது கழிவுகற்றல் எனப்படும். மனிதனின் கழிவுகங்களாக நுரையீரல், தோல், மற்றும் சிறுநீரகங்கள் செயற்படுகின்றன. சிறுநீரகங்களால் சிறுநீரும், தோலினால் வியர்வையும், நுரையீரல்களினால் காபனீரொட்டைட்டும் கழிக்கப்படுகின்றன. சிறுநீரும் வியர்வையும், திரவக் கழிவுப் பொருட்களாகும். காபனீரொட்டைட்டானது வாயு நிலையிலுள்ள கழிவுப் பொருளாகும்.



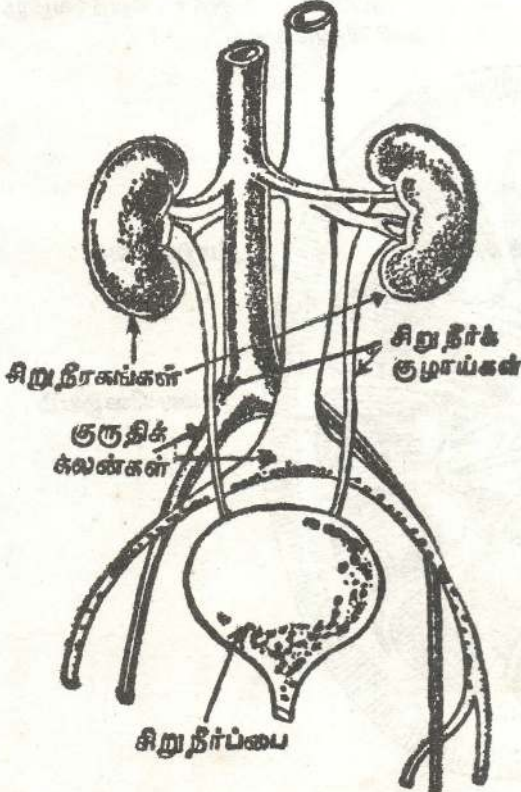
படம் 9.1

மேற்குறிப்பிட்ட பொருட்களைத் தவிர வேறு பொருட்களும் நமது உடம்பிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன. மலம் இவ்

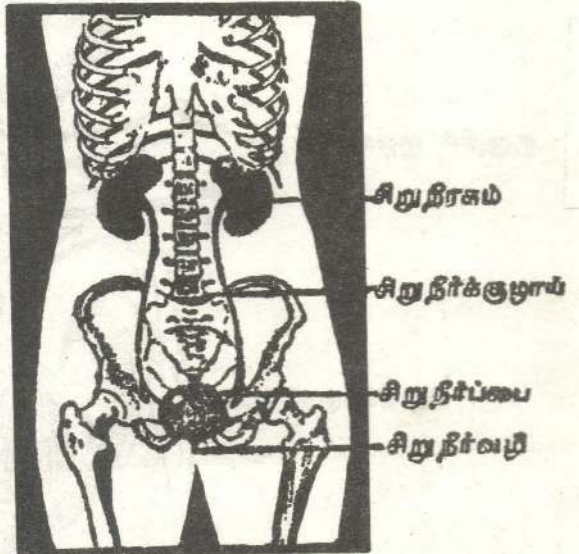
வாறான ஒரு பொருளாகும். ஆயினும், மலம் என்பது சமீபாடடையாத மீதியாகிய உணவுப் பொருட்களாகும். இதில் அதிக அளவில் செலுலோசு காணப்படும். சமீபாடடையாத இவ்வகைப் பொருட்கள் எவ்வகையிலும் கலங்களுக்குள் உட்புகமாட்டா. ஆகவே, அவற்றை எவ்வகையிலும் உடம்பின் கலங்களினால் வெளியேற்றப்பட்ட பொருட்களாகக் கொள்ள முடியாது. ஆயினும் மலத்துடன் வெளியாகும் பித்த நிறப் பொருட்களையும் கனிப் பொருட்களையும் கழிவுப் பொருட்களாகக் கொள்ளலாம். ஏனெனில், இவை கலங்களினால் வெளிவிடப்பட்ட பொருட்களாகும்.

### 9.2 மனிதனின் சிறுநீரகத் தொகுதி

நைதரசன் அடங்கிய கழிவுப் பொருட்களும் மேலதிக நீரும், கனியங்களும், முக்கியமாகச் சிறுநீரக சிறுநீரகங்களினால் வெளிவிடப்படுகின்றது. இத்தாக்கத்திற்கு உதவும் உறுப்புகள் சிறுநீரகத் தொகுதி என அழைக்கப்படும். இத்தொகுதியை



9.2 மனிதனின் சிறுநீரக தொகுதி



படம் 9.3 மனித உடலினுள் சிறுநீரகத் தொகுதி

அமைந்துள்ள நிலையைக் காட்டும் படம் 13

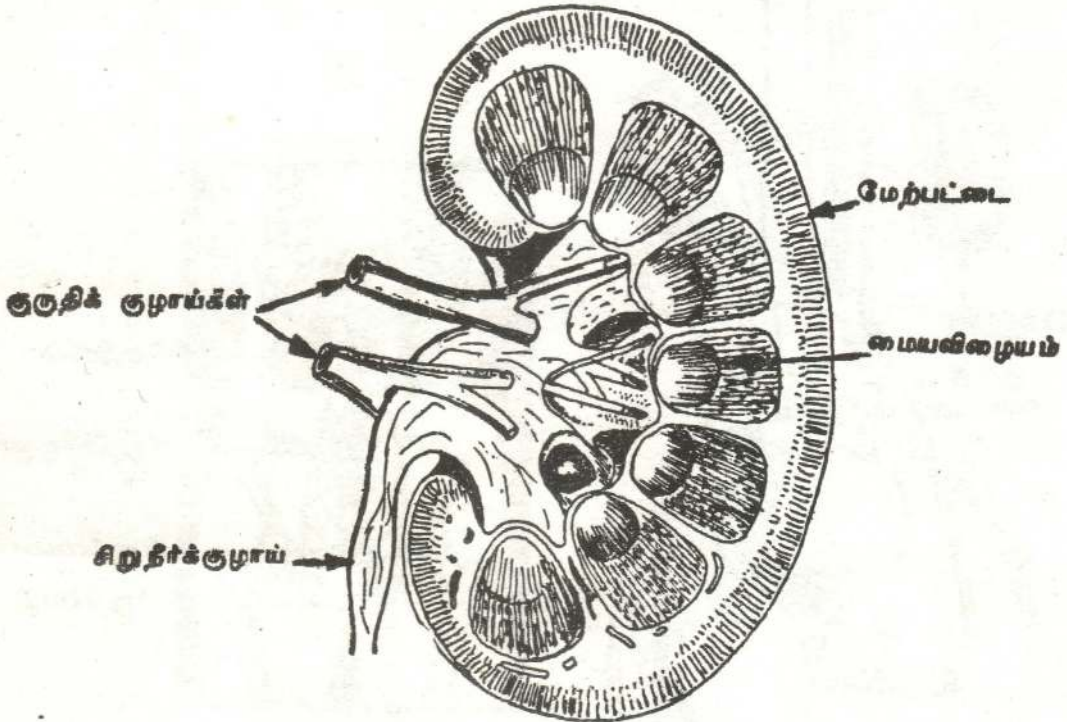
சேர்ந்த உறுப்புகள் யாவை? மனிதனின் சிறுநீரகத் தொகுதியின் முக்கிய உறுப்பு சிறுநீரகமாகும். ஒரு சோடி சிறுநீரகங்களுடன் ஒரு சோடி சிறுநீர்க்கான்களையும், சிறுநீர்ப்பையையும், சிறுநீர்வழியையும் இத்தொகுதி உள்ளடக்கும். உடலினுள் உற்பத்தியாகும் நைதரசன் கூடிய கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றுவதில் முக்கிய பங்கெடுப்பது சிறுநீரகங்களாகும். இரு சிறுநீரகங்களும் உடம்பில் எவ்விடத்தில் அமைந்துள்ளன ?

படம் 9.1 இல் காட்டியுள்ளவாறு, உமது இரு கைகளையும் இடுப்பில் வைக்கும்போது, உமது பெருவிரல்களினால் சிறுநீரகங்களின் கீழ் முனைகள் உள்ள தானம் சுட்டிக் காட்டப்படும்.

சிறுநீரகத்தின் தோற்றம் போஞ்சி விதையொன்றின் தோற்றத்தைப் போன்றது. சிறுநீரகத்தின் ஒரு பக்கம் உட்குழிவானது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்தின் உட்குழிவான பக்கத்திலிருந்தும் மெல்லிய குழாய்கள் ஆரம்பமா

கின்றன. இக்குழாய்கள் உடலின் கீழ்ப்பாகத்தை நோக்கிச் செல்கின்றன. இவை சிறுநீர்க் கான்கள் எனப்படும். இவை தடிப்பான சுவர்களையுடைய நீண்ட குழாய்களாகும். இவை சிறுநீர்ப்பை எனப்படும் ஒரு பையை அடைகின்றன. சிறுநீர்ப்பையானது சுருங்கவும் விரியவும் கூடிய சுவரையுடைய ஒரு சிறு பையாகும். இப்பையில் சிறுநீர் தேக்கமுறும். சிறுநீர்ப்பையினுள் தேக்கமுறும் சிறுநீர் எவ்வாறு வெளியேறுகின்றது ?

சிறுநீர்ப்பையில் ஆரம்பமாகி, வெளித்துவாரமொன்றில் முடிவுறும் அதிக நீளமற்ற ஒரு குழாய் சிறுநீர் வழி எனப்படும். சிறுநீர் வழி ஆரம்பமாகும் இடத்தில் இதன் துவாரத்தைக் கட்டுப்படுத்தல் அவசியமாகும். இதற்காக தசை நார்கள் அமைந்துள்ளன. இத்தசை நார்களினால் சிறுநீர் வழியின் துவாரத்தை, மூடவோ திறக்கவோ முடியும். இத்தசைத் தொகுதி இறுக்கித்தசை எனப்படும். சிறுநீர்ப்பையின் சுவர் சுருங்க சிறுநீர்வழியின் வாயிலுள்ள இறுக்கித்தசை தளரும். அப்போது சிறுநீர் சிறுநீர்வழியூடாக வெளியேறுகின்றது.



படம் 9.4 மனித சிறுநீரகத்தின் நெடுக்கு வெட்டுமுகம்

## 9.2.1 சிறுநீரகத்தின் உள் அமைப்பு

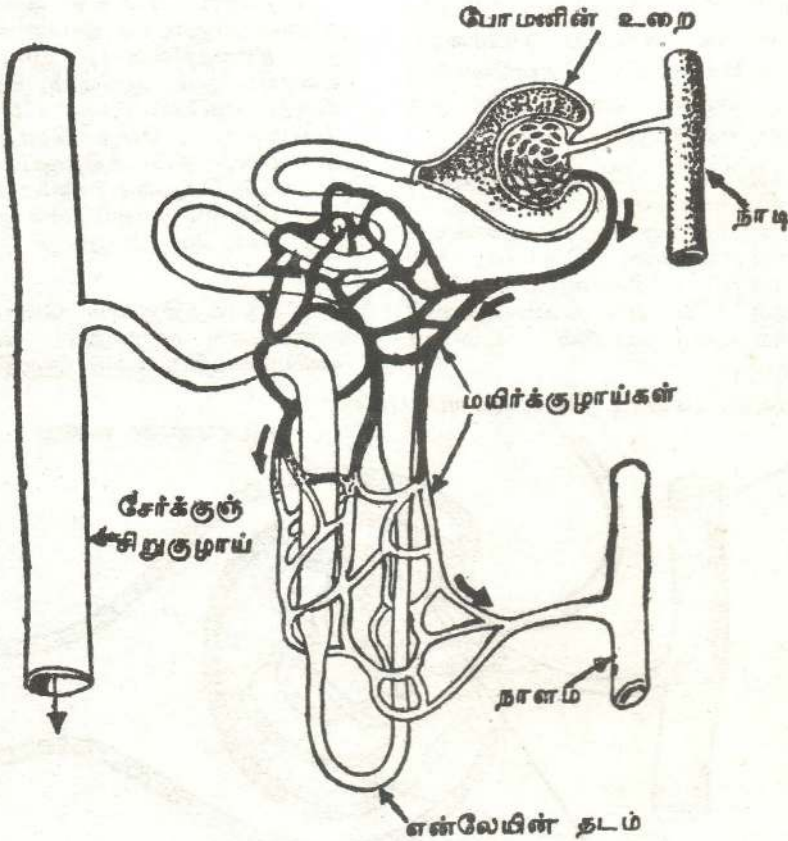
சிறுநீரகத்தின் உள் அமைப்பை அறிவ தற்காக இறைச்சிக் கடையிலிருந்து பெற்றுக் கொண்ட மாட்டின் சிறுநீரகத்தை உபயோகிக்கலாம். மாட்டின் சிறுநீரகம் மனிதனின் சிறுநீரகத்தை அடிப்படையில் ஒத்ததாகும்.

சிறுநீரகமொன்றை நெடுக்குவெட்டு முகமாக வெட்டிப் பரிசோதியுங்கள். அதன் வெளிப்புறத்திற்கு அண்மையாகக் கரு நிறமான பாகம் ஒன்றை அவதானிக்கலாம். இப்பாகம் மேற்பட்டை எனப்படும். இதற்குள்ளாக வெளிர் நிறமான பாகம் காணப்படும். இது மைய விழையம் எனப்படும். மையவிழையத்தின் உள் ஓரங்களில் குழி போன்ற பாகத்தை அவதானிக்கலாம். இது சிறுநீரக இருப்பு எனப்படும் பாகமாகும். இடுப்பின் குழி சிறுநீர்க்குழாயுடன் தொடர்புடையது.

## சிறுநீரகங்களினால் எவ்வகையான செயற்பாடுகள், நடைபெறுகின்றன?

பெருநாடியின் கிளையான சிறுநீரக நாடியினால் சிறுநீரகங்களுக்குக் குருதி வழங்கப்படும். இதிலிருந்து சிறுநீரகங்களுக்குத் தூய குருதி அளிக்கப்படுகின்றதென அறியலாம். சிறுநீரகத்தியினூடாகக் குருதி கடத்தப்படும்போது அதில் அடங்கியுள்ள நைதரசனுடன்கூடிய கழிவுப் பொருட்கள், கனியங்கள், மேலதிக நீர் ஆகியவை குருதியில் இருந்து அகற்றப்படுகின்றன. இரத்தத்தில் இருந்து மேற்கூறிய பொருட்களை அகற்றுவதற்குச் சிறுநீரகத்திகள் எனப்படும் நுண்ணிய குழாய்களான அடிப்படை அலகுகள் உதவுகின்றன.

ஒரு சிறுநீரகத்தில் 1000 000 இற்கு மேலான சிறுநீரகத்திகள் காணப்படு



படம் 9.5 சிறுநீரகத்தியின் அமைப்பு

கின்றன. சிறு நீரகத்திகள் குழாய் வடிவான அமைப்பை உடையவை. சிறுநீரகத்தி ஏறக் குறைய 50-60 மில்லிமீற்றர் நீளமானது. ஒரு சிறுநீரகத்தியானது, ஒரு முகத்தில் போமனின் உறை எனப்படும் கிண்ண வடிவிலான அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இதை முதலில் கண்டறிந்த போமன் எனும் விஞ்ஞானியின் ஞாபகார்த்தமாக இவ்வறுப்பிற்கு இவ்வாறு பெயரிடப்பட்டுள்ளது. சிறுநீரகத்தியின் மறுமுனை, அதனைவிட அகன்ற குழாய் ஒன்றுடன் தொடர்புறுகின்றது. இது சேர்க்கும் குழாய் எனப்படும். ஒரு சேர்க்கும் குழாயுடன் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சிறுநீரகத்திகள் தொடர்புறுகின்றன. போமனினுறைகள் சிறுநீரகத்தின் கருநிறமான பாகத்தில் அமைந்துள்ளன. எல்லாச் சிறுநீரகத்திகளும் 50 mm-60mm நீளமானவை. எல்லாச் சிறுநீரகத்திகளுடனும் இரு தொகுதிக் குருதி மயிர்க்குழாய்ப்பின்னல்கள் தொடர்புற்றுள்ளன. சிறுநீரகத்தியின் உருவை காட்டும் படத்தைப் பாருங்கள். மயிர்க்குழாய்ப்பின்னலொன்று போமனுறையினுள் காணப்படும். இது கலன் கோளம் எனப்படும்.

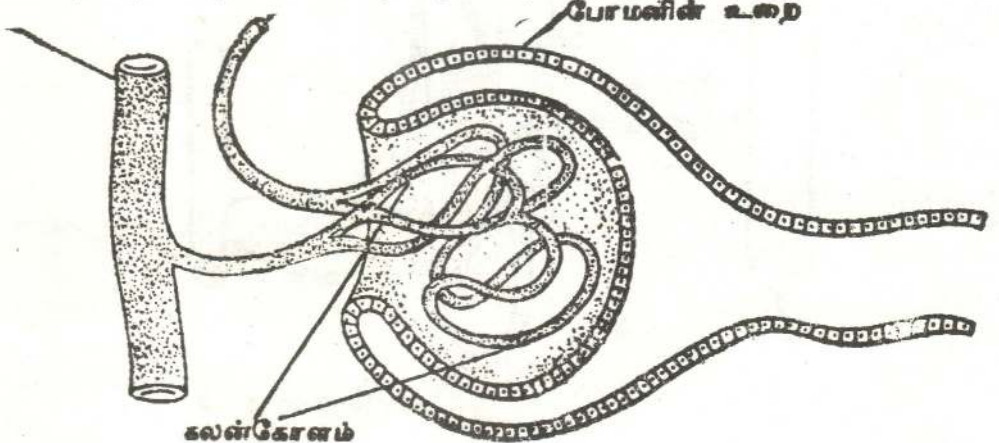
சிறுநீரகத்தியின் போமனினுறைக்கு அருகிலுள்ள குழாய் முனையும் குழாய்க்கு அருகிலுள்ள குழாய் முனையும் அதிக அளவில், சுருளடைந்திருக்கும். ஆயினும், நடுப்பாகம் நீட்சியானதும் U வடிவமானதுமாகும். U வடிவப் பாகம் ஹென்லியின் தடம் என அழைக்கப்படும் (படம் 9.5 ஐப் பார்க்க).

கலன் கோளத்தினுள்ளே குருதி உயர் அழுக்கத்துடன் செலுத்தப்படும். அந்நிலையில் குருதியிலுள்ள புரதம், முதலுருத்திரவம், குருதிக் கலங்கள் ஆகியவற்றைத் தவிர மற்றைய கூறுகள் கலன் கோளத்தினூடாகப் போமனினுறையை அடையும். இவ்வாறு போமனுறையை அடைகின்ற திரவத்தில் உடலுக்குப் பயனுள்ள பொருட்களும் அடங்கும். இத்திரவத்தின் அமைப்பு குருதியின் அமைப்பையே ஒத்து இருக்கும். இது கலன் கோளவடிதிரவம் என அழைக்கப்படும். கலன் கோளவடிதிரவம் சிறுநீரகக் குழாய்களினூடாகச் செல்லும் போது அதிலுள்ள உபயோகமான பதார்த்தங்கள் சிறுநீரகக் குழாய்களின் சுவரிலுள்ள குருதி மயிர்கலன்களால் மீள உறிஞ்சப்படுகின்றன. இவ்வாறு கலன் கோளத்தினூடாகச் சென்று சேர்க்கும் காண்களினூடாக இடுப்பை அடையும் திரவம் சிறுநீர் எனப்படும்.

சாதாரண மனிதன் ஒருவனின் போமனினுறையினூடாக நாளொன்றுக்குச் செல்லும் திரவத்தினளவு, 150-180 இலீற்றர் வரையிருக்கும். ஆயினும், சிறுநீரக உடலிலிருந்து கழிக்கப்படுவது 1.5 இலீற்றர் அளவேயாகும். வேறு சொற்களில் கூறுவதாயின், நிமிடத்திற்குப் போமனினுறைக்குள் செலுத்தப்படும் 120 ml திரவத்தில் 119 ml திரவம் மீள் உறிஞ்சப்படும். சிறுநீரக வெளியேறுவது 1 ml அளவான திரவமே.

இத்திரவத்திலுள்ள பெருமளவு நீரும் குளுக்கோசு முழுவதும், சொற்ப அளவு கனியமும் திரும்பவும் குருதியினுள் மீள

உட்காவும் புன்னாடி வெளிக்காவும் புன்னாடி



படம் 9.6 கலன்கோளம்

உறிஞ்சப்படுகின்றன. நீரிழிவு நோயாளி, ஒருவரின் குருதியில் வெல்ல மட்டத்தினளவு சாதாரண செறிவின் அளவைவிடக் கூடிய செறிவில் காணப்படும்பொழுது, மேலதிகமான வெல்லத்தின் ஒரு பகுதி மீள உறிஞ்சப்படாமல் சிறுநீருடன் வெளியேறும்.

### சிறுநீரில் அடங்கியுள்ள பொருட்கள்

1. கனியங்கள் (முக்கியமாகச் சோடியம் குளோரைட்டு)
2. யூரியா
3. அமோனியா
4. யூரிக்கமிலம்
5. கிரியற்றினைன்

சிறுநீரகத்தின் எல்லாச் சிறுநீரகத்திகளினாலும் வடித்து வேறாக்கப்பட்ட சிறுநீர், சேர்க்கும் காண்கினூடாகச் சென்று இடுப்பை அடையும். உடலினுள் மீள

உறிஞ்சப்படாத, உடலுக்குப் பயனற்ற நைதரசன் அடங்கிய கழிவுப் பொருட்கள் சிறுநீரில் அடங்கியுள்ளன. சிறுநீர் சிறுநீர்ப்பையினுள் தற்காலிகமாகச் சேரும். சிறுநீர்ப்பை நிறைந்தவுடன் சிறுநீர்கழிக்க வேண்டுமென்ற உணர்ச்சி உண்டாகும். அவ்வேளைகளில் சிறுநீர்ப்பையின் சுவர் சுருங்க சிறுநீர்வழியிலுள்ள இறுக்கித்தசை தளரும். அப்போது, சிறுநீர், சிறுநீர்வழியூடாக வெளியேறும். சிறுநீர் கழித்தலை எமது விருப்பத்திற் கேற்ப கட்டுப்படுத்தவும் முடியும்.

அதிக அளவில் வியர்த்தல், வாந்தி எடுத்தல். காயங்களினூடாகக் குருதிவெளியேறல் ஆகியவற்றினால் உடலின் நீரினளவு குறைவுறுவதனால், வெளியாகும் சிறுநீரின் அளவும் அதிக அளவில் குறையும். அதே வேளை நீரை அல்லது வேறு பானங்களை அதிக அளவில் அருந்திய பின்பு வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவும் அதிகமாயிருக்கும். அதே போல் மழை நாட்களில் உடலிலிருந்து வெளியேறும் சிறுநீரின் அளவும்

பொருட்கள்	24 மணித்தியாலங்களில் போமனினுறையை அடைகின்ற திரவத்தில் அடங்கிய அளவுகள்	24 மணித்தியாலங்களில் வெளியேறிய சிறுநீரில் அடங்கிய அளவுகள்
நீர்	170 l	1.5 l
குளுக்கோசு	170 g	—
சோடியம்	560 g	5.0 g
குளோரைட்டு	650 g	9.0 g
பொசுபேற்று	5.1 g	1.2 g
கல்சியம்	17.0 g	0.2 g
யூரியா	51.0 g	30.0 g
சல்பேற்று	3.4 g	2.7 g

அட்டவணை 9.1

அதிகமாகும். மழை நாட்களில் உடலிலிருந்து வியர்வை வெளியேறுதல் குறைவடைவதால் இவ்வாறு நடைபெறுகின்றது. இக்காரணங்களால் உடலின் நீர்ச் சமநிலையைச் சீரான முறையில் வைத்திருப்பதற்குச் சிறுநீரகங்கள் உதவுகின்றன என்பது தெளிவாகின்றது.

சாதாரண மனிதனின் போமனினுறையினுள் செல்லும் திரவத்தினதும், சிறுநீரின் தும் அமைப்பு அட்டவணை 9.1 இல் தரப்பட்டுள்ளது. நோயாளியான ஒருவரினது அளவீடுகள் இதில் தரப்பட்ட தரவுகளிலிருந்து வேறுபடக்கூடும்.

### 9.2.2 சிறுநீரகங்களுடன் தொடர்புடைய நோய்கள்

உடலின் நீர்ச் சமநிலையைப் பாதுகாக்கும் முக்கிய உறுப்பு சிறுநீரகங்களேன அறிந்து கொண்டீர்கள். ஆகவே, சிறுநீரகங்களை நல்ல நிலையிலும் திறமையாகச் செயற்படக்கூடிய வகையிலும் வைத்திருத்தல் அவசியமாகும். சிலவேளைகளில் பற்றீரியாக்கள், வைரசு போன்ற நுண்ணுயிர்கள் சிறுநீரகங்களைத் தாக்கக்கூடும். அதன் விளைவாகச் சிறுநீரகங்கள் வீக்கமடையும். இது சிறுநீரக அழற்சி என அழைக்கப்படும். இந்நிலை உண்டாகில் தாமதியாமல் வைத்திய உதவி பெறப்படல் வேண்டும்.

சில வேளைகளில் சிறுநீரகங்களினுள் கல் உண்டாதல் பற்றி நீங்கள் கேள்வியுற்றிருப்பீர்கள். சிறுநீரகக் கற்கள் என்றால் என்ன? அவை எவ்வாறு உண்டாகின்றன? உணவுடன் ஒக்சலேற்றுக்கள் உள்ள கனிய உப்புக்கள் உடலினுள் எடுக்கப்படும்பொழுது இச்சிறுநீரகக் கற்கள் உண்டாகின்றன. ஒக்சலேற்றுக்கள் சிறுநீரகங்களினுள் படிக்கள் அல்லது கட்டிகளாக மாறுவதனால் சிறுநீரகக் கற்கள் உண்டாகின்றன. ஆரம்பத்தில் சிறிய படிக்கமாக அமையும் இக்கற்கள் படிப்படியாக வளர்ச்சியுற்றுப் பெரிதாக மாறும். அதிகமாக இவ்வாறான கற்கள் உண்டாவது சிறுநீரகங்களின் இடுப்புப் பகுதியிலாகும். ஒக்சலேற்றுக்கள் அதிகம் அடங்கியுள்ள "ரூபாப்" போன்ற சிலவகை மரக்கறிகளை உணவாகக் கொள்ளும் பொழுது கவனமாயிருத்தல் அவசியம்.

சிறுநீரகக் கற்கள் உண்டான ஆரம்பநிலைகளின்பொழுது வைத்திய பரிசீலனையில் அதை அகற்ற அல்லது கரைத்து விடமுடியும். நோய் முற்றிய நிலையில் சத்திரசிகிச்சை செய்ய வேண்டி இருக்கும்.

மருத்துவ விஞ்ஞானம் முன்னேறியுள்ள இப்போதைய கால கட்டத்தில் சிறுநீரக நோய்களை அறிந்து கொள்வதற்கு பலவகையான வழிமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. ஒருவரின் சிறுநீரகம் செயலிழந்துள்ளது பற்றி எப்படியாயினும் அறிந்து கொள்ளப்படுமாயின், அதற்குப் பதிலாக வேறொரு வரிடமிருந்து பெறப்பட்ட சிறுநீரகத்தைச் சத்திர சிகிச்சை மூலம் பொருத்தும் அளவிற்கு இன்று வைத்திய அறிவு முன்னேறியுள்ளது.

சிறுநீரகத் தொகுதியின் சீரான செயற்பாட்டை உறுதிப்படுத்திக்கொள்வதற்காக நாம் சிறந்த சுகாதாரப் பழக்க வழக்கங்களைக் கையாளுதல் அவசியம். நாள்களுக்கு 5-6 குவளை சுத்தமான நீர் அருந்துவது மிக அவசியமாகும். அச்சாரு, ஊறுகாய், அல்லது வினாக்கிரி இடப்பட்ட உணவு வகைகளைக் குறைத்துக் கொள்ளல் உசிதமாகும். அதிகப் புகை விடும் பழக்கமும் குடிப் பழக்கமும் சிறுநீரகத் தொகுதியின் சீரான செயற்பாட்டைக் குழப்பவல்லது. அதிக தூக்கம், ஏக்கம், மனக்கவலை போன்ற மன நிலைகளும், சிறுநீரகத் தொகுதியின் சீரான செயற்பாட்டைப் பாதிக்கவல்லன. ஆகவே, இவ்வாறான நிலைகளைத் தவிர்த்தல் நலமாகும். இதைத்தவிர சிறுநீர் வழியையும் அதன் சுற்றயற் பாகங்களையும் சுத்தமாக வைத்திருத்தலும் மிகமுக்கியமான தாகும்.

### 9.3 மனிதனின் நுரையீரலும் தோலும்

சுவாசம் பற்றி நீங்கள் கற்றவற்றை நினைவுபடுத்துங்கள். விலாவென்புகளும் பிரிமென்றகடும் நுரையீரலுக்குள் வளி உள்ளெடுக்கப்படுவதற்கு உதவும் முறையும் உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். உட்கவாசவளியில் ஒட்சிசன் உண்டெனவும் வெளிச்சுவாச வளியில் காபனீரொட்சைட்டு உண்டெனவும் நீங்கள் கற்றீர்கள். சிற்றறைகளின்

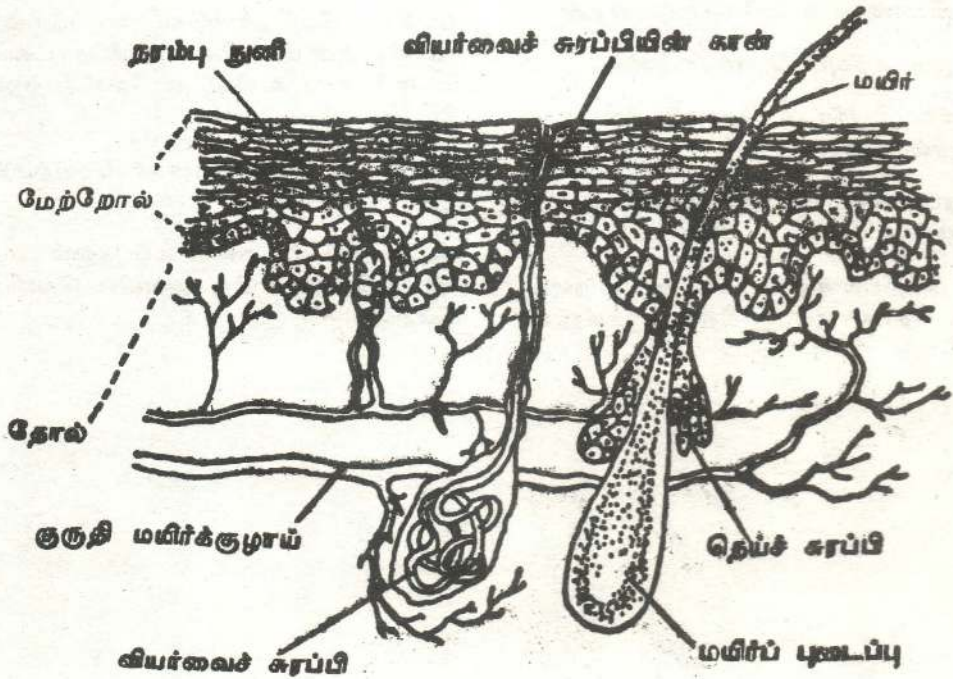


சுவர்கள் மிக மெலியதானதாகும். இது ஒரு கலத்தடிப்பான கலப் படையினாலானது. எல்லாச் சிற்றறைகளும் குருதி மயிர்க் குழாய்களினாலான வலை ஒன்றினால் சூழப்பட்டிருக்கும். ஆகவே, சிற்றறைகளைச் சுற்றி எப்போதும் சீரான குருதி வழங்கல் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும். இக்குருதியில் அனுசேபத் தொழிற்பாடுகளின் விளைவாக உண்டாகிய காபனீரொட்சைட்டு காணப்படும். இக்காபனீரொட்சைட்டு, சிற்றறைகளின் மெல்லிய சுவர்களினூடாகச் சிற்றறைகளுக்கறிள் பரவும் (படம் 8.7 பார்க்க).

தோல் உடலைப் பாதுகாக்கும் மூடு படையாகும். இது முக்கிய இரு படையினால் ஆனது. மேலேயுள்ள படை மேற்றோல் எனப்படும். இதற்கு உள்ளிருக்கும் படை உட்தோல் எனப்படும். உட்தோற் பகுதியில் பல வகையான சுரப்பிகளும், குருதி மயிர்க் குழாய்களும், நரம்புகளும் உள்ளன. மேற்றோலின் புறப்பாகம் உயிரற்ற கலங்களால் ஆனதாகும். வியர்வை ஒரு கழிவுப் பொருளாகும். வியர்வையை வெளியேற்றுவதில் தோலினால் நடைபெறும் முக்கிய செயற்பாடாகும். வியர்வை உற்பத்தியாவது தோலினுள் காணப்படும் வியர்வைச் சுரப்பிகளினால் ஆகும்.

இவ்வாறு நுரையீரல்களின் சிற்றறைகளுக்குள் நுளையும் காபனீரொட்சைட்டுவாயு நுரையீரல்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்ற வெளிச்சுவாச வளியுடன் வெளியேற்றப்படும். பரவல் மிக மெலிவாக நடைபெறும் செயலாயினும் நுரையீரலில் மிகப்பெரும் யண்ணிக்கையிலான சிற்றறைகள் இருப்பதால், வளியின் குறுக்குப் பரிமாற்றம் சிறப்பாக நடைபெறுகின்றது.

தோலின் மேற்பரப்பின்கீழ் வியர்வைச் சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. அவை சுருளுற்று இருக்கும் குழாய் போன்ற அமைப்புகளாகும். வியர்வைச் சுரப்பிக் குழாய் ஒன்றினால் தோலின் மேற்பரப்பில் திறக்கும் நுண்தொழுவாரத்தினூடாக வியர்வை வெளியேறுகின்றது. வியர்வைச் சுரப்பிகளுக்கு மிக அண்மையில் குருதி மயிர்க்



படம் 9.7 மனிதனுடைய தோலின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம்

குழாய்கள் காணப்படும். குருதி மயிர்க் குழாய்களினுள் குருதி ஓட்டம் நடைபெறும் போது குருதி முதலுருத்திரவத்தில் உள்ள சில பொருட்கள் வியர்வைச் சுரப்பிகளினுட் திரவ வடிவில் செல்லும். இத்திரவம் வியர்வை என அழைக்கப்படும். வியர்வையில் 98-99 — நீர் காணப்படுகின்றது. இங்கு

சோடியங் குளோரைட்டு, யூரியா போன்ற பயனற்ற பொருட்களும் சிறு அளவில் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு தோல் ஒரு கழிவங்கமாகச் செயற்படுகின்றது. சிறுநீரகங்களில் பாதிப்பு ஏற்பட்டுள்ள பொழுது நைதரசன் கழிவுகள் வியர்வையில் அதிகமாகக் காணப்படும்.

## பொழிப்பு

மனித உடலினுள் பலவகையான அனுசேபத் தொழிற்பாடுகள் நடைபெறுகின்றன.

இவ்வனுசேபத் தொழிற்பாடுகளினால் கழிவுப் பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன.

இவ்வகையான பயனற்ற விளைவுகளை உடலிலிருந்து வெளியேற்ற வேண்டும். கழிவுத் தொகுதியினால் இது நடைபெறுகின்றது.

சிறுநீரகங்களினால், சிறுநீரும், நுரையீரலினால் காபனீரொட்சைட்டும், தோலினால் வியர்வையும் கழிக்கப்படுகின்றன.

மலம் ஒரு கழிவுப் பொருள் அல்ல.

மனிதனின் சிறுநீரகத் தொகுதி சில உறுப்புகளினால் ஆனது.

இவ்வுறுப்புகளில் மிக முக்கியமானது சிறுநீரகங்களாகும்.

சிறுநீர் அகற்றல் சிறுநீரகங்களினுள் நடைபெறும் செயலாகும். சிறுநீரகங்களினுள்

காணப்படும் சிறுநீரகத்திகள் எனப்படும் உறுப்புக்கள் இச்செயலைப் புரிகின்றன.

சிறுநீரகத்திகளினுள் அதிக அளவிலான நீர் மீள உறிஞ்சப்படும்.

சிறுநீர் பலவகையான கழிவுப் பொருட்களைக் கொண்ட ஒரு பாயமாகும்.

குருதியிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டு வாயுவை உடலிலிருந்து வெளியேற்ற வேண்டி நேரிடும்.

நுரையீரல்களில் உட்சுவாச வளியில் இருந்து ஓட்சிசன் பெற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றது. உடலிலுள்ள மேலதிக காபனீரொட்சைட்டு வெளிச்சுவாச வளியுடன் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

தோல் ஒரு கழிவங்கமாகச் செயற்படுகின்றது.

வியர்வையுடன், கனிய உப்புகளும் நைதரசன் கழிவுகளும் சிறு அளவில் வெளியேறுகின்றன.

## அத்தியகயம் 10

### இரசாயனத் தாக்கங்களின் தாக்க வீதம்

#### 10.1 இரசாயனத் தாக்கங்களின் தாக்க வீதத்தை எவ்வாறு அளக்கலாம்,

ஐதான ஐதரோக்குளோரிக்கமிலம் அல்லது ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தைக் கொண்ட பரிசோதனைக் குழாயினுள் மக்னீசிய நாடாத் துண்டொன்றை இட்டதும் ஐதரசன் வாயு வெளிவருகின்றது. மக்னீசியம் நாடாத்துண்டு படிப்படியாக அளவில் சிறுத்துப் பின்னர் முற்றாக மறைந்து விடுகின்றது, மக்னீசியமும் அமிலமும் தாக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எவ்வளவு நிறையுடைய மக்னீசியம் தாக்கம் புரிந்துள்ளது என்பதை அறிவதால், தாக்கத்தின் தாக்க வீதத்தைத் துணிய முடியும். இப்பரிசோதனைக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட மக்னீசியம் (Mg) துண்டின் நிறையை முதலில் அறிந்து கொள்ள வேண்டும். தாக்கம் முடிவுற்ற பின்னர் எஞ்சியுள்ள மக்னீசியம் (Mg) துண்டைக்கழுவி உலர்த்திய பின்னர் அதன் நிறையை நிறுத்து அதனை ஆரம்ப நிறையிலிருந்து கழித்துக் கொள்ளுங்கள். இதன் மூலம் தாக்கம் புரிந்த மக்னீசியத்தின் (Mg) நிறையை அறிந்து கொள்ள முடியும்.

உ - ம் :

தாக்கத்திற்கு முன்னர் Mg இன் நிறை = 0.4 g  
எஞ்சியுள்ள Mg இன் நிறை

= 0.22 g

தாக்கத்திற்குச் செலவாகிய நேரம் = 5 நிமிடம்

தாக்கத்தின் வீதம்

=  $\frac{\text{Mg இன் நிறை வேறுபாடு}}{\text{செலவாகிய நேரம்}}$

$$(0.4 - 0.22) \text{ g} = 0.18$$

$$\frac{0.18}{5 \text{ நிமிடம்}} = 0.036$$

= நிமிடத்துக்கு 0.036 கிராம்

தாக்கத்தில் ஈடுபட்ட மக்னீசியத்தின் நிறையை மூல்களிலும் குறிப்பிட முடியும். வீதம் நிமிடத்துக்கு எவ்வளவு மூல் எனக் காட்டப்படுகின்றது.

$$24 \text{ g மக்னீசியம்} = 1 \text{ மூல்}$$

$$0.036 \text{ g மக்னீசியம்}$$

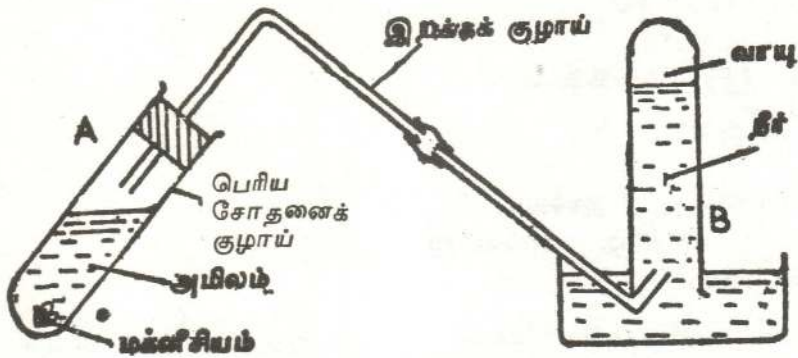
$$= \frac{0.036 \text{ மூல்}}{24} = 0.0015 \text{ மூல்}$$

∴ மக்னீசியத்தின் தாக்கவீதம்

$$= \text{நிமிடத்துக்கு } \underline{\underline{0.0015}} \text{ மூல்}$$

அமிலத்துடன் மக்னீசியம் தாக்கம் புரிகையில், தாக்கம் நடைபெற்றுள்ளது என்பதைக் காட்டுகின்ற மற்றொரு சான்று, ஐதரசன் வாயு வெளியேறுவதாகும். எனவே ஓர் அலகு நேரத்தில் வெளிவிடப்படும் ஐதரசன் வாயுவின் கனவளவைக் கொண்டும் அத்தாக்கத்தின் வீதத்தைக் காட்ட முடியும். எனவே யாதேனும் தாக்கத்தின் வீதத்தை அதன் தாக்கிகள் விரயமாவதன் வீதம் அல்லது விளைவுகளைப் பிறப்பிக்கும் வீதத்துக்கு ஏற்பவும் காட்டமுடியும்.

மக்னீசியம், நாகம் என்பன ஐதான ஐதரோக்குளோரிக்கமிலத்துடன் காட்டும் தாக்கங்களை எவ்வாறு ஒப்பிட முடியும்?



படம் 10.1

படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற உபகரணத் தொகுதி இதற்கு ஏற்றது. ஏறத்தாழ 30 மில்லிமீற்றர் அமிலத்தைப் பெரிய பரிசோதனைக் குழாயொன்றுள் இட்டு, அதனுள் ஒரு மக்னீசியம் துண்டையும் இடுங்கள். இத்தாக்கத்தின் போது ஐதரசன் வாயு வெளியேறுகின்றது. இறக்கக் குழாயுடன் கூடிய அடைப்பானைப் பரிசோதனைக் குழாயுடன் இணைத்ததும், ஐதரசன் வாயு, நீர் நிரப்பப்பட்டுள்ள பரிசோதனைக் குழாயுள் சேரும். வாயு நிரம்ப ஆரம்பித்த நேரத்தைக் குறித்துக்கொள்ளுங்கள்.  $t$  நிமிட நேரத்தில் (மூன்று நிமிட நேரத்தில்) குழாயினுள் நிரம்பும் வாயுக் கனவளவை அளந்து கொள்ளுங்கள். குழாயினுள் வாயு நிரம்பிய பகுதியின் ( $t$  நிமிட நேரத்தில்) உயரத்தை அளப்பதன் மூலம் அக்கனவளவை அளந்து கொள்ள முடியும்.

இதுபோன்றே ஒரு துண்டு நாகத்தையும் தாக்கம் புரியச் செய்து அதிலிருந்து வெளிவரும் ஐதரசன் வாயுவைக் குழாய் B யினுள் சேகரித்து  $t$  நிமிட நேரத்தில் நிரம்பிய பகுதியின் கனவளவை அளந்து கொள்ளுங்கள்.

$t$  செக்கன் நேரத்தில் நாகமும் அமிலமும் தாக்கம் புரிந்து வெளிவிடும் ஐதரசன் வாயுவின் கனவளவு  $V_1$  எனவும், அதே நேரத்தில் மக்னீசியமும் அமிலமும் தாக்கம் புரிந்து வெளிவிடும் ஐதரசன் வாயுவின் கனவளவு  $V_2$  எனவும் கொள்வோம்.

நாகத்தின் தாக்கவீதம்

$$= \frac{V_1}{t} \text{ ————— (i)}$$

மக்னீசியத்தின் தாக்கவீதம்

$$= \frac{V_2}{t} \text{ ————— (ii)}$$

நாகத்தின் தாக்கவீதம்

மக்னீசியத்தின் தாக்கவீதம்

$$= \frac{V_1}{t} \div \frac{V_2}{t}$$

$$= \frac{V_1}{t} \times \frac{t}{V_2}$$

$$= \frac{V_1}{V_2}$$

இதற்கேற்ற முறையில் பல்வேறு உலோகங்களின் தாக்க வீதத்தை ஒப்பிட முடியும்.

## 10.2 தாக்கத்தில் பங்களிப்புச் செய்யும் காரணிகள்

யாதேனுமொரு தாக்கத்தின் தாக்கவீதத்தை அதிகரிப்பதில் அல்லது குறைப்பதில் பங்களிப்புச் செய்யும் பல காரணிகள் உள்ளன. பல்வேறு கைத்தொழில்களின் போது அவற்றில் இடம்பெறும் இராசாயனத் தாக்கங்களின் வீதத்தை அறிந்துகொள்ள வேண்டியது மிக அவசியமாகின்றது.

தாக்க வீதத்தைப் பாதிக்கும் அக்காரணிகளை ஒவ்வொன்றாகக் கவனிப்போம்.

### தாக்கிகளின் பெளதிக நிலை

சம திணிவுடைய உப்புப் பளிங்குகளையும், உப்புத் தூளையும் பெற்றுச் சமகனவளவு நீரில் தனித்தனியாகக் கரையுங்கள். உப்புத்தூள் மிக விரைவாகக் கரைந்து மறைந்து விடுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இங்கு, கரையும் வீதத்தில் பங்களிப்புச் செய்த காரணி, பதார்த்தத்தின் துணிக்கைகளின் பருமன் அதாவது அதன் பெளதிக நிலை ஆகும். இரசாயனத் தாக்கங்கள் தொடர்பாகவும் இது உண்மையாகும்.

ஓர் உலோகம் ஓர் அமிலத்துடன் தாக்கம் புரிகையில், தாக்கிகளின் பெளதிக நிலை எவ்வாறு பங்களிப்புச் செய்கின்றது என்பதைக் கவனிப்போம். சமதிணிவுடைய நாகத் துண்டொன்றையும் நாகத் தூளையும் தனித்தனியே இரண்டு குடுவைகளுள் இடுங்கள். அவை ஒவ்வொன்றுடனும் சம கனவளவு (ஏறத்தாழ 25 ml) அமிலத்தை இடுங்கள். முன்னர் நடத்திய உலோக அமிலத்தாக்கத்தின்போது பயன்படுத்தியது போன்றே உபகரணங்களை அமைத்துக் கொள்ளுங்கள். மாறாநேரத்தில் வெளிவிடப்படும் ஐதரசன் வாயுவின் கனவளவுகளைச் சேகரித்துக் கொள்ளுங்கள். நாகத் தூள் மிக விரைவாகத் தாக்கம் புரிகின்றது என்பது தெரிகின்றதல்லவா? நாகத் தூளுக்குப் பதிலாக சிறுசிறு துண்டுகளாக நறுக்கப்பட்ட நாகத்தையும் பயன்படுத்த முடியும். நாகம் சிறுசிறு துண்டுகளாக அல்லது தூளாக இருக்கையில் அமிலத்துடன் தொடுகையுறும் மேற்பரப்பின் பரப்பளவு அதிகரிக்கின்றது. எனவே, நாகத் தூள் அமிலத்துடன் தாக்கம் புரியும் விரைவு, நாகத்துண்டுகள் அவ்வமிலத்துடன் தாக்கம் புரியும் விரைவைவிடக் கூடியது. எனவே, தாக்கிகளின் பெளதிக நிலை, இரசாயனத் தாக்கத்தின் தாக்க வீதத்தில் பங்களிப்புச் செய்கின்றது என முடிவு செய்யலாம்.

### தாக்கிகளின் செறிவு

தாக்கிகளின் செறிவு, தாக்க வீதத்தில் பங்களிப்புச் செய்கின்றதா என்பதை அறி

வதற்காக பின்வருவது போன்ற பரிசோதனை ஒன்றைச் செய்யுங்கள்.

ஹைப்போ (உப) கரைசலொன்றினைப் (சோடியம் தயோசல்பேற்று ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )) பெற்று அதனைப் பின்வரும் கனவளவு விகிதங்களில் நீருடன் கலந்து கொள்ளுங்கள். எல்லாக் குழாய்களிலும் கரைசலின் கனவளவு 10 ml ஆக இருத்தல் வேண்டும். பரிசோதனைக் குழாய்களுக்கு இலக்கமிட்டுக் கொள்ளுங்கள்.

	I	II	III	IV
ஹைப்போக் கரைசல் ml	2	4	6	8
நீர் ml	8	6	4	2
மொத்தக் கனவளவு	10	10	10	10

### அட்டவணை 10.1]

ஹைப்போக் கரைசலுடன் ஐதான ஐதரோக் குளோரிக்கமிலத்தைச் சேர்க்கும் போது மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு தோன்றுகின்றது. வெண்ணிறக் கடதாசியில் X அடையாளத்தை இட்டு அதனைப் பரிசோதனைக் குழாயின் பின்னால் வைத்துப் பிடித்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் ஹைப்போக் கரைசலுடன் அமிலத்தைச் சேர்த்துக் கரைசலினூடாக புள்ளடியை அவதானியுங்கள். புள்ளடி படிப்படியாக மறைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இரண்டு கரைசல்களும் தாக்கம் புரிந்து மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு தோன்றுகின்றதனாலேயே புள்ளடி மறைகின்றது.

ஒவ்வொரு குழாயிலுமுள்ள கரைசலுடன் சம கனவளவு ஐதரோக்குளோரிக்கமிலம் வீதம் சேர்த்துப் பின்புறத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள புள்ளடி அடையாளம் மறைவதற்கு எடுக்கப்படும் நேரத்தை நிறுத்தற் கடிக்கார மொன்றின் மூலம் அவதானித்துக் குறித்துக் கொள்ளுங்கள். பெறுபேறுகளை ஓர் அட்டவணையில் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள்.

கூடிய செறிவைக் கொண்ட ஹைப்போக் கரைசலடங்கியிருந்த குழாயில் (IV) வீழ்படிவு தோன்றுவதற்குச் செவ்வாகிய நேரம்

குறைவானது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். ஹைப்போக் கரைசலின் செறிவு, மிகக் குறைவாகவிருந்த குழாயில் (1) வீழ்படிவு தோன்றுவதற்குச் செலவான நேரம் ஏனையவற்றைவிட அதிகமானது. தாக்கிகளின் செறிவு குறையும்போது வீழ்படிவு தோன்றுவதற்குச் செலவாகும் நேரம் அதிகரிக்கின்றது. எனவே, தாக்க வீதத்தின்மேல் பங்களிப்புச் செய்யும் ஒரு காரணியாக, தாக்கிகளின் செறிவையும் கருதமுடிகின்றது.

### வெப்பநிலையும் தாக்கவீதமும்

சம அளவான மக்னீசியம் நாடாத்துண்டுகள் இரண்டை சுரண்டிச் சுத்தம் செய்து கொள்ளுங்கள். இரண்டு பரிசோதனைக் குழாய்களுள் அவற்றுள் ஒவ்வொரு துண்டை இடுங்கள். அப்பரிசோதனைக் குழாய்களுள் ஒன்றில் தண்ணீரையும், மற்றைய குழாயில் அதே கனவளவு கொதிநீரையும் இடுங்கள். கொதிநீர் இடப்பட்ட குழாயில் மக்னீசியம் துண்டு விரைவாகத் தாக்கம் புரிந்து வாயு வெளியேறுவதைக் காண்பீர்கள். வெளியேறும் வாயு ஐதரசன் வாயுவாகும். எனினும் அறை வெப்பநிலையில் (27°C) நிலவும் நீருடன் மிக மெதுவாகவே மக்னீசியம் தாக்கம் புரிகின்றது. வெப்பநிலையும் தாக்கவீதத்தைப் பாதிக்கும் ஒரு காரணி என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

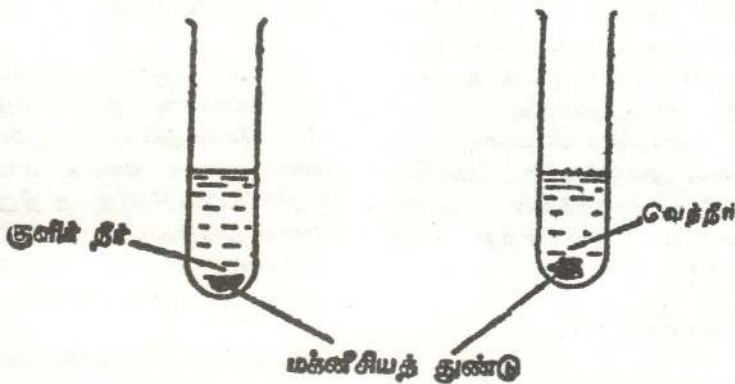
### ஊக்கிகளும் தாக்க வீதமும்

ஐதரசன் பரவொட்சைட்டுக் கரைசலை வெப்ப மேற்றியதும் ஓட்சிசன் வாயு வெளி

யேறுகின்றது எனினும், ஐதரசன் பரவொட்சைட்டுடன் சிறிதளவு மங்கனீசீரொட்சைட்டை இட்டதும் அறை வெப்பநிலையிலேயே மிக விரைவாக ஓட்சிசன் வாயு வெளிப்பயறுகின்றது.

தாக்கம் முடிவடைந்த பின்னர் கரைசலை வடித்து, மங்கனீசீரொட்சைட்டை நிறுத்துப் பார்ப்பின் ஆரம்பத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட மங்கனீசீரொட்சைட்டின் அளவு மாறாதிருக்கின்றது என்பதைக் காணமுடியும். இதற்கான காரணம் மங்கனீசீரொட்சைட்டு தாக்கத்தில் பங்குபெறாமையாகும். எனினும், அதன் காரணமாக, ஐதரசன் பரவொட்சைட்டின் பிரிகை வீதம் அதிகரித்துள்ளது. எம்மாற்றத்திற்கும் உப்படாமல்யாதேனும் தாக்கத்தின் தாக்க வீதத்தை மாற்றக்கூடிய தன்மையுடைய பதார்த்தங்கள் ஊக்கிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

ஐதரசன் பரவொட்சைட்டின் பிரிகை வீதம் மங்கனீசீரொட்சைட்டு காரணமாக அதிகரிக்கின்றது. மாறாக பொசுபோரிக்கமிலம் அல்லது சல்பூரிக்கமிலம் சேர்க்கப்படின் அதன் பிரிகை வீதம் குறைவடைகின்றது. தாக்கத்தில் பங்கு பற்றாது தாக்க வீதத்தை அதிகரிக்கும் பதார்த்தங்கள் நேர் ஊக்கிகள் எனவும், தாக்கத்தில் பங்குபற்றாது தாக்க வீதத்தைக் குறைக்கும் பதார்த்தங்கள் எதிர் ஊக்கிகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. கூறிதளவு ஊக்கியின் மூலம் தாக்க வீதத்தைப் பெருமளவில் மாற்ற முடியும். பல்வேறு கைத்தொழில் உற்பத்தி நடவடிக்கையின்போது, உற்பத்தி வீதத்தை



படம் 10.2

அதிகரித்துக் கொள்வதற்காக, ஊக்கிகள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

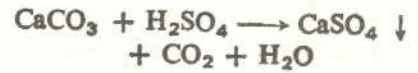
நைதரசனையும் ஐதரசனையும் தாக்கமுறச் செய்து அமோனியாவைத் தயாரிக்கையில் ஊக்கியாக இரும்புத் தூள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தாவர எண்ணெய்களிலிருந்து மாஜரீன் தயாரிக்கையில், ஊக்கியாக மென்மையான நிக்கல் தூள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

எமது உடற் கலங்களுள் ஆயிரக்கணக்கான இரசாயனத் தாக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன. தாவரக் கலங்களினுள்ளும் இவ்வாறே ஆயிரக்கணக்கான இரசாயனத் தாக்கங்கள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வெவ்வாற்த் தாக்கங்களுக்கும் ஊக்கி அவசியமாகின்றது. எனினும், அங்கிகளின் கலங்களினுள் காணப்படும் ஊக்கிகளை அழைப்பதற்குத் தனிப்படுத்தொரு பெயர் பயன்படுத்தப்பெயர்ந்து. அப்பெயர் நொதியம் என்பதாகும். உணவுச் சமீபாடு, கலச்சவாசம், ஒளித்தொகுப்பு ஆகியவை நொதியங்கள் தேவைப்படும் தாக்கங்களுக்கான சில உதாரணங்களாகும்.

தாக்கவீதத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில் பங்களிப்புச் செய்யும் வேறு காரணிகளும் இருக்கக்கூடும். அலுமினியம் தாக்கும் திறன் கூடிய ஒரு உலோகமாகும். அலுமினியம் ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் புரிகையில் தோன்றும் அலுமினிய ஒட்சைட்டு உலோகத்தின் மீது மெல்லிய படையாகப் படிகின்றது. இம்மென்படை காரணமாக, உலோகம் தொடர்ந்தும் ஒட்சிசனுடன் தொடுகையுற்றுத் தாக்கம் புரிவது தவிர்க்கப்படுகின்றது. அப்படையைச் சுரண்டி அகற்றி விட்டால் மீண்டும் முன்னைய தாக்கமே நடைபெறுகின்றது. அதாவது தாக்கத்தில் பங்கு பெறும் பதார்த்தங்கள் தொடர்ச்சியாக ஒன்றுடனொன்று தொடுகை யுறுவதற்கான வாய்ப்புக் கிடைத்தால் மட்டுமே தாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெற முடியும்.

சுண்ணக்கல் துண்டுகள் இடப்பட்ட பரிசோதனைக் குழாயினுள் சல்பூரிக்கமிலக் கரைசலைச் சேருங்கள். இத்தாக்கத்தின் விளைவாகத் தோன்றும் கல்சியம் சல்பேற்று சுண்ணக்கல்லைச் சுற்றிப் படிவதன் காரணமாகத் தோன்றும் படை சுண்ணக்கல்

துண்டை மூடும் கவசம் போன்று தொழிற்படுகின்றது. இதன் காரணமாக சுண்ணக்கல் தொடர்ந்தும் அமிலத்துடன் தாக்கம் புரிவது தடைப்படுகின்றது.



### 10.3 மீளுந்தாக்கங்களின் மூலம் நடைபெறும் தாக்கங்கள்

பனிக்கட்டியை வெப்பமாக்கும்போது அது நீராச மாறுகின்றது. நீரை வெப்பம் ஏற்றியதும் அது வாயுவாக மாறுகின்றது. வாயுவைக் குளிரச் செய்யும் போது மீண்டும் நீராகவும், மேலும் குளிரச் செய்யும் போது பனிக்கட்டியாகவும் மாறுகின்றது.

பனிக்கட்டி (திண்மம்)	----->	வெப்பம் ஏற்றல் (திரவம்)
நீர் (திரவம்)	----->	வெப்பம் ஏற்றல் நீராவி (வாயு)
நீராவி (வாயு)	----->	குளிரச் செய்தல் நீர் (திரவம்)
நீர் (திரவம்)	----->	குளிரச்செய்தல் பனிக்கட்டி (திண்மம்)

மேற்குறிப்பிட்ட மாற்றம் உலகில் பொதுவாகத் தினமும் நடைபெறும் ஒன்றாகும். பனிக்கட்டி உருகுதல், நீர் நீராவியாக மாடதல், நீராவி மழை மூலம் பூமியை அமைதல், நீர் பனிக்கட்டியாக மாறுதல் மீண்டு மீண்டும் நடைபெறுகின்றது. அத்தாக்கத்தைப் பின்வருமாறும் காட்டலாம்.

வெப்பம் ஏற்றல்	----->	வெப்பம் ஏற்றல்
பனிக்கட்டி	----->	நீர்
குளிரச்செய்தல்	----->	நீராவி
	----->	குளிரச்செய்தல்

இதேபோன்று நீரில் உப்பைக் கரைப்பதால் கிடைக்கும் உப்புக் கரைசலை ஆவியாக்கலின் மூலம் மீண்டும் உப்பைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

உப்பு + நீர்	----->	கரைத்தல்
	----->	உப்புநீர்
	----->	ஆவியாக்கல்

மேலே அவதானிக்கப்பட்ட மாற்றங்கள் இரண்டும் முன்பக்கமாகவோ வின்பக்கமாகவோ நடைபெறக்கூடியவை. சூழலில் நடைபெறும் எல்லா மாற்றங்களும் இவ்வாறு இரு பக்கங்களுக்கும் நடைபெறுமா ?

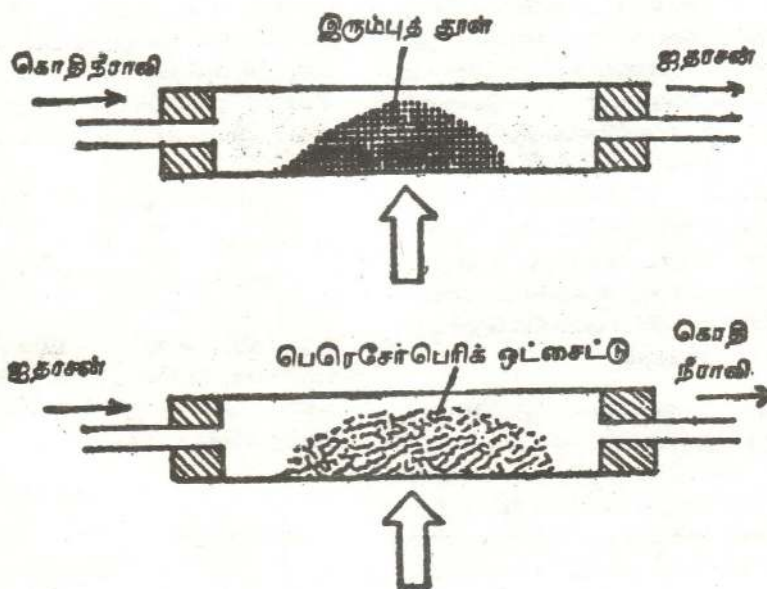
மக்னீசியம் துண்டொன்று வளியில் அல்லது ஒட்சிசனில் எரிவதை அவதானிப்போம். மக்னீசியம் பளபளப்பான ழிரு உலோகம் ஆகும். மக்னீசியம் வளியில் அல்லது ஒட்சிசனில் பிரகாசமாக எரிவதன் மூலம் வெள்ளை நிறத் தூள் உண்டாகின்றது. இந்த வெள்ளை நிறத் தூளைக் குளிரடையச் செய்வதால் எந்த வித மாற்றமும் நடைபெறமாட்டாது என்பதை உங்களால் அவதானிக்கக்கூடியதாக இருக்கும். இதற்குச் சிறிதளவு நீரைச் சேருங்கள். அப்போதும் எந்தவிதமான மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. மக்னீசியம் ஒட்சிசனில் எரிவதால் உண்டாகும் வெள்ளை நிறத் தூள் மக்னீசியம் ஒட்சைட்டு என அழைக்கப்படுகின்றது. வெப்பம் ஏற்றல், குளிராக்கல், நீர் சேர்த்தல், போன்ற எளிய முறைகளைப் பயன்படுத்தி டிண்டும் மாற்ற முடியாது. இத்தாக்கம் ஒரு பக்கமாக மாத்திரம் நிகழும் தாக்கம் என அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு ஒரு பக்கமாக மாத்திரம் நடைபெறும் தாக்கங்கள் மிக அரிதாகும். இப்படி

யான தாக்கங்கள் மீளாத்தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டு பக்கங்களுக்கும் நடைபெறக்கூடிய தாக்கங்கள் மீளாத்தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இரசாயனவியலைக் கற்கும்போது இம்மாற்றங்கள் மிக முக்கியமானதாக இருக்கும்.

மீளாத்தாக்கங்கள் சிலவற்றை இனிக்கவனிப்போம். அதி உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றப்பட்ட இரும்புத் தூள் களுக்கு மேலாக நீராவி ஓட்டம் ஒன்றைச் செலுத்தினால் நீரில் உள்ள ஒட்சிசனுடன் இரும்பு சேர்வதனால் இரும்பு பெரெசோ பெரிக் ஒட்சைட்டாக மாறி ஐதரசனும் வெளியேற்றப் படுகின்றது. இத்தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்:

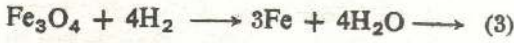


மறுப்பக்கமாக உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பம் ஏற்றப்பட்ட பெரெசோ பெரிக் ஒட்சைட்டின் மேலால் ஐதரசன் ஓட்டம் ஒன்றைச் செலுத்துனால் இரும்பும் நீராவியும் தோன்றுகின்றன. இத்தாக்கத்தைப்

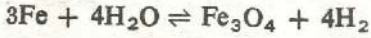




பின்வருமாறு குறிக்கலாம்:



படம் 10.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு எளிய கருவியொன்றை உபயோகித்து இவ்விரு மாற்றங்களையும் செய்ய முடியும். இவ்விரு மாற்றங்களையும் பின்வருமாறு ஒரு சமன்பாட்டினால் மாத்திரம் காட்டலாம் இ.ங்கு → எனும் அடையாளத்திற்குப் பதிலாக  $\rightleftharpoons$  எனும் அடையாளம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



படம் 10.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இவ்விரு மாற்றங்களையும் முன்பக்கமாக இறுதிவரை நடாத்த முடியும். 1 ஆவது தாக்கத்தில் நீராவி தொடர்ந்து செலுத்தப்படுவதோடு ஐதரசன் தொடர்ந்து அகற்றப்படுகின்றது. 2 ஆவது தாக்கத்தில் தொடர்ந்து ஐதரசன் செலுத்தப்படுவதோடு நீராவி தொடர்ந்து அகற்றப்படுகின்றது. இத்தாக்கத் தொகுதி இரண்டிலும் தாக்கு பொருளைத் தொடர்ந்து செலுத்துவதற்கும், தாக்கத்தின் விளைபொருளைத் தொடர்ந்து அகற்றுவதற்கும், அதாவது தொகுதிக்குப் பொருள்களைச் சேர்ப்பதற்கும், தொகுதியில் இருந்து பொருள்களை அகற்றுவதற்கும் வழி வகுக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான தாக்கத் தொகுதி திறந்த தாக்கத் தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது.

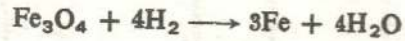
படம் 10.4 இல் காட்டப்பட்ட ஆய் கருவியைக் கவனியுங்கள். சிறிதளவு இரும்புத் தூளையும் நீரையும் அதனுள் விட்டு வேறு எந்தப் பொருளும் உள்ளே செல்லாதவாறு மூடி முத்திரையிட்டு உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பம் ஏற்றினால் இரும்புத் தூளுடன் நீர் தாக்கம் அடைந்து பெரெசோ பெரிக் ஓட்சைட்டும் ஐதரசனும் தோன்றும். இவ்விரு தாக்கு பொருள்களையோ விளைபொருள்களையோ பாத்திரத்தில் இருந்து அகற்றவா இப்பொருள்களைப் பாத்திரத்தின் உள்ளே சேர்க்கவோ வழி வகுக்கப்படவில்லை. இப்படியான தாக்கத் தொகுதி மூடிய தாக்கத் தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது.

மூடிய தொகுதியொன்றில் நடைபெறும் மீளுந்தாக்கத்திற்கு என்ன நடைபெறும் என்பதை இப்போது அவதானிப்போம். பாத்திரத்தை உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பம் ஏற்றியதும் நீர் நீராவியாக மாறும். இங்கு மேற்குறிப்பிட்ட மீளுந்தாக்கத்தின் முன்பக்க மாற்றத்தின் மூலம் இரும்புத் தூள் நீராவியுடன் தாக்கமடையும்.

தாக்கம் நடைபெறும்போது இரும்புத் தூளும், நீராவியும் பயன்படுத்தப்படுவதால் முன்பக்கத்தாக்கவேகம் படிப்படியாகக் குறையும். பெரெசோ பெரிக் ஓட்சைட்டினதும் ஐதரசனினதும் அளவு படிப்படியாக அதிகரிக்கும்.

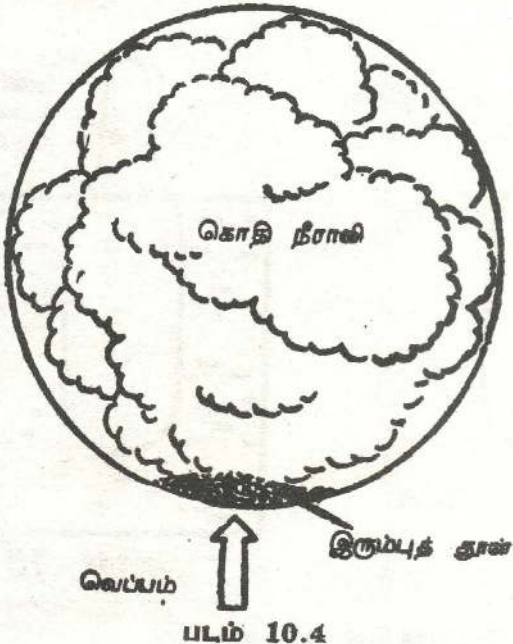


பெரெசோ பெரிக் ஓட்சைட்டும் ஐதரசனும் கீழுள்ள சமன்பாட்டின்படி தாக்கம் அடையும்போது.



மேற்குறிப்பிட்ட தாக்கம் (பின்பக்கத் தாக்கம்) நடைபெறும் வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்.

தொகுதியின் எதிர்ப்பக்கமாக நடைபெறும் தாக்கங்கள் இரண்டு உண்டு. முன்பக்கத்தாக்க வேகம் படிப்படியாகக் குறைவதுடன் பின்பக்கத் தாக்க வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது. தாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதற்கு இடமளிக்கப்பட்டால் முன்பக்கத் தாக்கமும் பின்பக்கத்



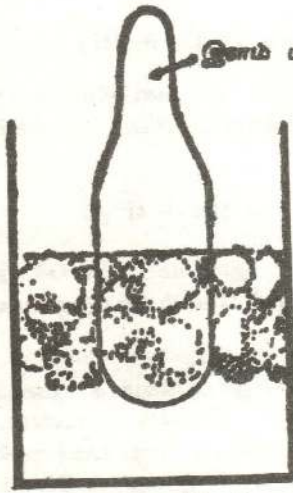
தாக்கமும் ஒரே வேகத்தில் நடைபெறும் சந்தர்ப்பம் ஒன்று உருவாகும். இச்சந்தர்ப்பத்தை அடைந்ததும் முன்பக்கத் தாக்கத்தில் செலவாகும் தாக்கு பொருளின் அளவு பின்பக்கத் தாக்கத்தின் மூலம் தோன்றுகின்றது. உதாரணமாக மேற்குறிப்பிட்ட தாக்கத்தில் 10 g இரும்புத் தூள் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நீராவியுடன் தாக்க முற்று பெரெசோ பெரிக் ஒட்சைட்டாக மாற்றப்பட்டால், அதே நேர இடைவெளியில் பெரெசோ பெரிக் ஒட்சைட்டானது ஐதரசனுடன் தாக்கம் அடைந்து 10 g இரும்புத் தூளைத் தோற்றுவிக்கும். இச்சந்தர்ப்பத்தை அடைந்ததும் தொகுதியின் தாக்கு பொருள்களினதும் விளைபொருளினதும் அளவில் வித்தியாசம் இருக்காது. அவ்வாறெனின் அத்தொகுதி சமநிலையில் உள்ள தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது. சமநிலையில் உள்ள சந்தர்ப்பம் என்பதில் இருந்து தாக்கம் முடிவுற்றுள்ளது எனக் கருதமுடியாது. முன்பக்கத் தாக்கமும், பின்பக்கத் தாக்கமும் ஒரே வேகத்தில் நடைபெறுகின்றன என இ்திவிருந்து கருதமுடியும். இச்சமநிலைச் சந்தர்ப்பமானது இயக்கச் சமநிலை என அழைக்கப்படுகின்றது.

தாக்கம் நடைபெறும்போது அத்தாக்கத்தைக் கூடிய வேகத்துடன் நிகழச் செய்வதற்காக நாம் பொதுவாகத் தாக்கிகளை வெப்ப

மேற்குகின்றோம். அதாவது, இரசாயன மாற்றத்தின் வேகத்தை அதிகரிப்பதற்காக எங்களால் வெப்பச்சக்தி கொடுக்கப்படுகின்றது. மீளுந்தாக்கங்களில் வெப்பம் எவ்வகையான விளைவை உண்டாக்குகின்றது ?

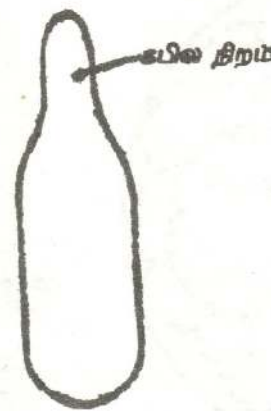
வெப்பத்தின் விளைவினால் உண்டாகும் மாற்றங்களை அறிவதற்குப் பயன்படுத்தக் கூடிய சிறந்த உதாரணமாக அமைவது நைதரசனீரொட்சைட்டு ஆகும். ஈய நைத்திரேற்றை வெப்பம் ஏற்றுவதன் மூலம் நைதரசனீரொட்சைட்டைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். அது கருங்கபில நிறமான வாயுவாகும்.

ஒரே அளவான மூன்று கண்ணாடிக் குழாய்கள் நைதரசனீரொட்சைட்டு வாயு வினால் நிரப்பப்பட்டு முத்திரையிடப்படுகின்றன. அறை வெப்பநிலையில் இக் குழாய்கள் மூன்றும் ஒரே அளவான கபில நிறமானதாகக் காணப்படும். இப்போது ஒரு குழாயைப் பனிக்கட்டியிலும், இரண்டாவதை அறை வெப்பநிலையிலும் மூன்றாவதை வெப்பமான நீரினும் அமிழ்த்தி வைத்து அவதானியுங்கள். பனிக்கட்டியில் வைக்கப்பட்ட குழாயின் நிறம் மங்கலடையும். வெப்பமான நீரினுள் வைக்கப்பட்ட குழாயின் கபில நிறம் படிப்படியாகக் கூடும்.

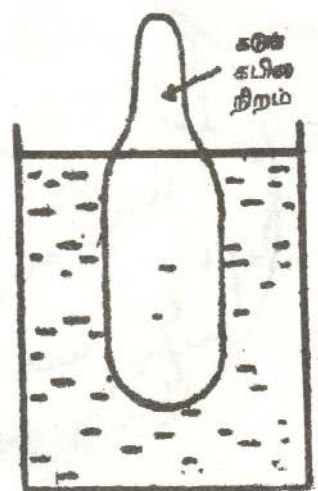


உருகும் பனிக்கட்டி

0°C



அறை வெப்பநிலை



வெந்நீர் 70°C

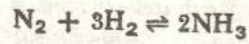
படம் 10.5 சமநிலையில் வெப்பத்தின் விளைவு

இம்மாற்றங்களுக்கு உங்களால் எவ்வாறு விளக்கம் கொடுக்க முடியும்? நைதரசன் ரொட்சைட்டு இரண்டு விதமான மூலக்கூறுகளைக் கொண்டதாகக் காணப்படுகின்றது. ஒரு மூலக்கூற்றின் சூத்திரம்  $\text{NO}_2$  ஆகும். மற்றைய மூலக்கூற்றின் சூத்திரம்  $\text{N}_2\text{O}_4$  ஆகும்.  $\text{NO}_2$  கரும் கபில நிறமானது;  $\text{N}_2\text{O}_4$  நிறமற்றது. வாயு நிலையில் உள்ள நைதரசன் ரொட்சைட்டில் இவ்விரு அமைப்புகளும் இயக்கச்சமநிலையில் காணப்படுகின்றன. வெப்பம் ஏற்றும்போது நைதரசன் ரொட்சைட்டின் கபில நிறம் அதிகரிக்கின்றது என்பதையும் அவதானித்தோம். கடும் கபில நிறக்கூறின் அளவு அதாவது  $\text{NO}_2$  மூலக்கூறுகளின் அளவு வெப்பநிலை உயரும் போது கூடுகின்றது எனக் கருதலாம். பனிக்கட்டியில் வைக்கப்பட்ட நைதரசன் ரொட்சைட்டின் கபில நிறம் மங்குவதையும் அவதானித்தோம். வெப்பநிலை குறையும் போது நிறமற்ற கூறின் அளவு அதாவது  $\text{N}_2\text{O}_4$  மூலக்கூறுகளின் அளவு கூடுகின்றது எனக் கருதலாம். இவ்விரு மூலக் கூறுகளினாலும் உண்டாகும் சமநிலையைப் பின்வருமாறு சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்.



மேற்குறிப்பிட்ட சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டப்பட்டுள்ள தாக்கத்தில்  $\text{N}_2\text{O}_4$  தாக்கு பொருளாகும்.  $\text{NO}_2$  விளைபொருள் ஆகும். இத்தாக்கத்தின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது விளைபொருளின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. வெப்பநிலை குறைவடையும்போது விளைபொருளின் அளவும் குறைகின்றது. எல்லா மீளாந்தாக்கங்களுக்கும் இது உண்மையானதா?

மற்றுமொரு மீளாந்தாக்கத்தை எடுத்து நோக்குவோம். நைதரசனும், ஐதரசனும் சேர்ந்து அமோனியா உண்டாவதும் ஒரு மீளாந்தாக்கமாகும்.



இங்கு உண்டாகும் அமோனியாவின் அளவு வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது குறைகின்றது எனவும், வெப்பநிலை குறையும்போது அதிகரிக்கின்றதெனவும் காணக்கூடியதாக உள்ளது. இவ்வாறு ஒரு தாக்கத்தில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது விளைபொருளின் அளவு அதிகரிக்கின்றது எனவும், மற்றைய தாக்கத்தில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது விளைபொருளின் அளவு குறைகின்றது எனவும் எங்களால் காணமுடிகின்றது.  $\text{N}_2\text{O}_4$  இவ்விருந்து  $\text{NO}_2$  தோன்றுவது அகவெப்பத் தாக்கம் எனவும்,  $\text{N}_2, \text{H}_2$  வாயுக்களில் இருந்து  $\text{NH}_3$  தோன்றுவது புறவெப்பத் தாக்கம் எனவும் நாம் அறிவோம்.

அகவெப்பத்தாக்கம் நிகழும் எல்லா மீளாந்தாக்கங்களிலும் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது தோன்றும் விளைபொருளின் அளவு அதிகரிப்பதோடு, புறவெப்பத்தாக்கம் நிகழும் எல்லா மீளாந்தாக்கங்களிலும் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது தோன்றும் விளைபொருளின் அளவு குறைகின்றது.

வாயுக்களைக் கொண்ட தொகுதியொன்றின் சமநிலையைப் பாதிக்கும் மற்றொரு முக்கிய காரணி அழுக்கமாகும். சமநிலையில் அழுக்கத்தின் தாக்கத்தை  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  தொகுதியில் தெளிவாகக் காணலாம். இதைக் காட்டுவதற்குப் பயன்படும் உபகரணத்தின் அமைப்பு படம் 10.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

விறைப்பான கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றை நைதரசன் ரொட்சைட்டினால் நிரப்பி அதனுள் முசலம் ஒன்றைப் பொருத்துங்கள் நிறத்தை அவதானித்துக்கொள்ளுங்கள். வாயு கபில நிறமுடையதாகக் காணப்படும். முசலத்தைக் கீழ்ப்பக்கமாகத் தள்ளுவதன் மூலம் குழாயினுள் அழுக்கத்தைப் படிப்படியாக அதிகரித்து நிறமாற்றத்தை அவதானிப்போம்.

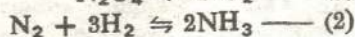
முசலம் (தேவைப்படி, சிறிதளவு எண்ணெயை இடுக)

நைதரசன் ரொட்சைட் வாயு

வண் கண்ணாடிக் சோதனைக் குழாய்

படம் 10.6

னிக்கலாம். நிறம் மங்கலாவதை அவதானிக்கலாம். அழுக்கம் அதிகரிக்கும்போது நிறமான கூறு, நிறமற்ற கூறாக மாறுவதை அவதானிக்கலாம். அழுக்கத்தைக் குறைக்கும்போது, மாற்றம் எதிர்ப்பாக்கமாக நடைபெறும். நைதரசனும், ஐதரசனும் சேர்ந்து அமோனியா தோன்றுவதைக் கவனிப்போம் அழுக்கத்தை அதிகரித்ததும் உண்டாகும். அமோனியாவின் அளவு அதிகரிப்பதையும், அழுக்கம் குறையும்போது உண்டாகும் அமோனியாவின் அளவு குறைவதையும் கண்டு கொள்வீர்கள். அழுக்கத்தின் விளைவைப் பரிசோதிப்பதற்காக எடுத்துக் கொண்ட இரு தொகுதிகளும் வித்தியாசமான முறையில் நடைபெறுகின்றன. நாம் இவ்விரு தாக்கங்களையும் பார்ப்போம்.



முதலாவது தாக்கத்தில் முன்தாக்கம் நடைபெறும்போது ஒரு மூலக்கூறு  $\text{N}_2\text{O}_4$  இரு மூலக்கூறுகள்  $\text{NO}_2$  ஐக் கொடுக்கின்றது. இத்தாக்கம் மூடிய பாத்திரம் ஒன்றில் நடத்தப்படுவதால் உள்ளழுக்கம் அதிகரிக்கும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் அழுக்கம் அதிகரிக்கப்பட்டதும் தொகுதியின் உள்ளே  $\text{N}_2\text{O}_4$  இன் அளவு குறைந்ததை அவதானித்தோம். அதாவது, சமநிலை இடப்பக்கமாகச் செல்கின்றது.

இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு  $\text{N}_2$  மூலக்கூறும் மூன்று ஐதரசன் மூலக்கூறுகளும் (அதாவது 4 மூலக்கூறுகள்) இரண்டு மூலக்கூறுகள் அமோனியாவை உண்டாக்கும். மூடப்பட்ட பாத்திரம் ஒன்றில் இத்தாக்கம் நடைபெறும்போது உள்ளழுக்கம் குறையும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் அழுக்கம் கூட்டப்பட்டதும், தொகுதியின்  $\text{NH}_3$  இன் அளவு அதிகரிக்கின்றது. அதாவது, சமநிலை வலது பக்கமாகச் செல்கின்றது.

மீண்டும் தாக்கம் ஒன்றைக் காட்டும் சமன்பாட்டில் தாக்கு பொருள்களில் உள்ள வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை விளைபொருளில் உள்ள வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைவிடக் குறைவாயின் அழுக்கத்தை அதிகரிப்பதால் பின்பக்கத் தாக்கம் சிறப்பாக நடைபெறும். தாக்கு பொருள்களில் உள்ள வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை விளைபொருள்களில் உள்ள வாயு

மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாயின் அழுக்கத்தை அதிகரிப்பதால் முன்பக்கத் தாக்கம் சிறப்பாக நடைபெறும்.

பொற்றாசியம் குளோரைற்றை வெப்பம் ஏற்றுவதன் மூலம் ஓட்சிசனைப் பெறும் போது அத்தாக்கத்தின் வேகத்தைக் கூட்டுவதற்காக நாம் மங்கனீசுரொட்சைட்டைச் சேர்த்தோம். மங்கனீசுரொட்சைட்டு ஊக்கியாகத் தொழிற்படுகின்றது. மீளூந்தாக்கம் ஒன்றில் ஊக்கியானது முன்பக்கத் தாக்க வேகத்தையும், பின்பக்கத் தாக்க வேகத்தையும் ஒரே அளவில் அதிகரிக்கச் செய்யும். எனவே, ஊக்கியானது சமநிலையில் எந்தவித விளைவையும் உண்டாக்காது. அதாவது, ஊக்கி ஒன்றைப் பயன்படுத்தினாலும், பயன்படுத்தாவிட்டாலும் சமநிலையில் உள்ள பொருள்களின் அளவு ஒரே சமனாகும். அதிகமான பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதில் மீளூந்தாக்கம் முக்கிய இடம் வகிக்கின்றது. எனவே, சிறந்த விளைவைப் பெறுவதற்கு மீளூந்தாக்கத்தில் விளைவை ஏற்படுத்தும் காரணிகளை அறிந்திருப்பது பிரயோசனம் தரும்.

மெழுகுதிரி, குப்பி விளக்கு, மண்ணெண்ணெய் அடுப்பு, அல்லது வாயு அடுப்பொன்றின் சுவாலையை அவதானியுங்கள். அசையாத வளியில் இச்சுவாலையில் வேறுபாடுகள் தோன்றாமல் இருக்கும். பொருள்கள் எரியும் போது இரசாயன மாற்றம் நடைபெறுகின்றது என்பதை நாம் அறிவோம். அப்படியாயின் இத்தாக்கங்களிலும் இரசாயனச் சமநிலையுள்ள சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளனவா? இரசாயனச் சமநிலையுள்ள சந்தர்ப்பங்கள் உண்டாவதற்குத் தொகுதியானது மூடிய தொகுதியாக அமைதல் வேண்டும்.

பொருள்கள் எரிவதற்கு ஓட்சிசன், வழங்கப்படல் வேண்டும். வளியில் உள்ள ஓட்சிசன் தொடர்ந்து சுவாலையுடன் சேர்கின்றது. எரியும் போது உண்டாகும் விளைவுகள், அதாவது காபனீரொட்சைட்டும் நீராவியும் வளிமண்டலத்துடன் சேர்கின்றன. இதனால் சுவாலை ஒரு திறந்த தொகுதியாகும். சுவாலைக்கு ஓட்சிசன் சேரும் வேகம் சுவாலையில் இருந்து விளைவுகளை வெளியேற்றும் வேகத்திற்குச்

சமனாக இருப்பதால் சுவாலையில் எவ்வித மாற்றமும் தோன்றுவதில்லை. சுவாலையில் மாற்றங்கள் இல்லாதபோது அச்சுவாலை நிலையான சுவாலை என அழைக்கப்படுகின்றது. இதன்படி திறந்த தொகுதி ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டால், அத்தொகுதியினுள் பொருள்கள் சேரும் வேகம், தொகுதியில் இருந்து பொருள்கள் வெளியேறும் வேகத்திற்குச் சமனாயின் அத்திறந்த தொகுதியானது உறுதியான நிலையில் உள்ளதென அழைக்கப்படுகின்றது. மீளுந்தாக்கமொன்றின் வேகத்தைப் பாதிக்கும் மற்றொரு காரணி தாக்கு பொருள்களின் ஊடகத்தின் pH பெறுமானம் ஆகும்.

பொற்றாசியம் இருகுரோமேற்று ( $K_2Cr_2O_7$ ) சிறுதளவை நீரில் கரைத்தால் செம்மஞ்சள் நிறக்கரைசல் உண்டாகும். இதற்கு மூலம் ஒன்றைச் சேர்த்தால் மஞ்சள் நிறமான பொற்றாசியம் குரோமேற்று தோன்றும். பொற்றாசியம் குரோமேற்றுடன் அமிலம் ஒன்றைச் சேர்ப்பதால் மீண்டும் பொற்றாசியம் இருகுரோமேற்று தோன்றும்.

கார



செம்மஞ்சள்நிறம் அமிலம் மஞ்சள் நிறம்

#### 10.4 இயற்கை வளங்களை உபயோகித்துச் செய்யப்படும் தொழில்கள்

நாம் வாழும் புவி யானது மனிதர்களினுக்கும் உயிரினங்களுக்கும் வாழ்வதற்குச் சாதகமான இடமாக அமைந்திருப்பது அதில் உள்ள வளி மண்டலம், கடல், புவி என்பவற்றிற்கிடையே உள்ள அந்நியோன்ய தொடர்பினாலேயாகும். மனிதர்கள் தமக்குத் தேவையானவற்றைப் பெற்றுக்கொள்வதும் இவற்றில் இருந்தேயாகும். இயற்கையாகக் காணப்படும் எங்களுக்குப் பயனுள்ள பொருள்கள் இயற்கை வளங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

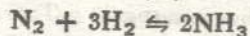
இயற்கை வளங்களைச் சில சந்தர்ப்பங்களில் மாத்திரமே நாம் நேரடியாகப் பயன்படுத்துகின்றோம். யினும், இயற்கையாகக் காணப்படும் அதிகமான பொருள்களை எமது தேவைகளுக்கு ஏற்ப தயாரித்துக்

கொள்ளவேண்டி உள்ளது. கடல் நீரில் இருந்து உப்பைப் பெறல், குருங்கற்களை உடைத்து வீடு, பாதை போன்றவற்றை அமைத்தல் போன்ற சந்தர்ப்பங்களில் பெளதிக மாற்றங்கள் மாத்திரமே உண்டாக் கப்படுகின்றன. எனினும், சுண்ணாம்புக் கல்லிலிருந்து சுட்ட சுண்ணாம்பைப் பெற்றுக் கொள்ளல், சாணத்திலிருந்து உயிர் வாயுவைப் பெற்றுக் கொள்ளல், இரும்புத் தாதுலிருந்து இரும்பை வேறாக்கிக் கொள்ளல், கள்ளில் இருந்து வினாக்கிரி பெற்றுக் கொள்ளல் போன்ற சந்தர்ப்பங்களில் இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இரசாயன மாற்றங்களின் மூலம் சில பொருள்கள் அதிக அளவில் உற்பத்திசெய்யப்படுகின்றன. இவை இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

நாம் பயன்படுத்தும் பிளாத்திக்கு, துணி வகைகள், மருந்து வகைகள், சாயங்கள், உலோகங்கள் போன்றவற்றினால் செய்யப்பட்டுள்ள பொருள்களை அவதானிக்கும் போது இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் எம்மை எவ்வளவு நெருங்கியுள்ளன என்பதை ஊகிக்க முடியும். இன்றைய கால கட்டத்தில் இரசாயனக் கைத் தொழில்கள் மிகவும் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளன. இயற்கை வளங்களை மூலப்பொருள்களாக உபயோகித்து இயக்கப்படுகின்ற இரசாயனத் தொழில்கள் எமது நாட்டிலும் உண்டு. அவற்றுள் சிலவற்றைப்பற்றி மேலும் விவரமாக நாம் அறிந்து கொள்பவாம்.

#### நைதரசன் பசளை தயாரித்தல்

ஐதரசன் வாயுவையும், நைதரசன் வாயுவையும் தாக்கமுறச் செய்வதன் மூலம் அமோனியா வாயு தயாரிக்கப்படுகின்றது.



நைதரசனும், ஐதரசனும் 1:3 என்ற விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டு  $400^\circ C - 500^\circ C$  வெப்பநிலைவரை வெப்பம் ஏற்றப்பட்டு இரும்பு ஊக்கியின் மூலம் செலுத்தப்படுகின்றது. தாக்கம் நடைபெறும் கவனின் உள்ளே 200 வளிமண்டல அழுக்கத்தில் அழுக்கம் இருக்கக்கூடியதாகப் பேணப்படுகின்றது. ஊக்கியின் தொழிற்பாட்டைக் காட்டுவதற்காகப் பொற்றாசியம் ஓட்சைட்டும் ( $K_2O$ ) அலுமினியம் ஓட்சைட்டும் ( $Al_2O_3$ ) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இவ்வாறு பெறப்பட்ட அமோனியா வாயுவை உபயோகித்துச் செயற்கைப் பசளைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

### பொலித்தீன் தயாரித்தல்

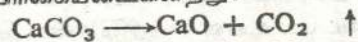
பெற்றோலியம் பிரிக்கப்படும்போது கிடைக்கும் எதிலீன் (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) அல்லது எதீன் எனும் பொருளினால் பொலி எதின் எனும் பொலித்தீன் தயாரிக்கப்படுகின்றது. எளிய எதிலின் பல்லாயிரக் கணக்கான மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடு ஒன்று தொடுக்கப்படுவதால் பொலித்தீன் உண்டாகின்றது. ஒரு முறையில் தாக்கம் நடைபெறும் வெப்ப நிலை 200°C ஆகவும் அழுக்கம் 1200 வளிமண்டல அழுக்க மாகவும் இருப்பதோடு சிறிதளவு ஒட்சிசனும் தேவைப்படுகின்றது. இங்கு உண்டாகும் பொலித்தீன், குறைந்த கடினத் தன்மை உடையது. பிளாத்திக் குப் பாத்திரங்கள், வீட்டு உபகரணங்கள், விளையாட்டுப் பொருள்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. மற்றொரு முறை மூலம் வெப்பநிலை 60°C ஆகவும் அழுக்கம் 1 வளி மண்டல அழுக்க மாகவும் இருக்கும்போது பொலித்தீன் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இம்முறையினால் பெறப்படும் பொலித்தீன் அதிகக் கடினத் தன்மையுடையது. அத்துடன் சக்தி வாய்ந்தது. இத்தாக்கத்தின்போது மிகக் கூடிய எண்ணிக்கையுடைய எதீன் (எதிலின்) மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு பட்டு மிக நீளமான சங்கிலி போன்ற மூலக் கூறுகள் உண்டாவதேயாகும். இவ்வகையான தாக்கம் பல்பகுதியாக்கம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

நீர்க்குழாய்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் பீ. வீ. சி (PVC) பற்றி நீங்கள் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். அவை வைனைல் குளோரைட்டு என்னும் பொருளினால் ஆக்கப்படுகின்றன. பல்பகுதியாக்கத்திற்கு உள்ளாக்கப்பட்ட போது வைனைல் குளோரைட்டிலிருந்து பொலிவைனைல் குளோரைட்டு என்னும் PVC உண்டாகின்றது. இது பலம் வாய்ந்த ஒரு வகைப் பிளாத்திக்கு ஆகும். செயற்கையாக ஆக்கப்படும் பலவகையான பிளாத்திக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவை எல்லாவற்றினதும் ஆரம்ப இரசாயனப் பொருளாகத் தொழிற்படுவது, மசகென்னை தூய்மையாக்கலின் மூலம் பெறப்படும் கழிவுப் பொருள்களாகும்.

### சுண்ணாம்பு உற்பத்தி

நீரிய சுண்ணாம்பு என்னும் கல்சியம் ஐதரொட்சைட்டானது கல்சியம் சேர்வைகளில் மிகவும் பிரபல்யம் வாய்ந்தது. பல ஆயிரம் னிண்டுகளுக்கு முன்பே கட்டடப் பொருளாகச் சுண்ணாம்பின் சிறப்பை மனிதன் அறிந்திருந்தான். சுண்ணாம்புச் சாந்தை உபயோகித்துக் கட்டப்பட்ட இரண்டாயிரம் வருடங்கள் பழமைவாய்ந்த கட்டடங்கள் ரோம் போன்ற நகரங்களில் காணப்படுகின்றன. கட்டடப் பொருள்களாகவும், வேறு தேவைகளுக்காகவும் பல இலட்சக்கணக்கான மெட்ரிக் தொன் சுண்ணாம்பு பல நாடுகளிலும் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. சுண்ணாம்பு உற்பத்தி இலங்கையின் பிரதான தொழில்களில் ஒன்றாகும்.

சுண்ணாம்பு உற்பத்தியின் முதல்படி சூளைகளில் சுண்ணாம்புக் கல்லைச் சடுவதாகும். உருளை வடிவான சுண்ணாம்புச் சூளைகள் 2 1/2 m அளவு உயரமுடையதாகவும், 3 m அளவு விட்டமுடையதாகவும் காணப்படுகின்றன. இப்படியான சூளைகளின் அடியில் இருந்து முதலில் ஒருபடை விறகும், அதன் மேல் ஒரு படை சுண்ணாம்புக் கல்லும், மீண்டும் ஒரு படை விறகும் இருக்குமாறு சுண்ணாம்பும் விறகும் அடுக்கப்படும். சூளை எரிக்கப்படுவது அதன் அடியில் இருந்தேயாகும். எரிவதற்குத் தேவையான வளி சூளையின் சுவரில் உள்ள துவாரங்களின் மூலம் உள்ளே செல்கின்றது. சுண்ணாம்புக்கல் எனப்படுவது கல்சியம் காபனேற்று ஆகும். கல்சியம் காபனேற்று எரிக்கப்படும்போது, நீது கல்சியம் ஒட்சைட்டாகவும் காபனீரொட்சைட்டாகவும் பிரிகையடைகின்றது.



கல்சியம் → கல்சியம் + காபனீரொட்சைட்டு  
காபனேற்று ஒட்சைட்டு

காபனீரொட்சைட்டு வாயு சூளையில் இருந்து வெளியே செல்லக் கல்சியம் ஒட்சைட்டு திண்மமாகச் சூளையின் அடியில் தங்கியிருக்கும். விறகு எரியும்போது மீதியாகவுள்ள சாம்பல், பிரிகை அடையாத கல்சியங் காபனேற்று, சுண்ணாம்புக் கற்களில் காணப்பட்ட கழிவுப் பொருள்கள் போன்றவையும் கல்சியம் ஒட்சைட்டுடன் காணப்படும். நீறாத சுண்ணாம்பு என அழைக்கப்படுவது கல்சியம் ஒட்சைட்டேயாகும். நீரிய சுண்ணாம்பு அல்லது சாதாரண



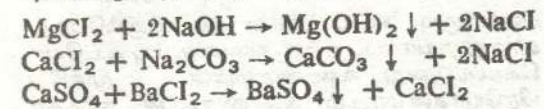
படுத்தப்படுகின்ற உப்பானது, இவ்வாறு பெறப்பட்டது. சுரங்கங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட உப்புப் பாறைகளை நீரில் கரைத்து அச்செறிந்த கரைசலை தரையில் மடவிடுவார்கள். நீர் ஆவியாகிய பின்பு உப்பு பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது.

எங்கள் நாட்டைப் போன்ற வெப்பவலய நாடுகளில் பெரிய உப்பளங்களில் கடல் நீர் சேகரிக்கப்பட்டு, நீர் ஆவியாக்கப்படுவதன் மூலம் உப்பு பெறப்படுகின்றது. இவ்வகையான உப்பளங்கள் ஆணையிற்று, நிலாவெளி, புத்தளம், அம்பாந்தோட்டை போன்ற பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. கடலுக்கு அல்லது உவர்நீர் எரிக்கு அருகில் உள்ள களி உள்ள தட்டையான இடங்கள் உப்பளங்களாகத் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. கடல் நீர் ஆவியாக்கப்படுவதற்குச் சூரிய வெப்பம் பயன்படுவதால் உப்பளங்கள் அமைய வேண்டிய இடங்கள் உலர் வலயங்களாகவும் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். களி உள்ள நிலம் உப்பளமாகத் தெரிவு செய்யப்படுவதால் கடல் நீர் நிலத்தினால் உறிஞ்சப்படுவது குறைக்கப்படுகின்றது.

உப்பளம் ஒன்றிலிருந்து உப்பைப் பெறுவதற்குக் கையாளப்படும் மூன்று முடிபுள்ளவைகள் உள். முதலாவதாகக் கடல் நீர் ஆழமற்ற விசாலமான தாழ் நிலங்களில் தடாகங்களாக இருக்கக்கூடிய வகையில் செலுத்தப்படுகின்றது. உப்பளத்தின் முதல் பகுதியாகிய தடாகத்தினுள் கடல் நீர் ஓரளவுக்குச் செறிவாக்கப்படுகின்றது. பின் இரண்டாவது தடாகத்தினுள் செலுத்தப்படுகின்றது. கடல் நீரில் உள்ள அதிக அளவு நீர் ஆவியாவதும், கல்சியம் சல்பேற்று வீழ்படிவாவதும் இந்தத் தடாகத்திலேயாகும். உப்புக் கட்டியாகக் கூடிய அளவிற்குக் கரைசலில் செறிவு உண்டானதும் அடுத்துள்ள கட்டியாகும் தடாகத்தினுள் செலுத்தப்படும். சோடியம் குளோரைட்டு இந்தத் தடாகத்திலேயே வேறாக்கப்படுகின்றது. கரைசலின் செறிவு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடைந்ததும் மக்னீசியம் உப்புக்களும் கட்டியாவதற்கு ஆரம்பிக்கும். மக்னீசியம் உப்புகள் உப்புடன் சேர்ந்தால் உப்பு கசக்கும் தன்மையை அடைவதால் மக்னீசியம் உப்பு கட்டியாவதற்கு முன்பு உப்பு கட்டியாகும் தடாகத்திலிருந்து அகற்றப்பட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால், கூடிய அளவு மக்னீசியம் உப்புக்களற்ற நல்ல உப்பைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

## எரிசோடா தயாரித்தல்

சோடியம் குளோரைட்டு எனும் சாதாரண உப்பு இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் பலவற்றின் ஆரம்பப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறதென ஏற்கெனவே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. சோடியம் குளோரைட்டை ஆரம்பப் பொருளாகக் கொண்டு உற்பத்தி செய்யப்படும் பல பொருள்களில் எரிசோடா முக்கிய இடம் வகிக்கின்றது. சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு என்பது எரிசோடாவின் திருத்தமான இரசாயனப் பெயராகும். இலங்கையில் பரந்தனில் உள்ள தொழிற்சாலையில் செறிந்த உப்புக் கரைசல் மின்பகுக்கப்படுவதன் மூலம் எரிசோடா தயாரிக்கப்படுகின்றது. உப்பளங்களில், உப்புநீரில் இருந்து பெறப்பட்ட உப்பில் சோடியங்குளோரைட்டுடன் வேறு சில பொருள்களும் சேர்ந்துள்ளன. அவற்றுள் கல்சியம் சல்பேற்று, கல்சியம் குளோரைட்டு, மக்னீசியம் குளோரைட்டு போன்ற இரசாயனப் பொருள்களும் சிலவாகும். உப்பு நீரை ன்பகுப்பதற்கு முன் மேற்குறிப்பிட்ட பொருள்கள் கரைசலில் இருந்து நீக்கப்படல் வேண்டும். இதற்காக அந்த உப்புக் கரைசலுக்குச் சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு, சோடியம் காபனேற்று, பேரியம் குளோரைட்டு என்பன போதிய அளவு சேர்க்கப்படுகின்றன. அப்பொருள்கள் சேர்க்கப்படுவதால் கீழ்க் காணப்படும் தாக்கங்கள் நடைபெற்று மக்னீசியம் அயன்கள் மக்னீசியம் ஐதரொட்சைட்டாகவும் கல்சியம் அயன்கள் கல்சியம் காபனேற்றாகவும், சல்பேற்று அயன்கள் பேரியம் சல்பேற்றாகவும் வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன.



வீழ்படிவாக்கப்பட்ட கரைசல் பெரிய தாங்கி ஒன்றிற்குள் செலுத்தப்பட்டு அவ் வீழ்படிவுகள் படிந்தபின் மண்ணின் ஊடாகச் செலுத்தி வடிக்கப்படும். இவ்வாறு சுத்திகரிக்கப்பட்ட கரைசலே மின்பகுப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

கடல் நீரை மின்பகுப்பதன் மூலம் தொழில் முறையில் சோடியமைதரொட்சைட்டு தயாரிப்பதற்கு இருவிதமான கலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



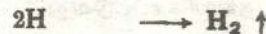
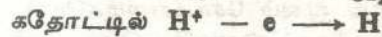
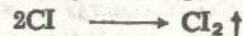
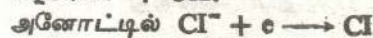
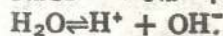
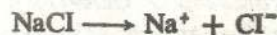
1. அனோட்டும், கதோட்டும் நுண்டுளைத் தடுப்பால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள நுண்டுளைத் தடுப்புக் கலங்கள்.

2. இரசக் கதோட்டுக் கலங்கள்.

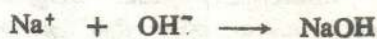
கடல் நீரை மின்பகுப்பதன் மூலம் சோடியமையமைதரொட்சைட்டைத் தயாரிப்பதற்குப் பரந்தன் தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்படுவது முதலாவது வகைக் கலங்களையாகும். இக்கலங்களில் மின்வாய்களாக அமைக்கப்பட்டுள்ள காபன் அனோட்டும், இரும்பு கதோட்டும் அசுபெத்தோசு நுண்டுளையினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கலத்தின் மின் வாய்களுக்கிடையேயும் 3.5 வோல்ட்டு அழுத்த வித்தியாசம் இருக்கக் கூடியதாக 250 அம்பியர் அளவு மின்னோட்டம் ஒன்று செலுத்தப்படும். மின்பகுபொருளாகப் பயன்படும் உப்புக் கரைசலில் சோடியம் அயன்கள், குளோரைட்டு அயன்கள், ஐதரசன் அயன்கள் ஐதரொட்சில் அயன்கள் என்பன காணப்படும். வலிமையான மின்பகுபொருளான சோடியம் குளோரைட்டிலிருந்து தோன்றும் சோடியம் அயன்களினதும் குளோரைட்டு அயன்களினதும் எண்ணிக்கை மென்மையான அயனாகக்கூடிய நீரிலிருந்து தோன்றும் ஐதரசன் அயன்களினதும், ஐதரொட்சில் அயன்களினதும் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாகும். மின்

னோட்டம் ஒன்றைச் செலுத்தும்போது அனோட்டில் குளோரீன் அயன்கள் மின்னிறக்கம் அடைந்து குளோரீன் வாயுவாகவும், கதோட்டில் ஐதரசன் அயன்கள் மின்னிறக்கம் அடைந்து ஐதரசன் வாயுவாகவும் வெளியேறுகின்றன.

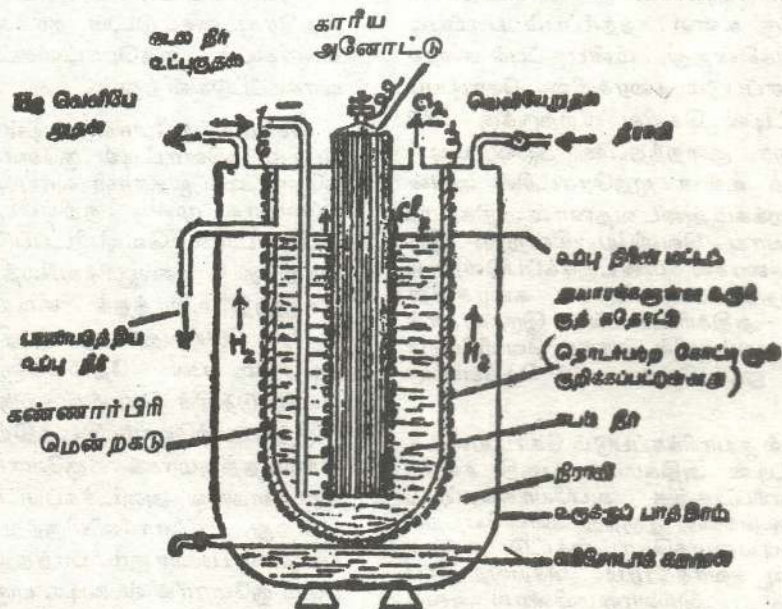
மின்பகுப்பின்போது நடைபெறும் மாற்றங்களைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.



தாக்கத்தின் இறுதியில் சோடியம் அயனும் ஐதரொட்சில் அயனும் மீதியாய் இருப்பதால், சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுக் கரைசல் உண்டாகின்றது.



மின்பகுப்பினால் பெறப்படும் விளைபொருள்கள் சோடியமையமைதரொட்சைட்டும் குளோரீனும் ஐதரசனும் ஆகும். சோடிய



படம் 10.7 நெல்சன் நுண்டுளைக் கலம்

மைதரொட்டைசட்டம் குளோரீனும் இலகுவில் ஒன்றுடன் ஒன்று தாக்கமடையும். இக்கலங்களை அமைக்கும்போது அனோட்டிற்றும் கதோட்டிற்றும் இடையில் அசுபெத்தோசு நுண்டுளைத் தடுப்பு வைக்கப்பட்டிருப்பதனால் சோடியம் குளோரைட்டும் குளோரீனும் ஒன்றுடன் ஒன்று தாக்கமுறுவது தடுக்கப்படுகின்றது. குளோரீன்வாயு உலோகங்களுடன் தாக்கமடையக்கூடியதாக இருப்பதால், இக்கலங்களின் அனோட்டாக உலோகங்களைப் பயன்படுத்தமுடியாது. இதற்காகவே காபன் அனோட்டாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

மேற்குறிப்பிட்டவாறு கடல் நீரை மின்பகுப்பதன் மூலம் சோடியமைதரொட்டைசட்டு தயாரிக்கப்படுவது தொடர்ச்சியான மாற்றமாகும். அதாவது, கலத்தினுள்ளே ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துடன் சோடியங்குளோரைட்டுக் கரைசல் பாய்வதற்கும், அங்கு உண்டாகும் விளைபொருள்கள் தொடர்ந்து கலங்களில் இருந்து அகற்றப்படுவதற்கும் வழிவகுக்கப்பட்டுள்ளது. மின்பகுப்பு நடை பெறும்போது கரைசலில் உள்ள குளோரீன் அயன்களின் செறிவு படிப்படியாகக் குறைவதுடன், ஐதரொட்சில் அயன்களின் செறிவு அதிகரிக்கின்றது. இதன் விளைவாக அனோட்டில் ஐதரொட்சில் அயன்கள் மின்னிறக்கம் அடைவதற்கு உள்ள சந்தர்ப்பம் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது. மின்பகுப்புக் கரைசலாகக் காணப்படும் கரைசலில் சோடியம் குளோரைட்டின் செறிவு வீற்றருக்கு 80 கிராம் வரை குறைந்தபின் அனோட்டில் மேலதிகமாக உள்ள ஐதரொட்சில் அயன்கள் மின்னிறக்கம் அடைவதனால் அதிகமாக ஒட்சிசன் வாயு வெளியேறுகின்றது. இந்நிலையில் கரைசல் மின்பகுக்கப்படுவதால் சோடியமைதரொட்டைசட்டு கரைசலின் செறிவு அதிகரிக்காமல் இருப்பதால் அக்கரைசல் கலங்களில் இருந்து வெளியேறக்கூடியதாக ஒட்டவேகம் சீர் செய்யப்படுகின்றது.

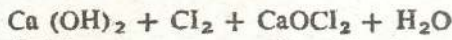
பரந்தனில் தயாரிக்கப்படும் சோடியமைதரொட்டைசட்டின் அதிகமான பகுதி சவர்க்காரம் தயாரிப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. கலங்களில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் சோடியமைதரொட்டைசட்டு கரைசலின் செறிவு சவர்க்காரம் செய்வதற்குப் போதியதாக இல்லாமையினால் அதை மேலும் செறிவாக்கல் வேண்டும். செறி

வாக்கல் இரண்டு முறைகளில் ஆவியாக்கல் மூலம் செய்யப்படுகின்றது. முதலாவது முறையில் 30% செறிவாக்கலும், இரண்டாவது முறையில் 50% செறிவாக்கலும் செய்யப்படுகின்றது.

கலங்களில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் கரைசலில் எரிசோடாவுடன் மின்பகுக்கப்படாமல் மீதியாய் உள்ள சோடியம் குளோரைட்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உண்டு. செறிவாக்கலின்போது இந்த சோடியங்குளோரைட்டு பளிங்குகளாகப் படிக்கின்றது. மைய நீக்கு விசையைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அந்தப் பளிங்குகளை அகற்றியபின் கரைசலில் எஞ்சியிருப்பது வீற்றருக்கு 300 g அளவில் காணப்படும் எரிசோடாவாகும். உலோகப் பீப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்டு விற்பனைக்கு விடப்படுவது இந்த எரிசோடாவேயாகும். செறிவாக்கலின் போது அகற்றப்படும் சோடியங்குளோரைட்டு மின் பகுப்பின் போது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உப்புக் கரைசலைத் தயாரிப்பதற்கு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இங்கு விசேட வாய்ப்பு ஒன்றும் உள்ளது. அக்கரைசலைத் தயாரிப்பதற்கு நேரடியாக உப்பளங்களில் இருந்து பெறப்படும் உப்பில் அடங்கியுள்ள மக்னீசியம் அயன்கள் மேற்குறிப்பிட்ட சோடியங்குளோரைட்டில் அடங்கியுள்ள சோடியம் ஐதரொட்டைசட்டுடன் தாக்கம் அடைந்து மக்னீசியம் ஐதரொட்டைசட்டாக வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றது.

சோடியங்குளோரைட்டின் மின்பகுப்பின் போது அனோட்டில் குளோரீன் வாயுவும், கதோட்டில் ஐதரசன் வாயுவும் வெளிவிடப்படுவதாக முன்பு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அனோட்டில் வெளிவிடப்படும் குளோரீன் செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தின் ஊடாக செலுத்தி உலர்த்தக் கூடிய அழுக்கத்தில் குளிரச் செய்வதன் மூலம் திரவமாக மாற்றப்படும். பல தேவைகளுக்கு இலகுவில் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கும், ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வதற்குமாகக் குளோரீன் உலோக உருளைகளில் அடைக்கப்பட்டு வைக்கப்படுகின்றது. குளோரீனிலிருந்து கிடைக்கும் பயன்கள் பலவாகும். பரந்தனில் தயாரிக்கப்படும் குளோரீனின் கூடிய பகுதி நகரங்களில் வழங்கப்படுகின்ற நரைத் தூய்மையாக்கு

வதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. நீரைத் தூய்மையாக்கும்பொழுது நீரின் பத்து வட்சம் கலன்களுக்கு 3 இறாத்தல் குளோரின் சேர்க்கப்பட்டதும் நீரில் உள்ள பற்றீரியாக்சுகளை அழிப்பதற்கு அது போதுமானதாகும். துணிவகைகளையும் கடதாசி வகைகளையும் வெளிற்றுவதற்கும் குளோரின் பயன்படுகின்றது. முக்கியமான பல இரசாயனப் பொருள்களின் தயாரிப்பிலும் குளோரின் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வெளிற்றும் தூள், ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் என்பன அவற்றுள் இரண்டாகும். வெளிற்றுந் தூள், நீரிய சுண்ணாம்பின் மேல் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகின்றது.



நீரிய வெளிற்றும்  
சுண்ணாம்பு தூள்

குளோரின் வாயுவை ஐதரசன் வாயுவுடன் நேரடியாகத் தாக்கமுறச் செய்வதன் மூலம் பெறப்படும் ஐதரசன் குளோரைட்டு வாயுவை நீரில் கரைப்பதன் மூலம் ஐதரோக் குளோரிக்கமிலம் பெறப்படுகின்றது. கடல் நீரை மின்பகுக்கும்போது மேற்குறிப்பிட்ட இரு வாயுக்களும் ஒரே நேரத்தில் கிடைப்ப

## பொழிப்பு

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்துள் நடைபெற்ற மாற்றத்தின் அளவை அறிவதன் மூலமும் யாதேனுமொரு குறிப்பிட்ட மாற்றம் நடைபெறுவதற்குச் செலவாகிய நேரத்தை அறிவதன் மூலமும் யாதேனும் தாக்கத்தின் தாக்க வீதத்தைத் துணிய முடியும்.

இரசாயனத் தாக்கத்தின் தாக்க வீதம் பற்றிய அறிவு, கைத்தொழில் உற்பத்தி நடவடிக்கைகளின்போது பயன்படுகின்றது.

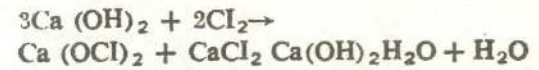
தாக்கிகளின் பெளதிக நிலை  
தாக்கிகளின் செறிவு  
வெப்பநிலை  
ஊக்கிகள்

ஆகிய காரணிகள் இரசாயனத் தாக்கங்களின் தாக்க வீதத்தின் மேல் பங்களிப்புச் செய்கின்றன.

தால். கடல் நீரை மின்பகுத்து எரிசோடா தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளிலே இலகுவில் ஐதரோக் குளோரிக்கமிலத்தையும் தயாரித்துக் கொள்ளலாம்.

## வெளிற்றும் தூள் தயாரிப்பு

வர்த்தகரீதியான வெளிற்றும் தூள் எனப்படுவது கல்சியம் ஹைபோ குளோரைட்டினதும் (Ca(OCl)<sub>2</sub>) கார கல்சியங் குளோரைட்டினதும் [CaCl<sub>2</sub> Ca(OH)<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O] கலவையாகும். நீரிய சுண்ணாம்பு எனப்படும் கல்சியமைதரோட்சைட்டின் மேல் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்துதன் மூலம் வெளிற்றும் தூள் பெறப்படுகின்றது. இது வெண்ணிறத் தூள் ஆகும்.



வெளிற்றும் தூள்

துணிவகைகள், கடதாசி, சுண்ணாடி ஆகிய பொருள்களின் நிற்குதை அகற்றி வெள்ளையாக்குவதற்கும் அல்லது வெளிற்றுவதற்கும் கிருமி நாசனியாகவும், வெளிற்றும் தூள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

தாக்கிகள் ஒன்றுடனொன்று தொடுகையடைவது தவிர்க்கப்படுவதன் மூலமும் தாக்க வீதம் வேறுபடுகின்றது.

உப்புக் கரைசல் உண்டாதல் போன்ற தாக்கங்கள் மீளுந் தாக்கங்களாகும். மீளுந் தாக்கம் ஒன்றில் அதிகமான தாக்கு பொருள்களை சேர்ப்பதனாலும் விளைபொருள்களை வெளியேற்றுவதனாலும் முன்பக்கத் தாக்க வேகத்தை அதிகரிக்கமுடியும்.

மீளுந்தாக்கம் ஒன்றின் தாக்க வேகத்தில் வெப்பநிலை, அழுக்கம், ஊடகத்தின் pH பெறுமானம் என்பன பாதிப்பை உண்டாக்கும்.

குழுவில் காணப்படும் வளங்களைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் சில தொழில்கள்

எமது நாட்டில் உண்டு. நைதரசனும் ஐதரசனும் உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பம் ஏற்றப்படுவதன் மூலமும் அமுக்கத்திற்கு உள்ளாக்கப்படுவதன் மூலமும் அமோனியா தயாரிக்கப்படுகின்றது.

பெற்றோவியத்தில் இருந்து கிடைக்கும் எதிலின் பல்பகுதியாக்கப்படுவதன் மூலம் பொலித்தீன் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

கண்ணாம்புக் கற்களைச் சுட்டு கண்ணாம்பு பெறப்படுவது இலங்கையின் முக்கிய கைத் தொழில்களில் ஒன்றாகும்.

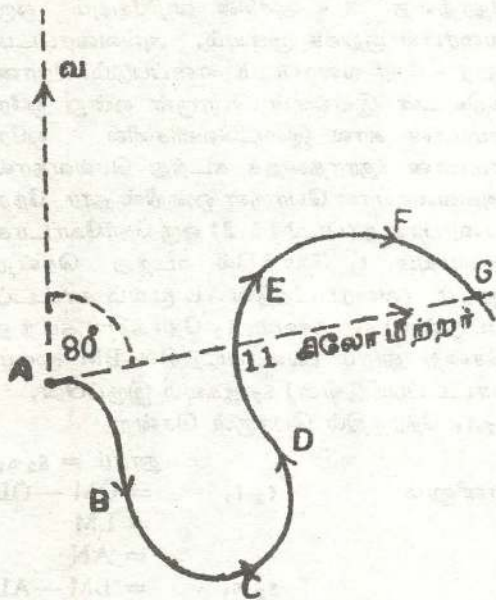
கனி, பீங்கான் தொழில்களும் இயற்கை வளங்களைப் பயன்படுத்தும் ஒரு தொழிலாகும். கடல்நீரை உபயோகித்தும் பல இரசாயனப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

# அத்தியாயம் 11

## இயக்கம்

### 11.1 தூரமும் இடப்பெயர்ச்சியும்

தூரத்தையும் இடப்பெயர்ச்சியையும் பற்றி நாம் 9 ஆம் வருடத்தில் கற்றுக் கொண்டோம். இயங்கும் பொருள் ஒன்று பயணஞ் செய்த பாதையின் நீளம் அப் பொருள் இயங்கிய தூரம் ஆகும் என நாம் அங்கு குறிப்பிட்டோம்.



படம் 11.1

A எனும் இடத்தில் ஆரம்பித்த மோட்டர் வாகனம் ஒன்று ABCDEFG எனும் பாதை வழியே பயணஞ் செய்து G யை அடைந்தால் வாகனம் பயணஞ் செய்த தூரம் பாதை வழியே A யிலிருந்து G வரையுள்ள நீளமாகும். அப்பாதை வழியே வாகனம் பயணஞ் செய்யும் போது அப்பாதையின் திசை மாறிக்கொண்டே இருந்தது. இப்படியான தூரம் ஒன்றைக் குறிக்கும்போது திசையொன்றைக் குறிக்க இயலாது.

ஆரம்பத்தில் மோட்டர் வாகனம் A எனும் ஆரம்ப தானத்தில் இருந்தது. இறுதியில் அதன் தானம் G ஆகும். இவ்வாறு ஒரு பொருளின் தானத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் அப்பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி ஆகும் எனவும் நாம் கற்றுக்கொண்டோம். இடப்பெயர்ச்சியானது பருமனோடு திசையையும் கொண்டுள்ளது எனவும் கற்றுக் கொண்டோம். இங்கு நாம் கவனத்திற் கொண்ட மோட்டர் வாகனத்தின் இடப்பெயர்ச்சியின் பருமன் AG எனும் கோட்டின் நீளத்தினாலும் குறிக்கப்படும்.

பருமனுடன் திசையையும் கொண்ட ஒரு கணியம் காணிக் கணியம். எனவும், திசையைக் கொண்டிராமல் பருமனை மாத்திரம் கொண்டுள்ள கணியங்கள் எண்ணிக் கணியங்கள் எனவும் அழைக்கப்படும். இதன்படி தூரம் ஓர் எண்ணிக் கணியமாகும். இடப்பெயர்ச்சி ஒரு காணிக் கணியமாகும்.

### 11.2 நேர்கோட்டு இயக்கம்

#### 11.2.1 கதியும் வேகமும்

ஒரு பொருள் தூரத்தைக் கடக்கும் வீதம் அப்பொருளின் கதி எனப்படும். நீங்கள் மோட்டர் வண்டியொன்றில் பயணஞ் செய்யும் போது அதன் கதிமானியை அவதானித்துக் கொண்டிருந்தால், வண்டியின் கதி கணக்கிற்றுக் கணம் மாறிக்கொண்டிருப்பதை உங்களால் காணக் கூடியதாக இருக்கும். கதிமானி காட்டுவது வண்டியின் கணநிலைக் கதியையே ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் கதிமானியின் காட்டியில் மாற்றமில்லாதிருப்பின் அக்கால இடை வெளியில் அவ்வண்டி சீரான கதியுடன் பயணஞ் செய்துள்ளது என எம்மால் கூறமுடியும். ஒரு பொருள் சீரான கதியுடன் இயங்கினால்



$$\therefore \text{பொருளின் கதி} = \frac{\text{பயணஞ் செய்த தூரம்}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

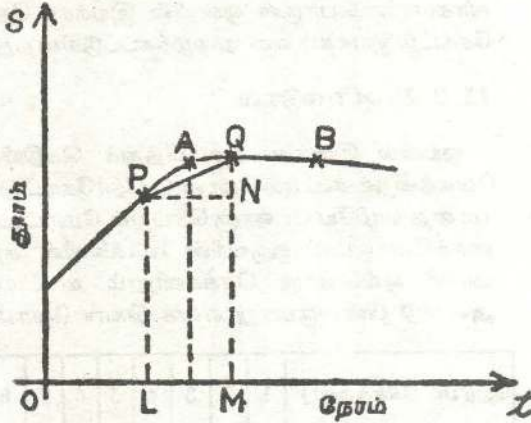
$$= \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

$$= \frac{BN}{AN}$$

= வரைபின் படித்திறன்

எனவே சீரான கதியுடன் இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் கதி தூர-நேர வரைபின் படித்திறனாகும்.

பொருளின் கதி சீரானதாக இல்லையாயின் தூர-நேர வரைபு நேர்கோடாக அமையாமல் வளைகோடாக அமையும் (படம் 11.3).



படம் 11.3

வரைபின் A எனும் புள்ளியினால் குறிக்கப்படும் ஒரு கணத்தில் பொருளின் கதியைத் துணிய வேண்டும் எனக் கொள்வோம். இதற்காக நாம் அக்கணத்தை உள்ளடக்கிய LM எனும் சிறிய நேர இடைவெளியைத் தெரிவு செய்து கொண்டு அக் குறிப்பிட்ட கால இடை வெளியில் பொருளின் கதி சீரானது எனவும் கொண்டு அக்கதியைத் துணியவோம்.

அக்கால இடைவெளியில்.

$$\text{பயணஞ் செய்த தூரம்} = QM - PL$$

$$= QN$$

$$\text{எடுத்த நேரம்} = OM - OL$$

$$= LM$$

$$= PN$$

$$\therefore \text{அக்கால இடை வெளியில் கதி} = \frac{\text{பயணஞ் செய்த தூரம்}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

$$= \frac{QN}{PN}$$

$$= PQ \text{ எனும் நேர்கோட்டின் படித்திறன்}$$

LM எனும் கால இடைவெளியைச் சிறிதாகக் கிக் கொண்டு போகும்போது வளைகோட்டில் உள்ள P, Q எனும் புள்ளிகள் A எனும் புள்ளியை அணுகி இறுதியில் A எனும் புள்ளியை அடைகின்றது. இந்நிலையில் PQ எனும் நேர்கோடு A எனும் புள்ளியில் வளைகோட்டிற்குத் தொடலியாக அமைகின்றது.

A எனும் புள்ளியினால் குறிக்கப்படும் கணத்தில் பொருளின் கதி = A எனும் புள்ளியில் வளைகோட்டின் தொடலியின் படித்திறன். எனவே சீரற்ற கதியுடன் இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் தூர-நேர வரைபில் உள்ள புள்ளியொன்றினால் குறிக்கப்படும் கணத்தில் அப்பொருளின் கதி அப்புள்ளியில் வளைகோட்டின் தொடலியின் படித்திறனுக்குச் சமனாகும்.

சராசரிக் கதி

பொதுவாக இயங்கும் பொருள் ஒன்று (உதாரணமாக மோட்டர் வண்டி) அது இயங்கும் முழுநேரத்திலும் ஒரே சீரான கதியுடன் இயங்குவதில்லை. அப்படியான சந்தர்ப்பத்தில் எங்களுக்கு அப்பொருளின் சராசரிக் கதியைத் துணிய முடியும்.

$$\text{சராசரிக் கதி} = \frac{\text{இயங்கிய மொத்தத் தூரம்}}{\text{எடுத்த மொத்த நேரம்}}$$

மோட்டர் வண்டியொன்று 3 மணித்தியாலத்தில் 180 km தூரம் பயணஞ் செய்யுமாயின் அதன் சராசரிக் கதியை இவ்வாறு துணியலாம்.

$$\text{இயங்கிய மொத்த தூரம்} = 180 \text{ km} = 180 \times 1000 \text{ m}$$

$$\text{எடுத்த நேரம்} = 3 \text{ மணி} = 3 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

∴ வண்டியின் சராசரிக் கதி

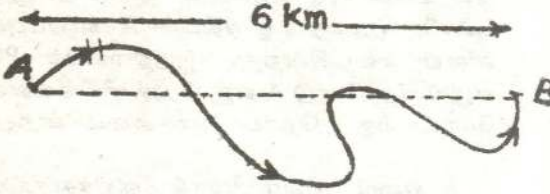
இயங்கிய மொத்தத் தூரம்

$$= \frac{\text{எடுத்த நேரம்}}{180000}$$

$$= \frac{3 \times 60 \times 60}{50}$$

$$= \frac{3}{3}$$

$$= 16.7 \text{ m/s (அண்ணளவாக)}$$



படம் 11.4

வேகம்

நீங்கள் A எனும் ஓரிடத்தில் ஆரம்பித்து மலை ஏறியும், பள்ளங்கள் இறங்கியும், வித்தியாசமான திசைகளிலும் சென்று இரண்டு மணித்தியாலங்களில் 8 கிலோ மீற்றர் தூரம் சென்று B எனும் வேறொர் இடத்தை அடைந்ததாகக் கொள்வோம் (படம் 11.4) அப்பாது உங்களின் சராசரிக் கதி

8km

$$= \frac{8 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 4 \text{ km/h ஆகும்.}$$

அப்பயணப் பாதையில் Aயிலிருந்து B வரை நேர்கோடொன்றை வரைந்து அதன் நீளத்தை அறிந்து கொண்டால் இடப்பெயர்ச்சியின் பருமன் அந்நேர் கோட்டின் திசையில் 6 km எனக்கொள்வோம். அவ்விடப்பெயர்ச்சியை அடைவதற்கு எடுத்த நேரம் 2 மணித்தியாலமாக இருப்பதால் இடப்பெயர்ச்சி அடையும் வீதம் AB எனும் நேர் கோட்டின் வழியே

$$= \frac{6 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 3 \text{ km/h ஆகும்.}$$

குறிப்பிட்ட திசையொன்றின் வழியே இடப்பெயர்ச்சியின் வீதம் வேகம் என அழைக்கப்படும்.

இடப்பெயர்ச்சி காலிக்கணியம் என்பதை நாம் அறிவோம். எனவே வேகமும் ஒரு காலிக்கணியமாகும். எனவே, வேகத்திற்கு பருமனுடன் திசையும் உண்டு. அதாவது,

இரண்டு வேகங்களின் பருமன் மாத்திரம் சமனாக இருந்தால் அவ்வேகங்கள் இரண்டும் ஒன்றிற்கு ஒன்று சமனானது என்று கூறமுடியாது. அவை ஒன்றிற்கு ஒன்று சமனாக வேண்டுமாயின் அவற்றின் பருமனும் திசையும் சமனாக இருத்தல் வேண்டும்.

குறிப்பிட்ட வேகமொன்றின் திசை மாறாது இருக்கப் பருமன் மாறினால் அவ்வேகம் மாறும். இதே போன்று பருமன் மாறாது இருக்க திசைமாறினாலும் அவ்வேகம் மாறும்

நேர்கோட்டு இயக்கம்

இங்கு நாம் கவனத்திற்கொள்வதை நேர்கோட்டின் வழியே நடைபெறும் இயக்கத்திற்கு மாத்திரம் எல்லைப்படுத்துவோம். அவ்வாகயான பொருள் ஒன்றின் இயக்கம் நேர்கோட்டுஇயக்கம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

11.2.2 ஆர்முடுகல்

ஓய்வில் இருந்து ஆரம்பித்துக் கெதியில் வேகத்தைக் கூட்டிக்கொண்டு நேர்கோட்டுப் பாதை வழியே பயணஞ் செய்யும் மோட்டர் சைக்கிள் ஓட்டி ஒருவரின் கைக்கிளின் கதி மானி ஒவ்வொரு செக்கனிலும் காட்டிய அளவீடு பின்வருமாறு எனக் கொள்வோம்.

நேரம் (செக்கன்)	1	2	3	4	5	6	7	8
வேகம் (கிலோமீற்றர் மணிக்கு)		10	15	20	25	30	35	40

மோட்டர் சைக்கிளின் வேகம் செக்கனுக்குச் செக்கன் 5km/h எனும் அளவில் கூடிச்செல்வதைக் காணக்கூடியதாக உள்ளது. அம்மோட்டர் வண்டியானது ஆர்முடுகலுடன் இயங்கியுள்ளது எனவும், அதன் ஆர்முடுகல் செக்கனுக்கு 5km/h ஆகும் எனவும் நாம் கூறலாம். வேகமாற்று வீதம் ஆர்முடுகல் என அழைக்கப்படும்.

வேகத்தில் உண்டாகும் மாற்றம் ஆர்முடுகல் =  $\frac{\text{எடுத்த நேரம்}}$



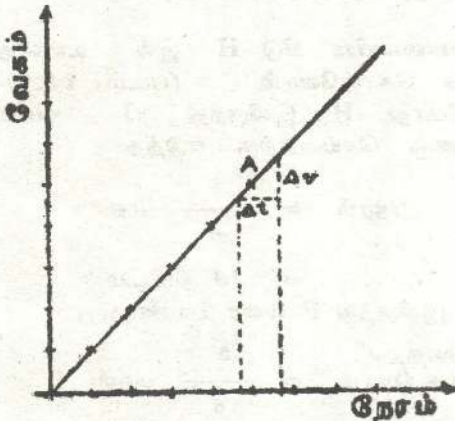
5 km/h எனும் வேகத்தைக் கீழ் வருமாறு ஒரு செக்கனிற்கு எவ்வளவு மீற்றர் என்பதாக மாற்றமுடியும்.

$$\begin{aligned} 5 \text{ km/h} &= 5 \times 1000 \text{ m/h} \\ &= \frac{5 \times 1000 \text{ m/s}}{60 \times 60} \\ &= 1.4 \text{ m/s (அண்ணளவாக)} \end{aligned}$$

எனவே செக்கனிற்கு 5km/h ஆர் முடுகலை, செக்கனிற்கு 1.4 m/s அல்லது 1.4 m/s<sup>2</sup> என நாம் எழுதுவோம்.

**நேர்கோட்டு இயக்கம் ஒன்றின் வேக - நேர வரைபு**

மேற்றிறிப்பிட்ட மோட்டர் சைக்கிள் ஒட்டியின் இயக்கத்திற்காக வேகம் - நேர வரைபு படம் 11.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.5

அவ்வரைபடத்தில் A எனும் புள்ளியினால் குறிக்கப்படும் ஒரு கணத்தில் மோட்டர் சைக்கிளின் ஆர்முடுகலைத் துணிவதற்காக அக்கணத்தை உள்ளடக்கிய Δt கால இடைவெளியைத் தெரிவு செய்து அக்கால இடைவெளியில் வேகத்தில் உண்டான மாற்றமான Δv யைத் துணியோம். அதன்படி,

$$\text{ஆர்முடுகல்} = \frac{\text{வேகத்தில் உண்டான மாற்றம் } \Delta v}{\text{எடுத்த நேரம் } \Delta t}$$

இங்கு Δt யை நாம் விரும்பியவாறு சிறிதா

கத் தெரிவுசெய்து கொள்ளலாம். Δt மிகச் சிறிதாகும்போது,

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = A \text{ எனும் புள்ளியில் வரைபின் படித்திறகும்.}$$

எனவே வேக-நேர வரைபில் A எனும் புள்ளியினால் குறிக்கப்படும் கணத்தில் மோட்டர் சைக்கிளின் ஆர்முடுகள் அப்புள்ளியில் வரைபின் படித்திறநிற்குச் சமனாகும்.

இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் ஆர்முடுகல் ஏதாவது ஒரு கால இடைவெளியில் மாறாமல் இருப்பின் அக்கால இடைவெளியில் பொருள் சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகின்றது எனக் கூறப்படும்.

பொருள் ஒன்றின் இயக்கத்தில் ஏதாவது ஒரு கணத்தில் அதன் ஆர்முடுகல் பொருளின் இயக்கத்திற்கான வேக-நேர வரைபில் அதற்கொத்த புள்ளியில் உள்ள படித்திறநிற்குச் சமனாகும் என நாம் கற்றுக் கொண்டோம். எனவே, ஏதாவது ஒரு கால இடைவெளியில் பொருள் சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்கினால் அக்குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் வேக-நேர வரைபின் படித்திறன் மாறாது இருக்கும். வளைகோட்டின் ஏதாவது ஒரு பகுதியின் படித்திறன் மாறாதிருப்பின் அப்பகுதி நேர்கோடாக இருக்கும்.

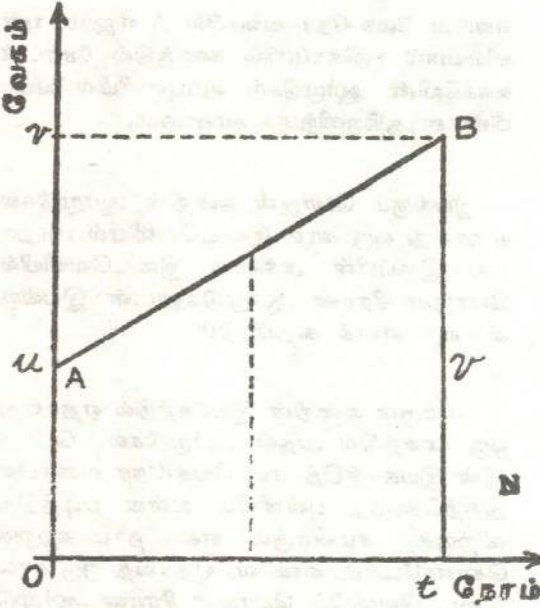
எனவே, இயங்கும் பொருள் ஒன்று ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்கினால் இயக்கத்தின் அப்பகுதிக்கான வேக-நேர வரைபு நேர்கோடாக அமையும்.

**சீரான ஆர்முடுகலுடன் நேர்கோட்டில் நடைபெறும் இயக்கம்**

u எனும் வேகத்துடன் இயங்க ஆரம்பித்த பொருள் ஒன்று a எனும் சீரான ஆர்முடுகலுடன் t நேரத்திற்கு இயங்கி v எனும் வேகத்தை அடைந்தது எனக் கொள்வோம். அவ்வியக்கத்திற்கான வேக-நேர வரைபு படம் 11.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அவ்வரை கோடானது ஒரு நேர்கோடாக அமைந்துள்ளதால் இயக்கத்தின் சராசரி

வேகம்  $v = \frac{u + v}{2}$



படம் 11.6

1 நேரத்தில் உண்டான இடப்பெயர்ச்சி - ஆயின் சராசரிக் கதி என்பது

$v = \frac{s}{t}$  என எழுதப்படலாம்

$\frac{s}{t} = \frac{u + v}{2}$

$s = \frac{u + v}{2} t$

யினினும்  $\frac{u + v}{2} t =$  இணைகரம்

OABN இன் பரப்பளவு  
 $\therefore s =$  இணைகரம் OABN இன் பரப்பளவு

ஃ இடப்பெயர்ச்சி = வேக-நேர வரைபினாலும் நேர அச்சினாலும் அடைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பளவு.

**உதாரணைகள்**

1. கிழக்கு மேற்காக அமைந்துள்ள பாதையின் அருகே வசிக்கும் ஒரு பிள்ளை வீட்டில் இருந்து வெளியேறி 6 km/h எனும் சீரான கதியுடன் கிழக்குத் திசையாக 2 km நடந்து சென்றுபாதையின் J எனும் சந்தியை அடைகின்றான். உடனடியாக சந்தியில் இருந்து திரும்பி அதே கதியுடன் 5kmமேற்குத் திசையை நோக்கிப் பயணஞ் செய்து F எனும் இடத்தில் வசிக்கும் தனது தண்பனின் வீட்டை அடைகின்றான். பிள்ளையின் இயக்கத்திற்கான தூர-நேர வரைபையும், இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபையும் வரைக.

பிள்ளையின் வீடு H இல் உள்ளது எனக் கொள்வோம் (படம் 11.7). அப்போது H இலிருந்து J வரை பயணஞ் செய்வதற்கு எடுத்த

நேரம் =  $\frac{2}{6}$  மணி

= 20 நிமிடம்

J இலிருந்து F வரை பயணஞ்

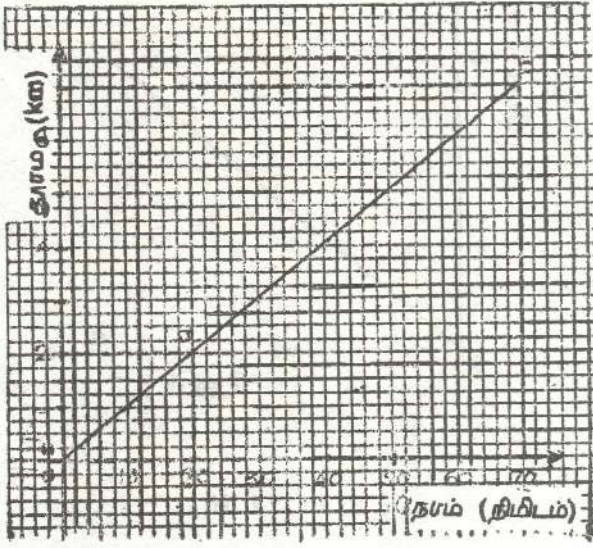
செய்வதற்கு. எடுத்த நேரம் =  $\frac{5}{6}$  மணி

= 50 நிமிடம்

அப்போது தூர-நேர வரைபு படம் 11.8

(அ) இல் காட்டப்பட்டவாறு அமையும். பிள்ளையின் இடப்பெயர்ச்சி கிழக்குத் திசையில் நேரானது எனக் கொண்டால் இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபு படம் 11.8 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டவாறு அமையும். பிள்ளை பயணஞ் செய்த தூரத்திற்கும், பிள்ளையின் இடப்பெயர்ச்சிக்கும் உள்ள வித்தியாசம் இவ்வதாரணத்தின் மூலம் தெளிவாகின்றது.

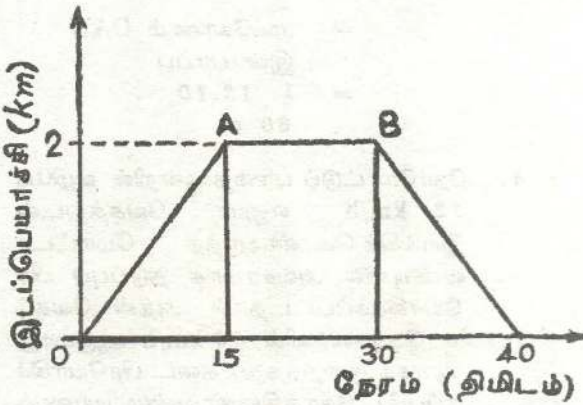




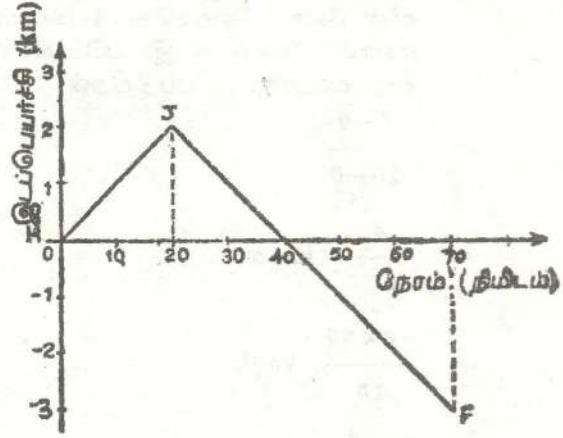
படம் 11.8

தூர — நேர வரைபு (அ)

2. நேர்கோட்டுப் பாதை ஒன்றின் அருகில் உள்ள வீட்டில் வசிக்கும் அமலன் தனது வீட்டிலிருந்து வெளியேறிப் பாதை வழியே நடந்து அதே பாதையின் அருகே உள்ள வீட்டொன்றில் வசிக்கும் குமரனைச் சந்தித்து விட்டுத் திரும்பினான். அவனது தூர-நேர வரைபு படம் 11.9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.9



படம் 11.8 (ஆ)

இடப்பெயர்ச்சி நேரவரைபு

- (அ) குமரனின் வீடு அமலனின் வீட்டிலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளது ?
- (ஆ) குமரனின் வீட்டிற்குச் செல்லும் போது அமலனின் வேகம் என்ன?
- (இ) குமரனின் வீட்டில் அமலன் எவ்வளவு நேரம் தங்கியிருந்தான் ?
- (ஈ) அமலன் பயணஞ் செய்த மொத்தத் தூரம் எவ்வளவு ?
- (உ) பயண முடிவில் அமலனின் இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு ?

வினாக்கம்

- (அ) அமலன் குமரனின் வீட்டை நோக்கிச் சென்ற பயணத்தை வரைபின் OA எனும் பகுதி காட்டுகிறது. அமலனின் வீட்டை அடைந்த நிலையை வரைபின் A எனும் புள்ளி காட்டுகிறது. அப்புள்ளியில் y-ஆள்கூறு ? ஆக இருப்பதனால் அமலனின் வீட்டிலிருந்து குமரனின் வீட்டிற்கு உள்ள தூரம் 2 km ஆகும்.

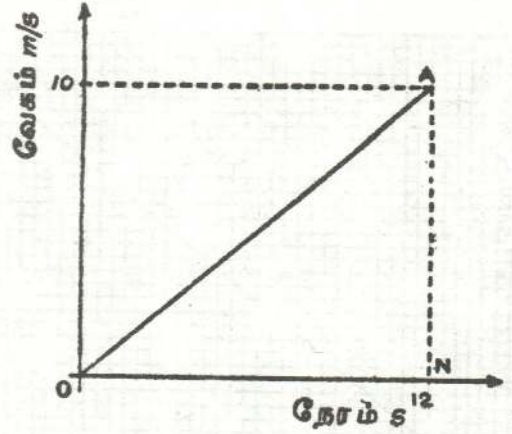
(ஆ) வரைபின் OA எனும் பகுதி நேர்கோடாக இருப்பதால் அமலனின் வேகம் சீரானதெனக் கொள்ளலாம். வேகம் = இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபின் படித்திறன்

$$= \frac{2-0}{15-0}$$

$$= \frac{2}{15} \text{ km/min}$$

$$= \frac{2 \times 60}{15} \text{ km/h}$$

$$= 8 \text{ km/h}$$



படம் 11.10

(இ) வரைபின் AB எனும் பகுதியில் அமலனின் இடப்பெயர்ச்சியில் மாற்றம் ஏதும் ஏற்படவில்லை. எனவே, அப்பகுதியால் அவன் குமரனின் வீட்டில் தங்கியிருந்த நேரம் குறிக்கப்படுகிறது.

அந்த நேரம் (30-15) நிமிடம் = 15 நிமிடம் என நேர அச்சை அவதானிப்பதன் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

(ஈ) குமரனின் வீட்டிற்குச் செல்லப் பயணஞ் செய்த தூரம் = 2 km. திரும்பி வரும்போது பயணஞ் செய்த தூரம் = 2 km. அமலன் பயணஞ் செய்த மொத்தத் தூரம் = 4 km.

(உ) பயண முடிவில் அமலன் அவனது ஆரம்ப தானத்திற்குத் திரும்பி வந்துள்ளதால் அவனது இடப்பெயர்ச்சி பூச்சியம் ஆகும்.

மோட்டர் சைக்கிள் ஒன்று ஓய்விலிருந்து பயணத்தை ஆரம்பித்து நேர் கோட்டுப் பாதையொன்றின் வழியே சீரான ஆர்முடுகலுடன் 12 செக்கன்கள் இயங்கி 10 m/s எனும் வேகத்தை அடைகிறது. இக்கால இடைவெளியில் ஆர்முடுகலையும் வண்டி பயணஞ் செய்த மொத்தத் தூரத்தையும் கணிக்க.

மோட்டர் சைக்கிளின் இயக்கத்திற்கான வேக-நேர வரைபு படம் 11.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆர்முடுகல் — வேக-நேர வரைபின் படித்திறன்

$$= \frac{10-0}{12-0}$$

$$= .833 \text{ m/s}^2$$

பயணஞ் செய்த தூரம் = வேக - நேர வரைபினாலும் X அச்சினாலும் அடைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பளவு

$$= \text{முக்கோணம் OAN}$$

$$\text{இன் பரப்பு}$$

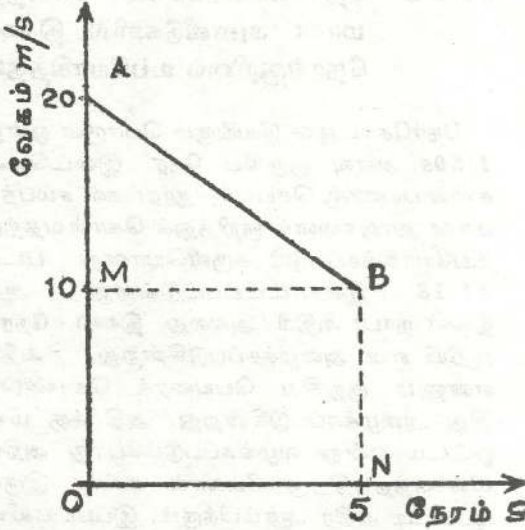
$$= \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 10$$

$$= 60 \text{ m}$$

4. நேர்கோட்டுப் பாதை ஒன்றின் வழியே 72 km/h எனும் வேகத்துடன் இயங்கிக் கொண்டிருந்த மோட்டர் வண்டியில் அவசரமாக தடுப்புப் பிரயோகிக்கப்பட்டதால் அதன் வேகம் 5 செக்கன்களில் 36 km/h ஆகுமாறு சீராகக் குறைந்தது. தடை பிரயோகிக்கப்பட்ட நேரத்தினுள் வண்டி பயணஞ் செய்த தூரத்தையும், வண்டியின் ஆர்முடுகலையும் காண்க.

$$\begin{aligned}
 72\text{km/h} &= 72 \times 1000\text{m/h} \\
 &= \frac{72 \times 1000}{60 \times 60} \\
 &= 20\text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 36\text{km/h} &= \frac{36 \times 1000}{60 \times 60} \\
 &= 10\text{m/s}
 \end{aligned}$$



படம் 11.11

இயக்கத்திற்கான வேக-நேர வரைபு படம் 11.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(i) ஆர்முடுகல் = வேக-நேர வரைபின் படித்திறன்

$$\begin{aligned}
 &= \frac{10-20}{5} \\
 &= -2\text{ m/s}
 \end{aligned}$$

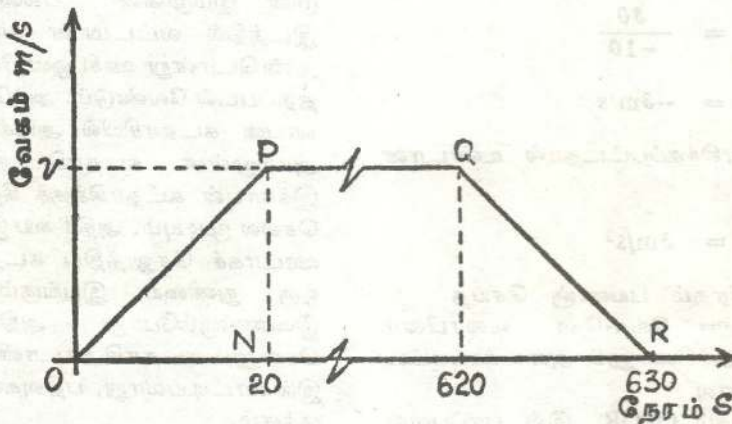
இங்கு ஆர்முடுகல் எதிர் (மறை) பெறுமானம் உடையதாகக் காணப்படுகின்றது. இதிலிருந்து வேகம் படிப்படியாகக் குறைந்துள்ளதை அறியமுடிகின்றது. எதிர் பெறுமானமுடைய ஆர்முடுகல் அமர்முடுகல் என அழைக்கப்படுகின்றது.

இதன்படி வண்டியின் ஆர்முடுகல் =  $-2\text{m/s}^2$   
அல்லது வண்டியின் அமர்முடுகல் =  $2\text{m/s}^2$   
(ii) வண்டி பயணஞ் செய்த தூரம் = -வேக

நேர வரைபினாலும்  
x அச்சினாலும் அடைக்கப்பட்ட பரப்பளவு  
= சரிவகம் ABNO  
இன் பரப்பளவு

$$\begin{aligned}
 &= \frac{20+10}{2} \times 5 \\
 &= 75\text{ m}
 \end{aligned}$$

5. A என்னும் புகையிரத நிலையத்தில் நிறுத்தப்பட்டிருந்த புகையிரதம் பயணத்தை ஆரம்பித்து  $1.5\text{ m/s}^2$  எனும் சீரான ஆர்முடுகலுடன் 20 செக்கன்கள் இயங்கி ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தை அடைகின்றது. பின் அதே மாறா வேகத்துடன் 10 நிமிடங்கள் பயணஞ் செய்தபின் தடையைப் பிரயோகித்துச் சீராக வேகத்தைக் குறைப்பதன் மூலம் மேலும் 10 செக்கன்களில் B எனும் புகையிரத நிலையத்தை அடைந்து ஓய்வடைகின்றது.



படம் 11.12

- I புகையிரதம் அடைந்த உயர் வேகம்,  
 II தடையைப் பிரயோகித்தபோது உண்டான ஆர்முடுகல்,  
 III A எனும் புகையிரத நிலையத்திலிருந்து B எனும் புகையிரத நிலையத்திற்குள்ள தூரம் என்பவற்றைக் காண்க

$$\begin{aligned} & \frac{(OR+PQ)}{2} \times NP \\ & = \frac{630+600}{2} \times 30 \\ & = 18450m \end{aligned}$$

இயக்கத்திற்கான வேகநேர வரைபு படம் 11.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சீரான ஆர்முடுகலுடனான இயக்கம் வரைபின் OP யினும் பகுதியினாலும், மாறாத வேகத்துடனான இயக்கம் வரைபின் PQ பகுதியாலும், சீரான அமர் முடுகலுடனான இயக்கம் QR எனும் பகுதியினாலும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

- I புகையிரதம் அடைந்த உயர் வேகம் v -ஆர்முடுகல் = OP யினும் கோட்டின் -படித்திறன்.

$$\begin{aligned} 1.5 &= \frac{V-0}{20-0} \\ 1.5 &= \frac{V}{20} \\ V &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- ஃ புகையிரதம் அடைந்த உயர் வேகம் = 30m/s

- II. தடை பிரயோகிக்கப்பட்டபோது இயக்கத்தின் ஆர்முடுகல் = QR எனும் கோட்டின் படித்திறன்

$$\begin{aligned} &= \frac{30-0}{620-630} \\ &= \frac{30}{-10} \\ &= -3\text{m/s} \end{aligned}$$

தடை பிரயோகிக்கப்பட்டதால் உண்டான அமர்முடுகல்

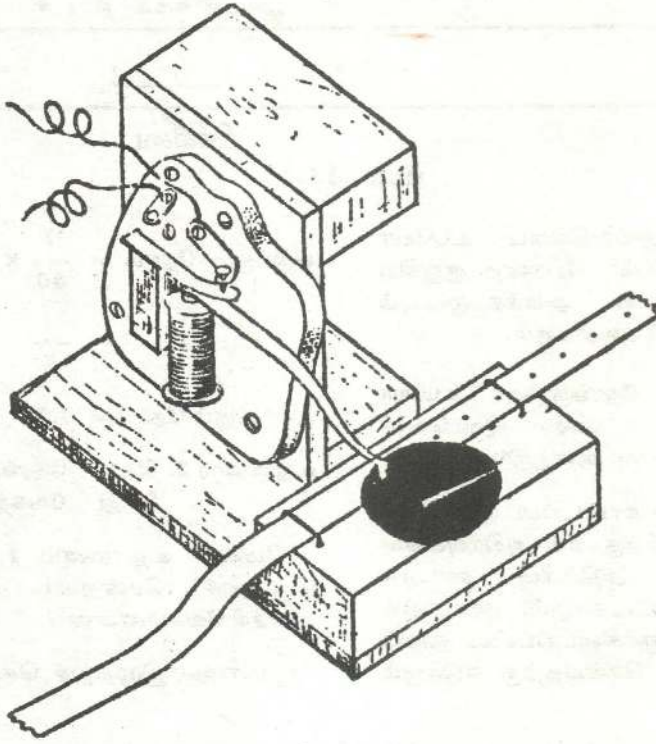
$$= 3\text{m/s}^2$$

- III. புகையிரதம் பயணஞ் செய்த தூரம் = வேக-நேர வரைபினாலும் x அச்சினாலும் அடைக்கப்பட்ட பரப்பளவு = சரிவகம் OPQR இன் பரப்பளவு

- ஃ புகையிரத நிலையம் A யிலிருந்து புகையிரத நிலையம் B இற்கு உள்ள தூரம் = 18.450 km

### 11.2.3 நேர்கோட்டியக்கம் சம்பந்தமான அளவீடுகளில் திக்கர் நேரங்குறியை உபயோகித்தல்

நேர்கோட்டில் இயங்கும் பொருள் ஒன்று 1/50s அளவு குறுகிய நேர இடைவெளிகளில் பயணஞ் செய்யும் தூரங்கள் சம்பந்தமான தரவுகளைக் குறித்துக் கொள்வதற்கு உபயோகிக்கப்படும் கருவியொன்று படம் 11.13 இல்காட்டப்பட்டுள்ளது. அது திக்கர் நாடா அதிரி அல்லது திக்கர் நேரங்குறியி என அழைக்கப்படுகின்றது. அதிரி என்னும் குறுகிய பெயரைக் கொண்டும் இது அழைக்கப்படுகின்றது. அதிரிக்கு மின் ஓட்டம் ஒன்று வழங்கப்படும்போது அதில் மின்காந்தத்திற்கு மேலால் உள்ள இரும்புப்பட்டி அதிர ஆரம்பிக்கும். இப்பட்டியின் சுயாதீன நுனியில் ஓர் உலோக அரைக்கோளம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கோளத்தின் மத்தியில் மெல்லிய முனையொன்று உள்ளது. இரும்புப்பட்டி அதிரும்போது அம்முனை பலகைத்துண்டில் அடிக்கக் கூடியதாக இருக்கும். அதிரி இயங்க ஆரம்பிக்குமுன் இம்முனை பலகையில் அடிக்கும் இடத்தில் வட்டமான காபன் கடதாசித் துண்டொன்று ஊசி ஒன்றின் மூலம் பொருத்தப்படல் வேண்டும். அப்போது அம்முனை காபன் கடதாசியில் அடிக்கும். 1.5 cm அகலமுள்ள கடதாசி நாடாவொன்றை இக்காபன் கடதாசிக்குக் கீழால் இழுத்துச் செல்ல முடியும். அதிரியை இயக்கி அதிரியின் ஊடாகச் செலுத்திய கடதாசி நாடாவின ஒரு நுனியை இயங்கும் பொருளுடன் இணைக்கும்போது அதிரியின் ஊடாகச் செல்லும் கடதாசி நாடாவில், படம் 11.14 இல் காட்டியவாறு, பதிவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 11.13

பதிவுகள் குறிக்கப்படுமாறு இழுத்துக் கொண்டு செல்லப்படும் கடதாசி நாடாவா எனது திக்கர் நாடா எனப்படும். திக்கர் நாடாவில் அடுத்துள்ள இரு பதிவுகளுக்கு இடையேயான தூரம் திஃகிடை எனப்படும். ஒரு பதிவு குறிக்கப்பட்ட நேரத்திற்கும், அடுத்த பதிவு குறிக்கப்படுகின்ற நேரத்திற்கும் இடைப்பட்ட நேரம் திக் எனப்படும். சிலவேளைகளில் இந்நேரம் அதிர்வுகாலம் யெனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. திக் நேரத்தில் திக்கர் நாடா பயணஞ் செய்யும் தூரம் ஒருதிக்கிடை ஆகும். தரப்பட்டுள்ள அதிரியின் செப்பஞ் செய்கையை மாற்றாவிட்டால் அதிர்வுக்காலம் அல்லது திக்கின் அளவு மாறாமல் இருக்கும். அதிரி ஒரு செக்கனிற்கு 50 முறை அதிர்ந்தால் ஒரு செக்கனில் உள்ள திக்குகளின் எண்ணிக்கை 50 ஆகும். ஆகவே, ஒரு திக்கானது ஒரு செக்கனின்  $1/50$  ஆகும். நீங்கள் பயன்படுத்தும் அதிரி 50 ஹெர்ஸ் மின் முதலில் இயங்குவதாயின் அதன் அதிர்வுகாலம்  $1/50$  என எடுத்துக் கொள்ள முடியும். எனினும்,

அது மின்சுற்றினால் இயங்கும் ஒன்றாயின் அதை உபயோகிக்கு முன் அதன் அதிர்வுகாலம் பரிசோதனை மூலம் துணியப்படல் வேண்டும். அதைப் பின்வருமாறு துணிந்து கொள்ளலாம்.

அதிரியின் காபன் தாளிற்குக் கீழால் திக்கர் நாடாவொன்றைச் செலுத்தி அதன் ஒரு நுனியைக் கையால் பிடித்துக் கொள்ளுங்கள். மேற்படி அதிரியின் மின்சுற்றைப் பூரணப்படுத்தி அதை இயங்க விடுங்கள். நாடாவின் நுனியை இழுத்துக் கொண்டு நேர்கோட்டின் வளியே நடக்க ஆரம்பியுங்கள். அக்கணத்திலேயே நிறுத்தற் கடிக்காரம் ஒன்றையும் இயங்க விடுங்கள். 10 செக்கன்களின் பின் நாடாவை இழுப்பதை நிறுத்தி அக்கால இடைவெளியில் நாடாவில் பதிந்துள்ள பதிவுகளைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளுங்கள். 10 செக்கன்களில் 500 பதிவுகள் பதியப்பட்டிருப்பின் ஒரு செக்கனில் பதியப்படும் அதிர்வுகள் =  $\frac{500}{10} = 50$ . எனவே, காலம்  $1/50$  செக்கன் அல்லது 0.02



படம் 11.14

செக்கன் ஆகும். இவ்வதிரியை உபயோகித்து 0.02 செக்கன் போன்ற குறுகிய நேர இடைவெளிகளை அளக்க முடியும் என்பது உங்களுக்குப் புலனாகும்.

$$\begin{aligned} \text{எடுக்கும் நேரம்} &= \frac{1}{50} \times 10\text{s} \\ &= \frac{1}{5} \end{aligned}$$

உதாரணம் 1. திக்கர் நேரங்குறியை உபயோகித்துக் கால இடைவெளியொன்றை அளத்தல்

$$\therefore \text{எடுக்கும் நேரம்} = 0.2\text{s}$$

படம் 11.15 இல் காட்டப்பட்டுள்ள திக்கர் நாடா செக்கனிற்கு 50 அதிர்வுகளை உண்டாக்கக்கூடிய அதிரியின் ஊடாக இழுத்துச் செல்லப்பட்டதாகும். நாடாவில் AK எனும் திக்குகளுக்கிடைப்பட்ட தூரம் அதிரியின் ஊடாகச் செல்வதற்கு எடுக்கும் நேரம் என்ன?

உதாரணம் 2. திக்கர் நேரங்குறியை உபயோகித்து வேகத்தை அளத்தல்

மேலே உதாரணம் 1 இல் நாடாவை இழுத்துச் சென்றவர் பயணஞ் செய்த சராசரி வேகம் என்ன?

நாடாவின் திக்குகள் A யிற்கும் K யிற்கும் இடையில் 10 திக்குகள் உண்டு.

$$\begin{aligned} \text{நாடாவை இழுத்துச் சென்ற தூரம்} &= AK \\ &= \frac{1}{5} \text{ s} \\ \text{தற்கு எடுத்த நேரம்} &= 0.2 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\therefore 1 \text{ திக்கு} = \frac{1}{50} \text{ s}$$

$$\text{வேகம்} = \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}}$$

இழுநாடாவை ஒரு திக்கிடையின் ஊடாக இழுப்பதற்கு

$$AK = 8.5\text{cm} \text{ எனக் கொள்வோம்}$$

$$\text{எடுக்கும் நேரம்} = \frac{1}{50} \text{ s}$$

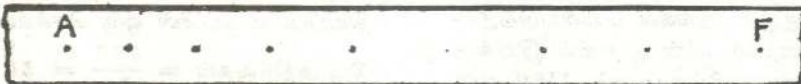
$$\text{எனவே வேகம்} = \frac{8.5}{0.2}$$

நாடாவை 10 திக்கிடைகளுக்கு ஊடாக இழுப்பதற்கு

$$\begin{aligned} &= 42.5\text{cm/s} \\ &= 0.425\text{m/s} \end{aligned}$$

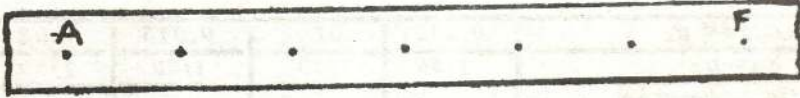


படம் 11.15

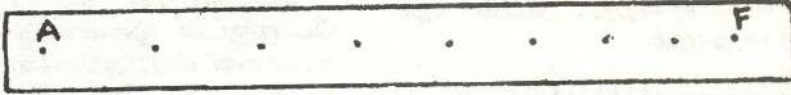


படம் 11.16





படம் 11.17



படம் 11.18

திக்கர் நேரங்குறியை உபயோகித்து ஆர்முடுகலை அல்லது அமர்முடுகலைத் துணிதல்

அதிரியின் ஊடாகச் செலுத்தப்பட்ட திக்கர் நாடாவின் ஒரு நுனியை ஒரு பொருளுடன் இணைத்து, அப்பொருளை நேர் கோடொன்றின் வழியே இயங்க விடும் போது நாடாவில் பதியப்படும் திக்குகளை அவதானிப்பதன் மூலம் இயக்கம் எத்தகையது என்பதை ஒரே முறையில் அனுமானித்து விடமுடியும். படம் 11.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ள திக்கர் நாடாவை அவதானியுங்கள். அதில் A முதல் F வரையுள்ள அடுத்தடுத்த திக்கிடைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டு போகிறது. இதிலிருந்து பொருள் ஆர்முடுகலுடன் இயங்கியுள்ளது என்பது தெளிவாகின்றது. படம் 11.17 இல் காட்டப்பட்டுள்ள திக்கர் நாடாவில் A முதல் F வரையுள்ள அடுத்தடுத்த திக்கிடைகளுக்கிடையே உள்ள தூரங்கள் சமமாக இருக்கின்றது. எனவே, பொருள் மாறா வேகத்துடன் இயங்கியுள்ளது என்பது தெளிவாகின்றது. படம் 11.18 இல் உள்ள திக்கர்

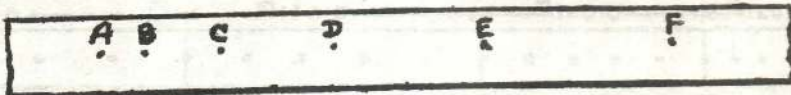
நாடாவின் A முதல் F வரையுள்ள அடுத்தடுத்துள்ள திக்கிடைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. இதிலிருந்து பொருள் அமர்முடுகலுடன் இயங்கியுள்ளது என்பது தெளிவாகின்றது.

இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் ஆர்முடுகலைக் கணித்தல்

அதிர்வுகாலம்  $1/50$  s ஐக் கொண்ட அதிரியின் ஊடாக இழுத்துச் செல்லப்பட்ட திக்கர் நாடாவினால் பதியப்பட்ட புள்ளிகளின் தொகுதியொன்றைப் படம் 11.10 காட்டுகிறது. நாடா இணைக்கப்பட்டிருந்த பொருளின் ஆர்முடுகலைக் கணிக்க. முதலில் திக்கிடைகளை அளந்து பார்ப்போம்.

AB = 0.5 cm = 0.005 m எனவும்  
 BC = 1.0 cm = 0.01 m எனவும்  
 CD = 1.5 cm = 0.015 m எனவும்  
 DE = 2.0 cm = 0.02 m எனவும்  
 EF = 2.5 cm = 0.025 m எனவும்  
 எடுத்துக் கொள்வோம்.

இந்த வாசிப்புகளை உபயோகித்துப் பின் வருமாறு அட்டவணையொன்றைத் தயாரித்துக்கொள்ளலாம்.

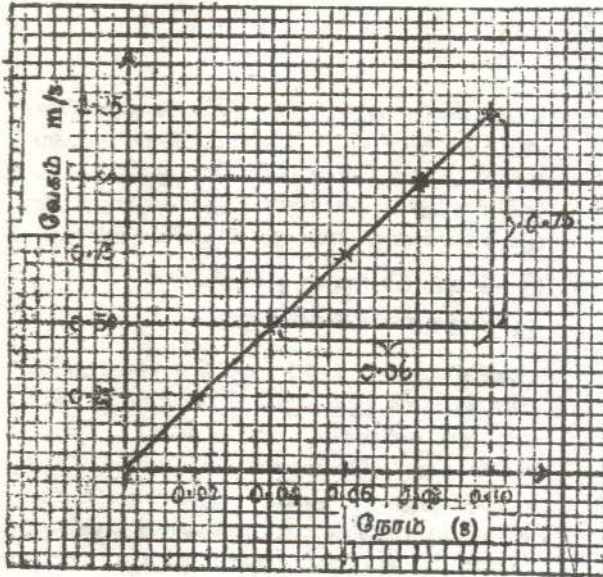


படம் 11.19

இடப்பெயர்ச்சி m	0.005	.01	0.015	0.02	.025
அதிர்வு காலம் s	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
வேகம் = $\frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{எடுத்தநேரம்}}$	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25
நேரம் s	.02	0.04	0.06	0.08	0.1

அட்டவணை 11.1

இதன்படி அவ்வியக்கத்திற்கான வேக-நேர வரைபு படம் 11.20 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது நேர்கோட்டு வரைபடமாகக் காணப்படுகின்றது. எனவே ஆர்முடுகல் சீரானதாகும்.



படம் 11.20

$$\begin{aligned} \text{வரைபின் படித்திறன்} &= \frac{1.25 - 0.5}{0.1 - 0.04} \\ &= \frac{0.75}{0.06} \\ &= 12.5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

திக் நாடாவினால் இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபைப் பெறுவல்

நேர்கோட்டின் வழியே அசைந்த ஒரு பொருளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்த திக் நாடாவின் மீது, அதிரியினால் பதிவு செய்யப்பட்ட திக் பதிவுகள் 11.21 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதிரியின் மீட்டிங் செக்கனுக்கு 50 அதிர்வுகளாயின் ஒரு திக் பதிவு = 1/50 செ.

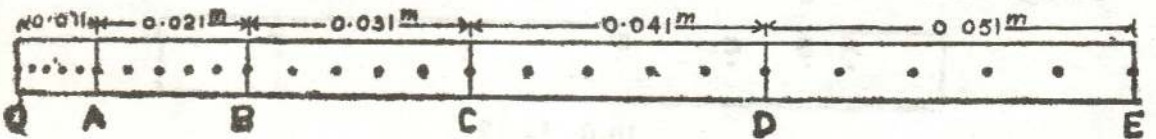
O விலிருந்து A வரை 5 திக் இடைவெளிகள் இடப்பெயர்ச்சியடைவதற்குச்

$$\text{செலவான நேரம்} = \frac{5}{50} \times s = \frac{1}{10} s \text{ ஆகும்}$$

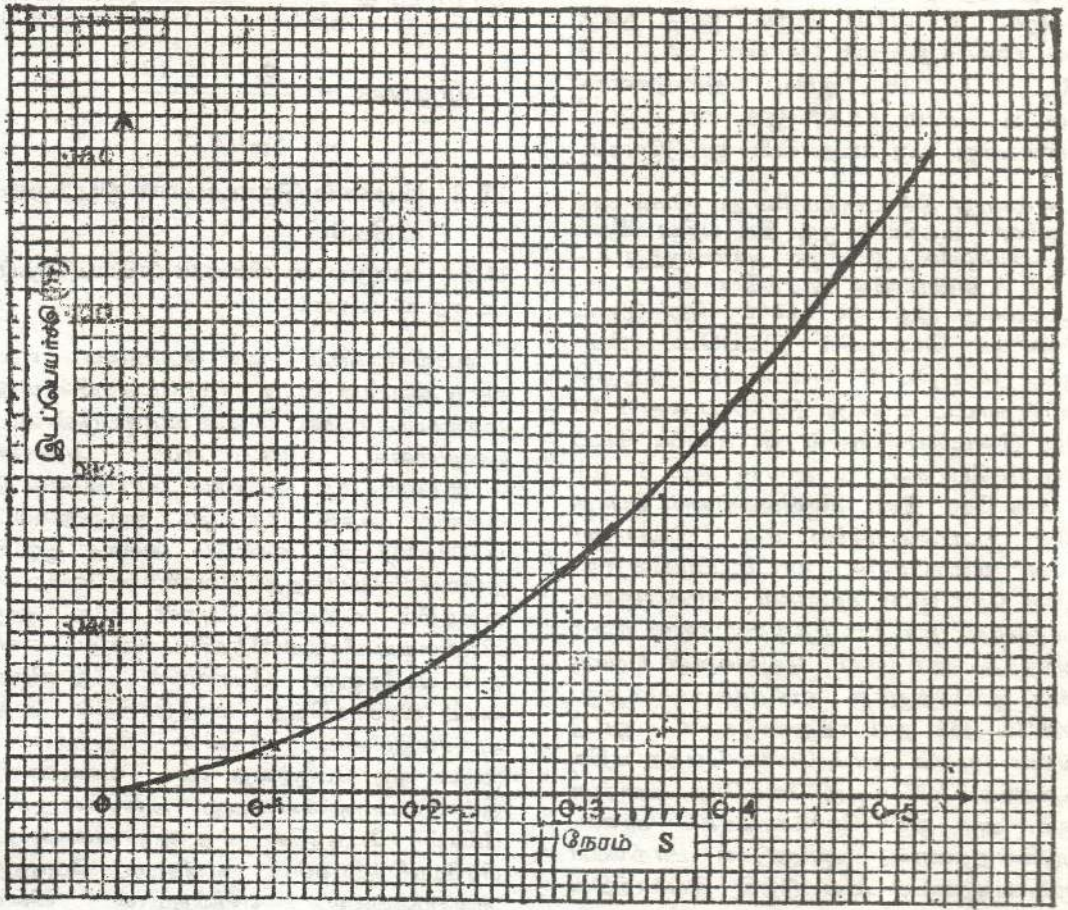
Aயிலிருந்து B வரை 5 திக் இடைவெளிகள் இடப்பெயர்ச்சியடைவதற்குச் செலவான நேரம் 1/10 ஆகும். அவ்வாறே BC CD DE ஆகிய ஒவ்வொரு இடப்பெயர்ச்சிக்கும் செலவாகிய நேரம் 1/10s ஆகும். இதற்கேற்ப நேரத்தையும் இடப்பெயர்ச்சியையும் அட்டவணை 11.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அட்டவணைப்படுத்துவோம்.

நேரம் (s)	இடப்பெயர்ச்சி (m)
1/10	OA=0.011
2/10	OB=0.032
3/10	OC=0.063
4/10	OD=0.104
5/10	OF=0.55

அட்டவணை 11.2



படம் 11.21



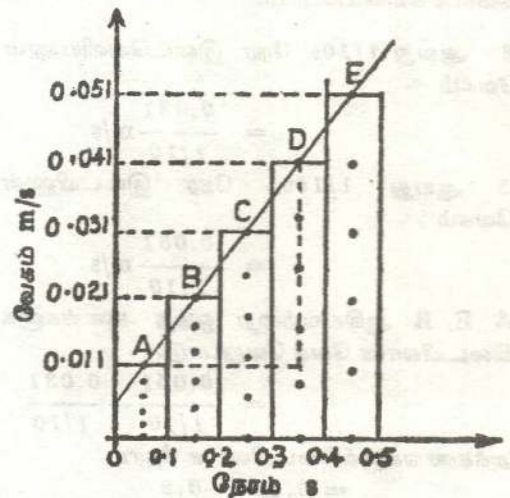
படம் 11.22

இப்போது நேரத்தை  $x$  அச்ச வழியேயும் இடப்பெயர்ச்சியை  $y$  அச்சின் வழியேயும் பதிவு செய்வோம். இதன் மூலம் கிடைக்கும் வரைபு (படம் 11.22) பொருளின் இயக்கநடொடர்பான இடப்பெயர்ச்சி-நேர வரைபாகும்.

திக் நாடாவினின் மூலம் வேக-நேர வரைபைப் பெறல்

இடப்பெயர்ச்சி-நேர வரைபை வரைவ தற்காக, மேலே பயன்படுத்தப்பட்ட திக் நாடாவையே பயன்படுத்தி, வேக-நேர வரைபைப் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய விதத்தை இப்போது கவனிப்போம்.

0.011 0.021 0.031 0.041 0.051



படம் 11.23

இங்கு ஒரு திக்கு =  $1/50s$  ஆகையால் திக்குகள் =  $1/10s$  ஆகும். இந்த திக்கு நாடாவை 5 திக் ஐக் கொண்ட OA, AB, BC, CD, DE ஆகிய துண்டுகளாக வெட்டி, படம் 11.23 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு கடதாசியில் ஒட்டுவோம்.

எல்லாத் திக் பகுதிகளினதும் மேல் அந்தத்தின் மத்தியில் ஒரு திக் பதிவு வீதம் காணப்படுகின்றது. நேர அச்சிலிருந்து திக் பதிவு A வரையுள்ள தூரத்தினால் காட்டப்படுவது முதலாம்  $1/10s$  நேர இடைவெளியின் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியாகும். திக் பதிவு B வரையிலான தூரத்தினால் காட்டப்படுவது இரண்டாவது  $1/10$  நேர இடைவெளியினுள் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியாகும். 3 ஆம் 4 ஆம் 5 ஆம்  $1/10s$  நேர இடைவெளிகளுள்ளும் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியானது இவ்வாறாகவே வரைபினால் காட்டப்படுகின்றது. இந்த நேர இடைவெளிகள் சமனானவையாதலால் திக் நாடாத்துண்டுகளின் நீளம் அந்தந்த நேர இடை வெளிகளுள் பொருளின் இயக்கத்துக்கு விகிதசமனாகின்றது. எனவே திக் நாடாத்துண்டுகளை ஒட்டுவதன் மூலம் நாம் மேலே பெற்ற பதிவு உண்மையிலேயே ஒரு வேக நேர வரைபாகும். அது ஒரு நேர்கோடாகக் காணப்படுகின்றதனால், ஆர்முடுகல் மாறிலியாகும். வரைபைப் பயன்படுத்தி இயக்கத்தின் ஆர்முடுகலைப் பின்வருமாறு கணிக்கலாம். வரைபின் மீது உள்ள B, E ஆகிய புள்ளிகளைக் கவனிப்போம்.

2 ஆவது  $1/10s$  நேர இடைவெளியினுள் வேகம்

$$= \frac{0.021}{1/10} \text{ m/s}$$

5 ஆவது  $1/10s$  நேர இடையினுள் வேகம்

$$= \frac{0.051}{1/10} \text{ m/s}$$

ஃ E, B ஆகியவற்றை ஒத்த கணங்களுக்கிடையிலான வேக வேறுபாடு.

$$= \frac{0.051}{1/10} - \frac{0.021}{1/10}$$

அக்கணங்களுக்கிடையிலான நேரம்.

$$= 0.5s - 0.2$$

$$= 0.3s$$

ஆர்முடுகல் =  $\frac{\text{வேகத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றம்}}{\text{அதற்காகச் செலவாகிய நேரம்}}$

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = \frac{0.03 \times 10}{0.3}$$

$$= 1 \text{ m/s}^2$$

### 11.3 இயக்கம் தொடர்பான நியூற்றன் விதிகள்

#### 11.3.1 சமனறவான விசைகள் (சமப்படுத்தப்படாத விசைகள்)

ஓய்விலிருக்கும் ஒரு பொருளை எவ்வாறு அசையச் செய்யலாம்? மேசையின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ள கண்ணாடியுருண்டை ஒன்றினைக் கவனிப்போம். அதனை மேசையின் மீது அசையச் செய்யவேண்டுமெனின் அதன் மீது ஒரு தள்ளுதலைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும், அல்லது இழுத்தலைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும். வேறொர் விதத்தில் கூறினால் அதன் மீது ஒரு விசையைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும். எனினும் யாதேனும் பொருளின் மீது விசையைப் பிரயோகித்த மாத்திரத்தில் அது அசைவதில்லை, விதியில் நிறுத்தப்பட்டுள்ள ஒரு பேருந்தை (வச வண்டியை) தள்ளிப் பாருங்கள். அது அசைக்கின்றதா? நீங்கள் பேருந்தின் மீது ஒரு விசையைப் பிரயோகித்தீர்கள். எனினும், பேருந்து அசையவில்லை. எவ்விதமான விசை அவசியமாகின்றது? நூலில் கட்டித் தொங்க விடப்பட்டுள்ள ஒரு புத்தகத்தைக் கருதுவோம். அப்புத்தகத்தின் மீது தொழிற்படும் விசைகளையாவை? புத்தகத்தின் நிறை கீழ் நோக்கித் தொழிற்பட்டவாறு புத்தகத்தைக் கீழ் நோக்கி இழுக்க முயற்சிக்கின்றது. அதேவேளை புத்தகத்தைத் தாங்கியிருக்கும் நூல் மேல் நோக்கிய விசையொன்றினைப் பிரயோகிக்கின்றது. இந்த இரண்டு விசைகளின் தொழிற்பாட்டின் கீழ் புத்தகம் அசையாது இருக்கின்றது. புத்தகத்தின் நிறை புத்தகத்தைக் கீழ் நோக்கி இழுக்க முயற்சி செய்த போதிலும் நூலினால் மேல் நோக்கிய விசை பிரயோகிக்கப்படுகின்றமையால், அம்முயற்சி பயனற்றுப் போகின்றது. அதாவது நூலினால் மேல் நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசையின் விளைவு புத்தகத்தினது நிறையின் விளைவுக்கு ஈடாகின்றது. இவ்வாறாக

யாதேனு மொரு விசையின் விளைவு வேறொரு விசையின் விளைவுக்கு ஈடாகின்ற தாயினும் அந்த விசைகள் சமநிலைப்படுத்தப்பட்ட விசைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. சமநிலைப்படுத்தப்பட்ட விசைகளினால், ஓய்விலுள்ள பொருளை அசைக்க முடியாது என்பது மேலே குறிப்பிட்ட உதாரணத்தின் மூலம் தெளிவாகின்றது. புத்தகத்தைத் தாங்கியிருக்கும் நூலைத் துண்டித்துவிடின் யாது நிகழும் புத்தகம் கீழ் நோக்கி விழும். நூலைத் துண்டித்ததும் கத்தின் மீது ஒரு தனிவிசையே தொழிற்படுகின்றது. அதாவது, பொருளின் நிறை மாத்திரமே தொழிற்படுகின்றது. இந்த விசையின் விளைவு, மற்றொரு விசையின் விளைவினால் ஈடு செய்யப்படுவதில்லை. இவ்வாறான விசை சமனறவான (சமநிலைப்படுத்தப்படாத) விசை என அழைக்கப்படுகின்றது. ஓய்விலிருக்கும் பொருளின் மீது சமனறவான விசையொன்றினைப் பிரயோகிப்பதன் மூலமே அதனை அசைக்க முடியும் என்பது இதிவிருந்து தெளிவாகின்றது.

சுமையேற்றப்பட்ட மாட்டு வண்டி ஒன்றை ஓர் எருது சீரான வேகத்தில் இழுத்துச் செல்கின்ற சந்தர்ப்பமொன்றைக் கருதுங்கள். அந்த வண்டியைப் பின் புறத்திலிருந்து

தள்ளுவதன் மூலம் அதன் வேகத்தை அதிகரிக்க முடியும். பின்னோக்கி இழுப்பதன் மூலம் அதன் வேகத்தைக் குறைக்க முடியும். வண்டியின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து அதன் குறுக்குத்தடியின் மீது ஒரு "தள்ளுதலை" அல்லது "இழுத்தலை" பிரயோகிப்பதன் மூலம் வண்டியின் இயக்கத்திசையை மாற்ற முடியும். இவ்வெல்லாச் சந்தர்ப்பங்களின்போதும் சமனறவான விசைகளையே நாம் வண்டியின் மீது பிரயோகிக்கின்றோம்.

இவ்வாறாகச் சமனறவான விசையைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் ஓய்விலுள்ள பொருளை அசைக்கவும், சீரான வேகத்தில் அசையும் பொருளின் இயக்கத்தை மாற்றவும் முடியும் என்பது தெளிவாகின்றது.

### 11.3.2 நியூற்றன் விதிகள்

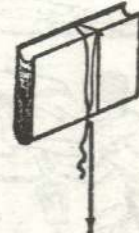
#### முதலாவது நியூற்றன் விதி

'கரம்' ஆட்டப்பலகையின் மீது காணப்படும் வட்டத் தட்டின் மீது விரல் நகத்தினால் ஒரு தள்ளலைப் பிரயோகித்ததும் அது நேர்கோட்டின் வழியே சிறிது தூரம் சென்று ஓய்வடைகின்றது. ஆட்டப் பலகையின் மீது முகப் பூசல் மாவில் சொற்ப

நூல் பிரயோகிக்கும் விசை



புத்தகத்தின் நிறை



புத்தகத்தின் நிறை (இப்போது அது சமன் செய்யப்படாத விசையாகும்)

அளவை இட்டு அழுத்தமாக்கியதன்பின்னர் முன்னர் போன்று வட்டத்தட்டை மீண்டும் தள்ளினால் அது முன்னரை விடக் கூடுதலான தூரம் பயணஞ் செய்கின்றது. மா தடவ முன்னர் வட்டத்தட்டு சிறிளினி தூரம் சென்று ஓய்வடைந்ததற்கான காரணம், அதன் இயக்கத்திற்குத் தடையாக அமைந்த யாதேனுமொரு விசையின் தொழிற்பாடாகும். மா தடவப்பட்ட பின்னர் அந்த விசை குறைவடைந்தமையினாலேயே வட்டத்தட்டு கூடுதலான தூரம் பயணஞ் செய்தது. இவ்விசையை முற்றாகவே அகற்ற முடியுமாயின் வட்டத்தட்டு நேர்கோட்டுப்பாதையில் சீரான வேகத்தில் ஓய்வடையாது தொடர்ந்து பயணஞ் செய்துகொண்டேயிருக்கும் என நாம் எதிர்பார்க்க முடியும்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட உதாரணங்களின் மூலம் இரண்டு விடயங்கள் தெளிவாகின்றன.

- (i) ஓய்விலுள்ள பொருளை அசையச் செய்வதற்கும்,
- (ii) சீரான வேகத்தில் நேர்கோட்டின் வழியே அசையும் பொருளின் இயக்கத்தை மாற்றுவதற்கும்,

சமனறவான விசையொன்றைப் பிரயோகிக்கித்தல் வேண்டும் என்பனவே அவையாகும்.

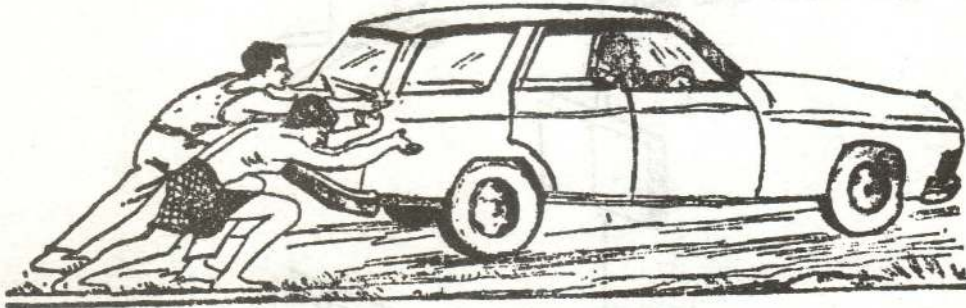
சேர் ஐசெக் நியூற்றன் (1742) இந்த இரண்டு விடயங்களையும் ஒரு விதியாகச் சமர்ப்பித்தார்.

யாதேனுமொரு பொருளின் மீது சமனறவான விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படாது விடின் அப்பொருள் ஓய்வில் இருக்கும் அல்லது சீரான வேகத்தில் நேர் கோட்டின் வழியே அசைந்தபடி இருக்கும்.

### இரண்டாவது நியூற்றன் விதி

விசையென்பது யாதேனும் பொருளின் ஓய்வு அமைவை அல்லது அது நேர் கோட்டின் வழியே சீரான வேகத்தில் அசைவதை மாற்றக் கூடியதொன்றாகும் என்பதை முதலாம் நியூற்றன் விதி மூலம் அறிந்து கொண்டோம். எனினும், விசையின் காரணமாக இயக்கம் மாற்றப்படும் விதம் அந்த விதியின் மூலம் குறிப்பிடப்படுவதில்லை.

மோட்டர் வண்டியை அல்லது பேருந்தியைத் தள்ளும் சந்தர்ப்பங்களை நாம் அனைவரும் கண்டுள்ளோம். தட்டையானபாதையில் மோட்டர் வண்டியென்றி



னைப் பொதுவாக இருவரால், மிகச் சிரமத்துடன் தள்ளிச் செல்ல முடியும். நான்கு பேரினால் அதனை இலகுவாகவும் கூடிய பலகத்துடனும் தள்ளிச் செல்ல முடியும். மோட்டர் வண்டியை விட கூடிய பேருந்தியொன்றை அவ்வாறான பாதையின் வழியே மெதுவாகத் தள்ளிச் செல்வதற்குக்கூட நான்கு பேர்களால் இயலாமற் போகலாம். இதற்காக குறைந்த பட்சம் ஏழு அல்லது எட்டுப் பேராவது சேர்ந்து தள்ளுதல் வேண்டும். இதன் மூலம் எமக்கு இரண்டு விடயங்கள் தெளிவாகின்றன.

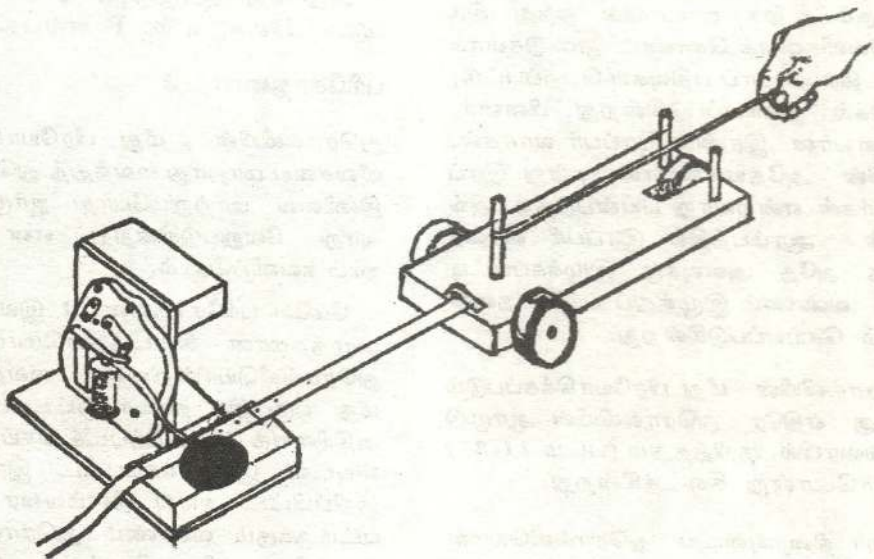
- (I) பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை அதிகரிக்கும்போது அப்பொருள் கூடுதலான வேகத்துடன் அசைகின்றது என்பதும்,
- (II) பொருளின் திணிவு அதிகரிக்கப்படின் அப்பொருளை அசைப்பதற்காகக் கூடுதலான விசை பிரயோகிக்கப்படல் வேண்டும் என்பதுமே அவையாகும்.

இவ்விடயங்களைப் பற்றி விரிவாகக் கற்றுக்கொள்ள வேண்டுமெனின் ஒரு பொருளின் மீது விசையைப் பிரயோகித்து, அதில் ஏற்படும் இயக்கத்தை நாம் கற்றறிதல் வேண்டும். இலகுவாக அசையக்கூடிய ஒரு

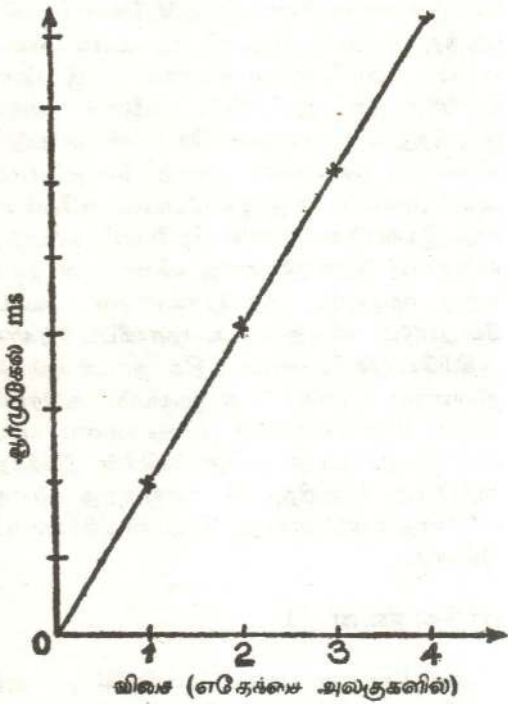
பொருளாக துரொல்லி ஒன்றினைப் பயன்படுத்த முடியும். குறிப்பிட்ட அளவு விசையைப் பிரயோகிப்பதற்காக, இரப்பர் வாரினை ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் வரை இழுத்ததும் அதனால் பிரயோகிக்கப்படும் விசை ஒரு அலகு விசை என நாம் கருதினால் அதே அளவுவரை இழுக்கப்பட்ட அதேபோன்ற இரண்டு வார்களில் பிரயோகிக்கப்படும் விசையை இரண்டு அலகு விசை என நாம் கருத முடியும். திரொல்லியின் வேகம் வேறுபடும் விதத்தை அவதானிப்பதற்காக அதிரியொன்றினையும் திக் நாடாவொன்றினையும் பயன்படுத்த முடியும். துரொல்லியின் மீது வெவ்வேறு விசைகளைப் பிரயோகிக்கும்போது துரொல்லியின் இயக்கத்தைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கு ஏற்ற பரிசோதனையொன்று கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

### பரிசோதனை 1

அழுத்தமான பலகையொன்றின் ஓர் அந்தத்தில் அதிரியொன்றினை இணைத்து அதனுடாக ஒரு திக் நாடா செலுத்தப்படுகின்றது. (படம் 11.26). இரப்பர் வாரி இணைக்கப்பட்ட துரொல்லியொன்றினை அழுத்தமான கிடைத்தளத்தின் மீது வைத்து திக் நாடாவின் ஓர் அந்தம் துரொல்லியின் மீது ஒட்டப்படுகின்றது. அதிரியைத்



படம் 11.26

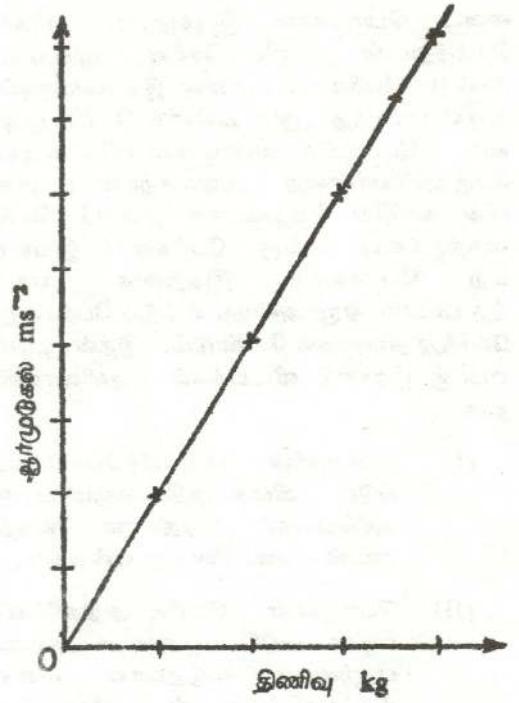


படம் 11.27

தொழிற்படச் செய்து இரப்பர் வார் குறிப்பிட்ட அளவு நீளத்துக்கு (துரொல்லியின் நீளத்துக்கு) இழுக்கப்பட்டிருக்கும் வண்ணம் துரொல்லி கிடைத்தளத்தின் வழியே இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. அதன்மூலம் கிடைக்கும் திக் நாடாவை ஐந்து திக் இடைவெளிகளைக் கொண்ட துண்டுகளாக வெட்டி திக் நாடாப் பதிவுகள் பெறப்பட்டு, ஆர்முடுகல் துணியப்படுகின்றது. பின்னர், அதேயளவான இரண்டு இரப்பர் வார்கள், அதன்பின் அதேயளவிலான மூன்று இரப்பர் வார்கள் என்றவாறு பயன்படுத்த, அவ்வார்கள் ஆரம்பத்தில் இரப்பர் வாரை இழுத்த அதே அளவுக்கு இழுக்கப்பட்டிருக்கும் வண்ணம் இழுத்துப் பரிசோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகின்றது.

துரொல்லியின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசைக்கு எதிரே துரொல்லியின் ஆர்முடுகலை வரைபில் குறித்ததும் (படம் 11.27) நேர்கோடொன்று கிடைக்கின்றது.

மாறா நிறையுடைய துரொல்லியொன்றின் மீது சமனறவான விசையொன்றி



படம் 11.28

ணைப் பிரயோகிப்பதால் ஏற்படும் ஆர்முடுகலானது பிரயோகிக்கப்படும் விசைக்கு நேர்விகிதசமனானது என்பது இப்பெறுபெறுகளிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

அதாவது ஆர்முடுகல்  $\alpha$  பிரயோகிக்கப்படும் விசை,  $a \propto F$  என்பதாகும்.

## பரிசோதனை 2

துரொல்லியின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசையை மாறாது வைத்துத் துரொல்லியின் திணிவை மாற்றும்போது ஆர்முடுகல் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றது என இப்போது நாம் கவனிப்போம்.

மேலே பரிசோதனை 1 இல் போன்றே அழுத்தமான கிடைத்தளமொன்றின் மீது துரொல்லியொன்றினை வைத்து அதன் மீது ஒரு திக் நாடா ஒட்டப்படுகின்றது. அதிரியைத் தொழிற்படச் செய்து துரொல்லியுடன் இணைக்கப்பட்ட இரப்பர் வார் குறிப்பிட்ட அளவு நீளம்வரை இழுக்கப்பட்டிருக்கும் வண்ணம் துரொல்லி கிடைத்தளத்தின் மீது இழுத்துச் செல்லப்படு



கின்றது. துரொல்லியின் திணிவை இரட்டிப்பதற்காக, எல்லா வகையிலும் முதலாவது துரொல்லியினை ஒத்த இரண்டாது துரொல்லியை அதன் மீது வைத்து முன்னர் போன்றே இரப்பர் வார் அதே அளவுக்கு இழுக்கப்பட்டிருக்கும் வண்ணம் துரொல்லி பலகையின் மீது இழுக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறாக மூன்று துரொல்லிகளையும் பின்னர் நான்கு துரொல்லிகளையும் பயன்படுத்தி மீண்டும் பரிசோதனை நடத்தப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்தினதும் ஆர்முடுகல்களை அறிந்து கொள்ள முடியும். பின்னர் திணிவுக்கு எதிரே ஆர்முடுகலை வரைபாக்கியதும் (படம் 11.28) ஒரு நேர்கோடு கிடைக்கின்றது.

இப்பேறுகளின்படி துரொல்லியின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை மாறாதிருக்கையில் துரொல்லியின் ஆர்முடுகல் திணிவுக்கு எதிர் விகிதசமானது என்பது தெரிகின்றது.

$$\text{அதாவது ஆர்முடுகல், } a \propto \frac{F}{m}$$

இவ்வாறே  $a \propto F$  என்பது பரிசோதனை 1 இன் மூலம் அறியப்பட்டது. இவ்விரண்டையும் ஒன்றாகச் சேர்த்துப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$a \propto \frac{F}{m}$$

$$\text{அல்லது } \frac{F}{m} \propto a$$

$$\frac{F}{m} = ka$$

$$F = kma$$

இது இரண்டாம் நியூற்றன் விதியாகும். ஒரு பொருளின் திணிவினதும் ஆர்முடுகலினதும் பெருக்கம், அப்பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் சமனறவான விசைக்கு நேர்விகிதசமானது என்று கருதப்படுகின்றது. ஆர்முடுகலின் திசை விசையின் திசையேயாகும்.

## விசையை அளக்கும் அலகு

சர்வதேச அலகு முறையில் விசையை அளக்கும் அலகு நியூற்றன் ஆகும். நியூற்றன் என்பது ஒரு கிலோகிராம் திணிவின்மீது தொழிற்படும்போது செக்கனுக்கு செக்கன் ஒரு மீற்றர் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசையாகும்.

இந்த வரைவிலக்கணத்துக்கு ஏற்ப  $m = 1 \text{ kg}$  ஆயும்  $a = 1 \text{ ms}^{-2}$  ஆயும் இருப்பின்  $F = IN$  ஆகும். இவற்றை மேற்படி சமன்பாட்டில் பிரதியீடு செய்வதால்,

$$1 = k \times 1 \times 1$$

அதாவது,  $k = 1$

எனவே  $F$  நியூற்றன்களிலும்  $a$  செக்கனுக்கு செக்கன் மீற்றர்களிலும்  $m$  கிலோகிராம்களிலும் அளக்கப்பட்டின்  $k = 1$  ஆகின்றது.

$$\text{அவ்வாறெனின் } F = ma \text{ ஆகும்.}$$

## உதாரணம்

20kg திணிவுடைய மாட்டு வண்டியொன்றில்  $3 \text{ ms}^{-2}$  ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தவதற்கு, எருதினால் வண்டியின் மீது பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய சமனறவான விசையைக் கணிக்க.

$$F = ma$$

$$\text{இங்கு, } m = 200 \text{ kg, } a = 3 \text{ ms}^{-2}$$

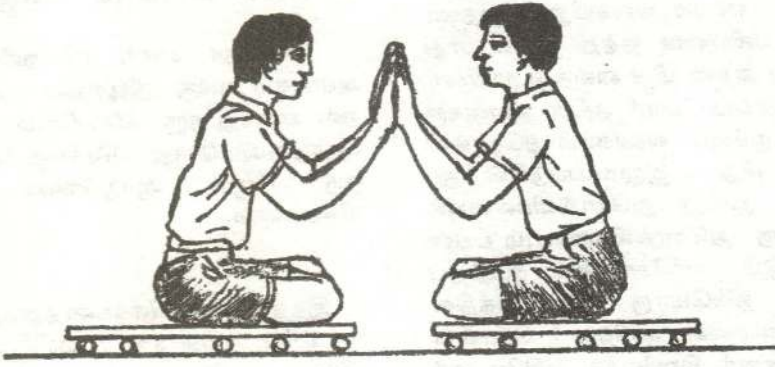
ஆகையால்,

$$F = 200 \times 3$$

$$= 600 \text{ N}$$

சுயாதீனமாக விழும் ஒரு பொருள்  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  ஆர்முடுகலுடன் விழுகின்றது எனக் கொள்வோம். இந்த ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை ஈர்ப்பு விசையாகும்.

100 g (=0.1kg) திணிவின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் ஈர்ப்பு விசையை  $F$  எனக் கொள்வோம். இப்போது அப்பொருளிற்கு  $F = ma$  எனும் சமன்பாட்டைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம்.



### படம் 11.29 மூன்றாவது நியூற்றன் விதியைச் செய்து பார்த்தல்

$$\begin{aligned}
 F &= 0.1 - 9.8 \\
 &= 0.98 \text{ N} \\
 &= 1 \text{ N (அண்ணளவாக)}
 \end{aligned}$$

அவ்வாறெனின் நீங்கள் 100 g திணிவுடைய ஒரு பொருளை உங்கள் கையிலெடுத்ததும் உங்கள் கையால் உணரப்படும் நிறை அண்ணளவாக ஒரு நியூற்றன் ஆகும்.

### மூன்றாவது நியூற்றன் விதி

பொருள்கள் இயக்கம் தொடர்பாக நியூற்றன் சமர்ப்பித்த மூன்றாவது விதி இரண்டு பொருள்களுக்கிடையிலான இடைத்தாக்கம் பற்றியதாகும்.

பாடசாலையில் அல்லது வீட்டில் பின்வரும் பரிசோதனையைச் செய்வதன் மூலம் இவ்விதி பற்றிய விளக்கத்தை பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

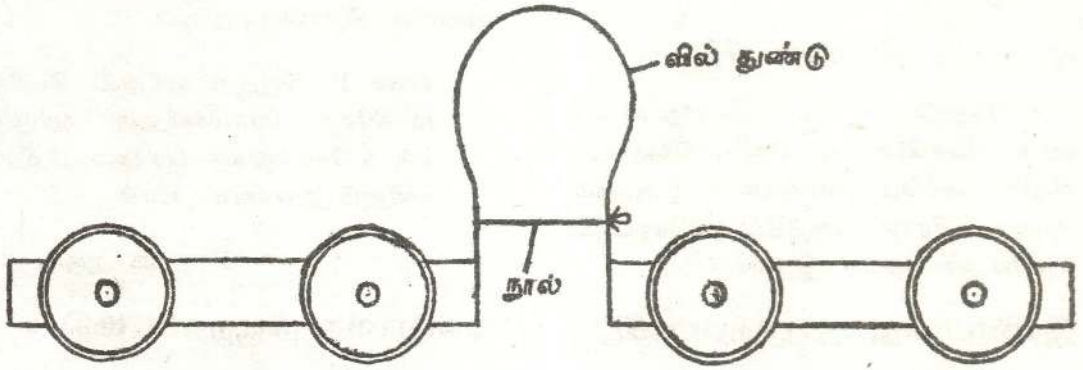
### பரிசோதனை 3

படம் 11.29 இல் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு கண்ணாடி உருண்டைகள் சிலவற்றின் மீது இரண்டு பல்கைத் துண்டுகளை வைப்புகள். அவற்றுள் ஒரு பலகையின் மீது உங்கள் நண்பனை அமரச் செய்யுங்கள். மற்றைய பலகையில் நீங்கள் அமர்ந்து கொள்ளுங்கள். இருவரதும் உள்ளங்கைகள் ஒன்றையொன்று நோக்கியவாறு வைத்து

முதலில் நீங்கள் நண்பனைத் தள்ளுங்கள். பின்னர் உங்கள் நண்பன் உங்களைத் தள்ளச் செய்யுங்கள். நீங்கள் உங்கள் நண்பனைத் தள்ளும்போதும், அல்லது உங்கள் நண்பன் உங்களைத் தள்ளும்போதும் வேறு பாடெதுவுமின்றி இருவரும் எதிர்த்திசைகளில் தள்ளப்படுவீர்கள்.

### பரிசோதனை 4

எல்லா வகையிலும் சமனான இரண்டு துரொல்லிகளைப் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். வளைக்கப்பட்ட வில் நாடா ஒன்றினை ஒரு துரொல்லியுடன் இணையுங்கள். பின்னர் வில் நாடாவின் இரு அந்தங்களையும் அருகருகே கொணர்ந்து நூலினால் கட்டுங்கள். பின்னர் துரொல்லியுடன் இணைக்கப்பட்ட வில் நாடாவின் மற்றைய அந்தத்துடன் இறுக்கமாகத் தொடுகையுற்றிருக்கும் வண்ணம் இரண்டாவது துரொல்லியை முதலாம் துரொல்லிக்கு அருகில் கொண்டு செல்லுங்கள் (படம் 11.30). பின்னர் நூலை எரித்து விடுங்கள். நூல் எரிந்ததும் துரொல்லிகளிரண்டும் எதிர்த்திசைகளில் பயணஞ் செய்யும் தூரத்தை அவதானித்துப் பார்ப்பின் அத்தூரங்கள் ஏறத்தாழ ஒன்றுக்கொன்று சமனானவை என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள்.

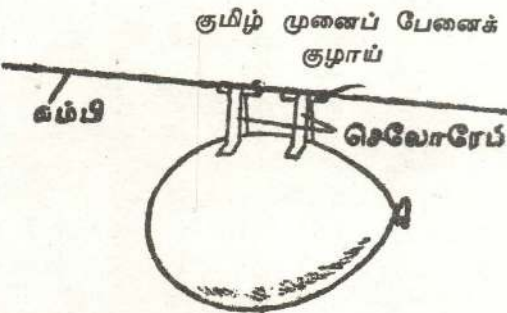


தாக்கமும் எதிர்த்தாக்கமும் சமனானதாயும் எதிர்த் திசையிலானதாயும் இருக்கும் படம் 11.30

### பரிசோதனை 5

வளி நிரப்பப்பட்ட பலூன் ஒன்றினை குண்டுமுனைப் பேனாக்குழாய் செலோடேப் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் படம் 11.31 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு மெல்லிய கடைக் கம்பியொன்றில் தொங்கவிடுங்கள். பின்னர் பலூனிலிருந்து வளி வெளியேறும் வண்ணம் அதன் வாயைக் கட்டியுள்ள நூலை மெதுவாக நெகிழ்த்துங்கள். பலூன் வாயில் இருந்து வளி வெளியேறும்போது வளி வெளியேறும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் பலூன் பயணஞ் செய்வதைக் காண்பீர்கள்

மேலே நாம் நடத்திய ஒவ்வொரு பரிசோதனையிலும் இரண்டு பொருள்கள் காணப்பட்டன. (பரிசோதனை 3 இல் பயன்படுத்தப்பட்ட இரண்டு பொருள்களும் யாவை என உங்களால் கூறமுடியுமா ?)



படம் 11.31

ஆரம்பத்தில் ஓய்வுநிலையில் காணப்பட்ட பொருள்களிரண்டும் அவற்றுக்கிடையே ஏற்பட்ட அன்னியோன்னியத் தாக்கம் காரணமாக அசைந்தன. சமனறவான விசையின் மூலமே யாதேனுமொரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை மாற்ற முடியும் என்பதை நாம் அறிவோம். எனவே, மேலே நாம் குறிப்பிட்ட அன்னியோன்னியத் தாக்கம் ஒரு விசையாயிருத்தல் வேண்டும். அவ்விசையின் மூலம் பொருள்களும் எதிர்த் திசைகளில் அசைந்தன. அவை, பயணஞ் செய்த தூரங்களும் அண்ணளவாக சமனாகவே காணப்பட்டன. எனவே, ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை மற்றைய பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசைக்குச் சமனானதும் எதிரானதுமாயிருக்கும் என நாம் கருதமுடியும். ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசையானது தாக்கம் எனவும் மற்றைய பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை மறுதாக்கம் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றது. தாக்கம் ஒரு பொருளின் மீதும் மற்றைய பொருளின் மீதும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன.

இரண்டு பொருள்களுக்கிடையான இடைத்தாக்கம் பற்றிய இக்கருத்தை எல்லாத் தாக்கங்களுக்கும் அதற்குச் சமனானதும் எதிர்த்திசையிலானதுமான மறுதாக்கம் உண்டு என நியூற்றன் வெளியிட்டார். இக்கூற்று மூன்றாவது நியூற்றன் விதியாகும்.

## பொழிப்பு

### முதலாவது நியூற்றன் விதி

யாதேனுமொரு பொருளின்மீது சமனற வான விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படா விடின், அப்பொருள் ஓய்வில் இருக்கும். அல்லது, சீரான வேகத்தில் நேர்கோட்டின் வழியே அசைந்தபடி இருக்கும்.

### இரண்டாவது நியூற்றன் விதி

ஒரு பொருளின் திணிவினதும் ஆர்முடு கலினதும் பெருக்கம், அப்பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் சமனறவான விசைக்கு

நேர் விகிதசமனானது. ஆர்முடுகலின் திசை விசையின் திசையேயாகும்.

விசை  $F$  நியூற்றன்களிலும், திணிவு  $m$  கிலோ கிராம்களிலும் ஆர்முடு கல்  $a$  செக்கனுக்கு செக்கன் மீற்றர் களிலும் அளக்கப்பட்டால்

$$F = ma \text{ ஆகும்.}$$

### மூன்றாவது நியூற்றன் விதி

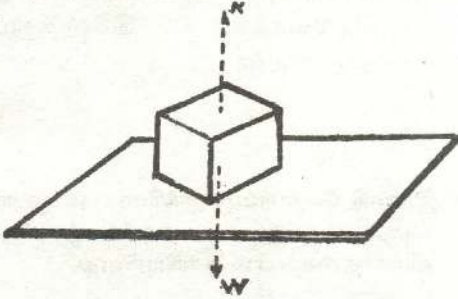
எல்லாத் தாக்கங்களுக்கும் அதற்குச் சமனானதும் எதிர்த்திசையிலானதுமான மறுதாக்கம் உண்டு.

# அத்தியாயம் 12

## உராய்வு

### 12.1 இயக்கத்திற்கு எதிரான விசை

கரடுமுடான நிலத்தில் பந்து ன்றைம் உருள்ச் செய்தால், அது சிறிது தூரஔு சென்ற பின் நின்றுவிடுவதை நாம் அறிவோம். அவ்வாறு அது நின்றுவிடுவதற்குக் காரணம், இயக்கத்திற்கு எதிரான விசையொன்று அதன்மீது பிரயோகிக்கப்படுவதாகும் என்பதை நியூற்றனின் முதலாம் விதியைக் கொண்டு நாம் கூறலாம். அவ்விசையானது, பந்து தொடுகையுற்றுள்ள நிலத்தினால், பந்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. தொடுகையுற்றிருக்கும் இரு பொருள்களில் ஒன்று (பந்து) மற்றொன்றின் (நிலம்) மீது அசையும் போது அசையும் பொருளின் இயக்கத்தைத் தடுப்பதற்குரிய விசையொன்று மற்றைய பொருளினால் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது என்பதை நாம் விளங்கிக்கொள்ளலாம்.



படம் 12.1

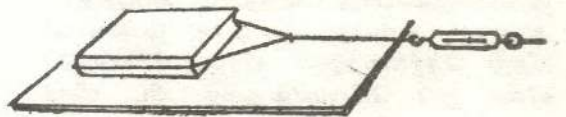
மேசை ஒன்றின்மீது வைக்கப்பட்டுள்ள பெட்டியொன்று படம் 12.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீது அசைவின்றி இருக்கும் போது அதன் மீது இரண்டு விசைகள் பிரகிக்கப்படுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று, பெட்டியின் நிறை W ஆகும். மற்றையது, மேசையின் தளத்தினால் பெட்டியின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் மறுதாக்கம் R ஆகும். நியூற்றனின் மூன்றாவது விதிப்படி, இவை சமனாகவும் எதிராகவும் இருப்பதால் இவ்விரு விசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று சமநிலையில் அமையும். இதனாலேயே பெட்டி அசைவின்றி இருக்கின்றது.

இப்போது நாம் பெட்டியின்மீது சிறிய தொரு விசையைக் கிடையாகப் பிரயோகித்து அதனைக்கிடையான திசையில் அசையக் செய்ய முயன்றால் அது அசைவதில்லை. அவ்வாறு அது அசையாமலிருப்பதற்குக் காரணம், நாம் பிரயோகிக்கும் விசையானது அதற்குச் சமனானதும் எதிரானதுமான விசையினால் சமநிலைப்படுவதாகும். நாம் பிரயோகிக்கும் விசையைச் சமநிலைப்படுத்துவதற்கான மேற்குறித்த விசை பெட்டியாலும் தொடுகையுற்றுள்ளமேசைத் தளத்தினாலும் பெட்டியின்மீது பிரயோகிக்கப்படலாம். ஒன்றுக்கொன்று தொடுகையுற்று அசைவின்றி இருக்கும் இரண்டு பொருள்களில் ஒன்றை (பெட்டி) மற்றையது (மேசையின் தளம்) தொடர்பாக அசையச் செய்வதற்கு நாம் முயலும் போது அப்பொருளில் அசைவு ஏற்படுவதைத் தடுப்பதற்கான விசையொன்று மற்றைய பொருளால் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது என இதன் மூலம் நாம் அறிய முடியும்.

இவ்வாறு ஒன்றுடனொன்று தொடுகையுற்றுள்ள இரு பொருள்களுக்கிடையில் தொடர்புப் பெயர்ச்சி ஏற்படக்கூடிய உந்துதல் இருப்பின் அதனைத் தவிர்ப்பதற்காக அல்லது தொடர்புப் பெயர்ச்சி இருக்குமாயின் அதனை இல்லாமற் செய்வதற்காக அப்பொருள்கள் இரண்டினதும் தொடுகை மேற்பரப்புகளுக்கிடையே தொழிற்படும் விசை உண்டாவதற்குக் காரணமான இயல்பு, உராய்வு எனப்படும்.

#### 12.1.1 எல்லை உராய்வு

##### பரிசோதனை 1



படம் 12.2

கரடுமுரடான மேசையொன்றின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ள புத்தகத்தைப் படம் 12.2 இல் கா லாம். புத்தகத்தில் கட்டப் பட்டுள்ள இழை ஒன்றின் மறு நுனி, விற் றராசின் கொளுக்கியோடு இணைக்கப் பட்டுள்ளது. விற்றராசின் வளையத்தில் பிடித்து வலப்பக்கமாக இழுக்கும் போது அந்தத் திசை நோக்கி புத்தகத்தின் மீது விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. விசையின் பெறுமானத்தை விற்றராசின் வாசிப்பு மூலம் அறியலாம். ஆரம்பத்தில் சிறியதொரு விசை மாத்திரம் பிரயோகிக் கப்பட்டபோது, புத்தகம் அசையவில்லை. பிரயோகிக்கும் விசையின் அளவைப் படிப் படியாக அதிகரித்தால், ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் புத்தகம் அசையத் தொடங்கும். அசையத் தொடங்கிய சந்தர்ப்பத்தில் விற்றராசின் வாசிப்பு காட்டுவது, அச்சந்தர்ப்பத்தில் புத்தகத்தின்மீது வலது பக்கமாகப் பிரயோ கிக்கப்பட்ட கிடையான விசையாகும். அப்பரிசோதனையைப் பல தடவைகள் செய்து ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அசைவு ஆரம்பிக்கையில் எடுக்கப்பட்ட விற்றராசின் வாசிப்புகள் அட்டவணை 12.1 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

பரிசோதனை இலக் கம்	விற்றராசின் வாசிப்பு நியூற்றன் (N)
1	2.40
2	2.38
3	2.39
4	2.41
5	2.42

இடைப் பெறுமானம் 2 40

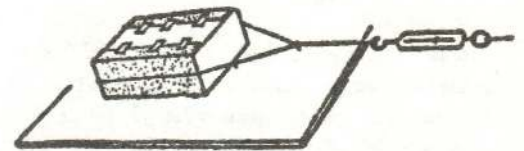
### அட்டவணை 12.1

புத்தகத்திமீது பிரயோகிக்கப்படுகின்ற விசை குறித்த ஒரு பெறுமானத்திற்கு (0.24 கிலோகிராம் நிறை அல்லது 2.4 -) மேல் அதிகரிக்கும்போது மாத்திரம், அப்புத்தகம் அசையும் என்பது, மேற்படி பேறுகளிலி ருந்து தெரிகின்றது. பிரயோகிக்கப்படும் விசை இப் பெறுமானத்தை விட மிகக் குறைவாக இருப்பின் அவ்விசை புத்தகத்

தின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் உராய்வு விசையால் சமநிலைப்படுகின்றது. ஆரம்பத்தில் குறைந்த விசையொன்றைப் பிரயோகித்து, படிப்படியாக அதனை அதிகரிப்பின் உராய்வு விசையும் படிப்படியாக அதிகரிக்கும். ஆனால் குறித்த ஓர் உயர் வுப் பெறுமானம் வரைக்குமே அவ்வாறு அது அதிகரிக்க முடியும். பிரயோகிக்கப் படும் விசை அந்த உயர்வுப் பெறுமான னத்தை விட அதிகரிக்கும்போது, அதனை மேலும் சமநிலைப்படுத்துவதற்கு உராய்வு விசையினால் முடிவதில்லை ஆதலால் புத்த கம் அசையும். தொடுகையுற்றுள்ள இரண் ண்டு பொருள்களின் தொடுகை மேற்பரப்பு களுக்கிடையில் ஏற்படக்கூடிய இந்த உயர் உராய்வு விசை அவ்விரு மேற்பரப்பு களுக்கிடையிலான எல்லை உராய்வு விசை எனப்படும்.

### 12.1.2 உராய்வு விசையின் மீது செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகள்

(1) இரண்டு மேற்பரப்புகளுக்கிடையில் உண் டாகும் உராய்வு விசை அம்மேற்பரப்புக ளின் தன்மையில் தங்கியுள்ளது.



### படம் 12.3

### பரிசோதனை 2

படம் 12.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பாதிச் செங்கல்லினளவு மரக்குற்றி யொன்றை எடுத்து அதன் அடிப்பரப்பு முழுமையாக மறையக் கூடியவாறு நுண் அரத்தாளினால், (இல.0) சுற்றுக.

அரத்தாள், மேசையின் மேற்பரப்பில் தொடுகையுறக் கூடியவாறு மரக் குற்றியை மேசைமேல் வைத்து அடியில் நூலொன்றை இணைக்க நூலின் மறு நுனியை விற்றராசு ஒன்றின் கொளுக்கியில் கட்டுக. இப்போது விற்றராசின் வளையத்தைப் பிடித்து நிலைக்குத்தாக மெல்ல இழுக்க. மரக்குற்றி இலேசாக அசையத் தொடங்கும்போது, இழுவையைச் சுற்று அதிகரிக்கும் அதே கணத்தில் விற்றராசின் வாசிப்பை அவதானித்துக் குறித்துக் கொள்க. இதனால் பெறப்படுவது மேற்பரப்புகள் இரண்டிற்கு டையிலான எல்லை உராய்வு விசையாகும். பின்னர் இல. 0 அரத்தானை அகற்றிவிட்டு, அகற்குப் பதிலாக இல. 1 அரத்தானைப் பயன்படுத்தி, மீண்டும் பரிசோதனையைச் செய்க. அதன்பின்னர் இல. 2, இல. 3 அரத்தாள்களையும் பயன்படுத்தி மீண்டும் பரிசோதனையைச் செய்க. இவ்வாறான பரிசோதனை ஒன்றின் மூலம் கிடைத்த பேறுகள் அட்டவணை 12.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பயன்படுத்தப்பட்ட அரத்தாளின் வகை	எல்லை உராய்வு விசை
இல. 0	1.5 N
இல. 1	1.7 N
இல. 2	1.9 N
இல. 3	2.3 N

அட்டவணை 12.2

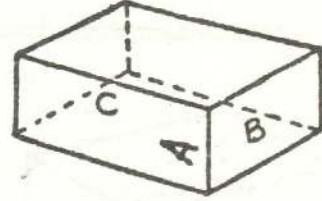
மேலே குறிப்பிட்ட பரிசோதனையின் வெவ்வேறு படிகளின் போது நாம் மாற்றியமைத்தது, தொடுகை மேற்பரப்பின் தன்மையை மாத்திரமேயாகும். தொடுகையுற்றுள்ள மேற்பரப்பின் தன்மை வேறுபடும்போது உராய்வு விசையும் வேறுபடும் என்பது பரிசோதனையின் பேறுகளிலிருந்து தெரிகின்றது.

(ii) உராய்வு விசையானது தொடுகை மேற்பரப்பின் பரப்பளவுக்கேற்ப வேறுபடுவதில்லை

### பரிசோதனை 3

முன்னைய பரிசோதனையின்போது பயன்படுத்திய மரக்குற்றியை எடுத்து, ஒன்றும் கொண்டு வேறுபட்ட பரப்பளவைக் கொண்ட மூன்று பக்கங்களில் இல. 1 அரத்

தானை ஒட்டுக (படம் 12.4) படத்தில் அம்மேற்பரப்புகள் மூன்றும் A, B, C எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. மேற்பரப்பு A மேசையில் தொடுகையுறக்கூடியவாறு மரக்குற்றியை மேசைமீது வைக்க (படம் 12.5).



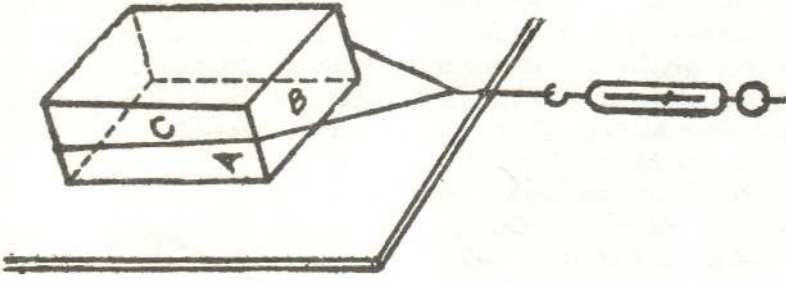
படம் 12.4

மரக்குற்றியில் நூலொன்றைக் கட்டி அந்நூலின் மறு நுனியை விற்றராசு ஒன்றின் கொளுக்கியோடு இணைக்க. மரக்குற்றி இலேசாக அசையத் தொடங்கும் வரை விற்றராசின் வளையத்தை இழுக்க. அசையத் தொடங்கும் அதே கணத்தில் விற்றராசின் வாசிப்பைப் பெற்று, மேற்பரப்பு A இற்கும் மேசையின் மேற்பரப்பிற்கும் இடையிலான எல்லையுராய்வு விசையைக் காண்க. பின்னர், முறையே B, C ஆகிய மேற்பரப்புக்களையும் மேசையின் தளத்துடன் தொடுகையுறச் செய்து பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. இவ்வாறான பரிசோதனையொன்றின் போது கிடைத்த பேறுகள் அட்டவணை 12.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

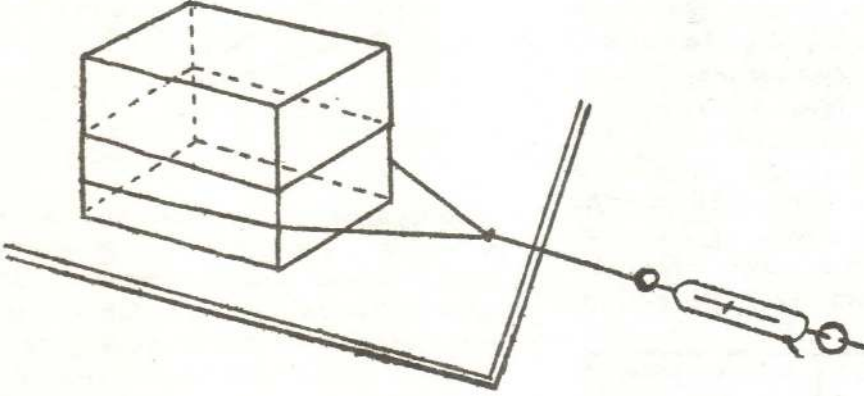
விசையுடன் தொடுகை யுறும் மேற்பரப்பு	எல்லை உராய்வு விசை
A	1.7 N
B	1.7 N
C	1.7 N

அட்டவணை 12.3

தொடுகையுறும் மேற்பரப்புகளின் பரப்பளவுக்கேற்ப எல்லை உராய்வு விசையானது வேறுபடுவதில்லை என்பதை இப்பேறுகள் காட்டுகின்றன.



படம் 12.5



படம் 12.6

(iii) தொகையுறும் மேற்பரப்புகளுக்கிடையிலான செவ்வன் உதைப்பு விசைக்கு ஏற்ப உராய்வு விசை வேறுபடும்

#### பரிசோதனை 4

முன்னைய பரிசோதனையில் பயன்படுத்தியதுபோன்ற மரக்குற்றி ஒன்றை மேசையின் தளத்தின்மீது வைக்க. அதில் நூலொன்றைக் கட்டி, அந்நூலின் மறு நுனியை விற்றராசின் கொளுக்கியுடன் இணைக்க (படம் 12.6). மரக்குற்றி அசையத் தொடங்கும்வரை விற்றராசின் வளையத்தை இழுக்க. அசையத் தொடங்கும் அதே கணத்தில் விற்றராசின் வாசிப்பைப் பெற்று மரக்குற்றிருக்கும் மேசையின் தளத்திற்குமிடையிலான எல்லை உராய்வு

விசையைக் காண்க. முதலாவது மரக்குற்றிக்குச் சமனான நிறையுடைய இன்னொரு மரக்குற்றியை முதலாவது மரக்குற்றியின் மீது வைத்து, மீண்டும் பரிசோதனையைச் செய்க. பின்னர் அதே நிறையுடைய மூன்றாவது மரக்குற்றி ஒன்றை முன்னைய இரு மரக்குற்றிகளின் மீது வைத்துப் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. இவ்வாறான பரிசோதனையொன்றின் மூலம் கிடைத்தபேறுகள் அட்டவணை 12.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மரக்குற்றிகளின் எண்ணிக்கை	எல்லை உராய்வு விசை
1	1.7 N
2	3.5 N
3	5.0 N

அட்டவணை 12.4



ஒரு மரக்குற்றியின் நிறை W ஆயின், மேற்பரப்புகள் இரண்டுக்குமிடையிலான செவ்வன் உதைப்பு விசையானது முதலாவது பரிசோதனையில் W ஆகவும் இரண்டாவது பரிசோதனையில் 2 W ஆகவும் மூன்றாவது பரிசோதனையில் 3 W ஆகவும் இருக்கும். மேற்பரப்புகள் இரண்டுக்கிடையிலும் செவ்வன் உதைப்பு விசை அதிகரிக்கும்போது எல்லை உராய்வு விசையும் அதிகரிக்கும் என்பது மேற்கண்ட பேறுகளிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

## 12.2 உராய்வுக் குணகம்

பரிசோதனைகளில் பயன்படுத்திய குற்றி

ஒவ்வொரு மேற்பரப்பிலும் உதைக்கும் செவ்வன் விசை R	எல்லை உராய்வு விசை F	$\frac{F}{R}$
5 N	1.7 N	$\frac{1.7}{5} = 0.34$
10 N	3.5	$\frac{3.5}{10} = 0.35$
15 N	5.0 N	$\frac{5.0}{15} = 0.33$

அட்டவணை 12.5

ஒவ்வொன்றினதும் திணிவு 0.5 kg ஆகும். எனவே, மரக்குற்றி ஒன்றின் நிறை 0.5 கிலோகிராம் அல்லது 5 N ஆகும். இதன் படி, தொடுகை மேற்பரப்புகளுக்கிடையே செவ்வன் மறுதாக்கம் R ஆனது முதலாவது பரிசோதனையில் 5 N ஆகவும், இரண்டாவது பரிசோதனையில் 10 N ஆகவும் மூன்றாவது பரிசோதனையில் 15 N ஆகவும் இருக்கும். இப்பரிசோதனைகளின் பேறுகளை அட்டவணை 12.5 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பதிவு செய்தால் அட்டவணையின் மூன்றாவது நிரலில் காணப்படும்

கணிப்பானது, எல்லை உராய்வு விசைக்கும் செவ்வன் உதைப்பு விசைக்குமான விகிதமாகும்.

இவ்விகிதம் ஒரு மாறிலி என்பதைப் பரிசோதனைகளின் பேறுகளிலிருந்து அறிய முடியும். தரப்பட்டுள்ள மேற்பரப்புகள் இரண்டின் காரணமாகவே இவ்விகிதம் மாறிலியாக அமைகின்றது. அதாவது, தரப்பட்டுள்ள மேற்பரப்புகள் இரண்டிற்கிடையிலான எல்லை உராய்வு விசையானது அம்மேற்பரப்புகள் இரண்டிற்கும் இடையிலும் பிரயோகிக்கப்படும் செவ்வன் உதைப்பு விசைக்கு மாறா விகிதமொன்

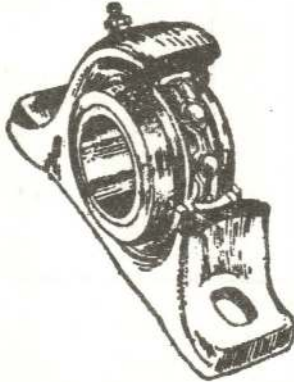
றைக் காட்டும். இம்மாறிலியானது தரப்பட்டுள்ள மேற்பரப்புகள் இரண்டுக்குமான உராய்வுக் குணகம் எனப்படும்.

## 12.3 உராய்வைக் குறைத்தல்

அன்றாட வாழ்வில் வேலைகளைச் செய்வதற்காக நாம் பயன்படுத்தும் பல உபகரணங்களினதும் பொறிகளினதும் பல்வேறு பகுதிகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடுகையுற்றிருக்கும். இந்த உபகரணங்கள் அல்லது பொறிகள் தொழிற்படும்போது, தொடுகை

யுற்றுள்ள மேற்பரப்புகளுக்கிடையில் தொடர்பு இயக்கம் ஏற்படுகின்றது. எனவே, அவற்றுக்கிடையில் உராய்வு விசை தொழிற்படுகின்றது. பொறிகளால் வேலை செய்யும்போது அவ்வராய்வு விசைகளுக்கு எதிராகவும் வேலை செய்ய வேண்டி இருப்பதால், அதற்காகவும் சக்தி செலவாகின்றது. அது பயனின்றி விரயமாகும் சக்தியாகும். ஏதாயினும் விதத்தில் இவ்வராய்வு விசையைக் குறைக்கமுடியுமாயின், சக்தி வீண்விரயமாவதையும் நாம் குறைக்க முடியும்.

தொடுகையுறும் மேற்பரப்புகள் கரடு முரடாக இருப்பதைக் குறைப்பது அல்லது அவற்றை அழுத்தமாக்குவது உராய்வைக் குறைப்பதற்கான ஒரு முறையாகும். தொடுகை மேற்பரப்புகளுடன் தனித்தனியாகத் தொடுகையறக்கூடிய மேற்பரப்பை அளிக்கவல்ல பதார்த்தமொன்றை, முன் சொன்ன தொடுகை மேற்பரப்புகள் இரண்டுக்கும் இடையே செலுத்துதல் இன்னொரு முறையாகும், காரீயம், மசகெண்ணெய், கிரீசு ஆகியவை அவ்வாறு செலுத்தப்படும்

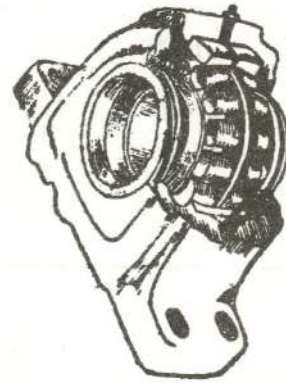


படம் 12.7 குண்டுப் போதிகை

பதார்த்தங்களாகும். சிலவேளைகளில், இந்த நோக்கத்தை நிறைவேற்றுவதற்காக உலோகக் குண்டுகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சைக்கிள் ஒன்றினது மிதிப்படியின் உள்ளேயும் சில்லுகளினுள்ளேயும் இவ்வாறு குண்டுகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். இவ்வாறான அமைப்பு, குண்டுப் போதிகை (படம் 12.7) எனப்படும். சைக்கிள் ஒன்றிற் பம் பார்க்க அதிக நிறையைக் கொண்ட மோட்டார் வண்டி போன்றவற்றின் சில்லு

களுக்கிடையே சிலவேளைகளில் குண்டு களுக்குப் பதிலாக உருளிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறான அமைப்பு உருளிப் போதிகை (படம் 12.8) எனப்படும்.

மேற்குறிப்பிட்டவாறான சந்தர்ப்பங்களில் உராய்வையும் தீங்கு விளைவிக்கும் ஒன்றாகக் கருதி அதனை நீக்குவதற்கு நாம் நடவடிக்கை மேற்கொண்ட போதிலும், வேறு சில சந்தர்ப்பங்களில் உராய்வானது எமக்குப் பெரும் பயனை அளிக்கின்றது. நாம் நிலத்தில் நடக்க முடிகின்றமைக்குக் காரணம் எமது இருபாதங்களுக்கும் (அல்லது சப்பாத்து அடிப்பகுதிகளுக்கும்) நிலத்துக்கும் இடையிலுள்ள உராய்வினாலாகும். இந்த உராய்வு இல்லாவிடில், நாம் நடப்பதற்காக நிலத்தில் பாதங்களை வைக்கும் போது வழக்கி விழுந்துவிட நேரும். இதே போல் மோட்டர் வண்டியொன்று பாதையில் செல்வதற்குக் காரணம், பாதைக்கும் வண்டிச் சில்லின் தயருக்கும் இடையிலுள்ள உராய்வாகும். பாதைக்கும் தயருக்குமிடையில் போதிய அளவு உராய்வு விசையை ஏற்படுத்துவதற்காக தயரின் தொடுகை மேற்பரப்பு பிளவுகள் உள்ளதாகச் செய்யப்பட்டுள்ளது.



படம் 12.8 உருளிப் போதிகை

தேய்ந்துபோன தயர்களைக் கொண்ட மோட்டர் வண்டிகள் பாதையிலிருந்து வழக்கிச் செல்வதால் ஏற்பட்ட ஆபத்துக்கள் பற்றி நீங்கள் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். சென்றுகொண்டிருக்கும் மோட்டர் வண்டியைத் தேவையான போதில் நிறுத்திக்கொள்ள எம்மால் முடிகின்றமைக்குக் காரணம், அதன் தடுப்பு இலாடம், தடுப்புக்குடம் ஆகியவற்றிற்கு இடையிலான உராய்வு ஆகும்.

தும்பு நார்களை ஒன்றுசேர்த்து முறுக்குவதால் அதிக பருமனுள்ள கயிறு ஆக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறான கயிறொன்றினால் அதிக நிறையைத் தூக்க முடியும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். கயிற்றின்மீது அதிக அளவு விசை பிரயோகிக்கப்பட்டபோதிலும் அதிலுள்ள நார்கள் அறுந்து போகாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் அவற்றுக்கிடையில் காணப்படும் உராய்வாகும். தும்புக்கயிறு இரண்டை எடுத்து அவற்றின் நுனி ஒவ்வொன்றையும் ஒன்று சேர்த்து முடிச்சிடுக. பின்னர் மறு நுனிகள் இரண்டையும் இருகைகளாலும் பிடித்து இழுக்கும்போது முடிச்சு அவிழாமல் இருப்பதற்குக் காரணமும் தும்பு நார்களுக்கிடையிலுள்ள உராய்வாகும். இதே போன்று நைலோன் இழைகள் இரண்டின் நுனிகளை முடிச்சிட்டு இழத்துப் பார்க்க. முடிச்சு அவிழ்ந்து விடுவதை நீங்கள் காணலாம். நைலோன் இழைகள் இரண்டிற்குமிடையேயுள்ள உராய்வு விசை மிகக் குறைவானதாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

## பொறிப்பு

ஒன்றுடனொன்று தொடுகையுற்றுள்ள இரு பொருள்களுக்கிடையில் தொடர்பு அசைவு ஒன்று ஏற்படுவதற்கு உந்தப்படுமாயின் அதைத் தவிர்ப்பதற்காக அல்லது தொடர்புப் பெயர்ச்சி காணப்பட்டால் அதை இல்லாமற் செய்வதற்காக அவ்விரு பொருள்களினதும் தொடுகை மேற்பரப்பு களுக்கிடையில் தொழிற்படுகின்ற விசை உராய்வு விசை எனப்படும். அசைவு ஒன்றை ஏற்படுத்த முயலும் விசையை அதிகரிக்கும்போது, அந்த அசைவைத் தவிர்ப்பதற்காகத் தொழிற்படும் உராய்வு விசையும் அதிகரிக்கும். ஆயினும், குறித்த ஒரு உயர்வுப் பெறுமானம் வரை மாத்திரமே அவ்வாறு அது அதிகரிக்க முடியும். இந்த உயர்வுப் பெறுமானத்தை உடைய விசை எல்லையுராய்வு விசை எனப்படும்.

மேற்பரப்புகள் இரண்டுக்கிடையே ஏற்படும் உராய்வு விசை,

1. அந்த மேற்பரப்புகளின் தன்மையில் தங்கியுள்ளது.
2. தொடுகை மேற்பரப்புகளின் பரப்பளவில் தங்கியிருக்கவில்லை.
3. தொடுகை மேற்பரப்புகளுக்கிடையிலான செவ்வன் உதைப்பு விசையில் தங்கியுள்ளது.

பலகைத் துண்டுகள் இரண்டை ஒன்று சேர்த்துப் பொருத்துவதற்காகச் சிலவேளைகளில் அவற்றை ஒன்றின்மேல் ஒன்று வைத்து ஆணிகள் அடிக்கப்படும். ஆணி பலகை ஆகியவற்றுக்கிடையில் உராய்வு இல்லாவிட்டால், அந்த ஆணிகள் பலகைத் துண்டுகளிலிருந்து கழன்றுவிடும். உராய்வு இல்லாவிடில், எமது சூழலிலுள்ள பொருள்களை இலேசாகத் தள்ளும் போதே அசையத் தொடங்கும். இதனால், அவற்றை அசையாமல் வைத்திருப்பதில் சிரமம் ஏற்படும். உராய்வினால் எமக்கு ஏற்படும் பயன்களைக் காட்டுவதற்குச் சமர்ப்பிக்கக் கூடிய உதாரணங்கள் இன்னும் பல உள்ளன. எனவே, உராய்வானது சில சந்தர்ப்பங்களில் எமக்குத் தேவையற்ற ஒன்றாக இருப்பினும் வேறு பல சந்தர்ப்பங்களில் அது எமக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது என்பது உங்களுக்கு விளங்கியிருக்கும்.

மேற்பரப்புகள் இரண்டிற்கிடையிலான எல்லை உராய்வு விசையானது, அம்மேற்பரப்புகளுக்கிடையிலான செவ்வன் உதைப்பு விசையுடன் மாறா விகிதமொன்றைக் காட்டும். எல்லையுராய்வு விசை F ஆகவும் மேற்பரப்புகளுக்கிடையிலான செவ்வன் உதைப்பு விசை R ஆகவும் இருப்பின்.

$$\frac{F}{R} = \mu$$

$\mu$  என்பது, மேற்பரப்புகள் இரண்டிற்குமான உராய்வுக் குணகம் எனப்படும். சில வேளைகளில், உராய்வு விசையால் எமக்குத் தீய விளைவுகள் ஏற்படும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் தொடுகை மேற்பரப்புகளுக்கிடையிலான உராய்வு விசையைக் குறைப்பதற்காக அம்மேற்பரப்புகளின் இடையே வழக்கக்கூடிய பதார்த்தங்களைச் செலுத்துகின்றோம்.

வேறு பல சந்தர்ப்பங்களில், உராய்வு விசையினால் எமக்கு அதிக நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. உராய்வு விசை இல்லாவிடில், எமது வாழ்க்கைக் கோலம் இப்போது இருப்பதை விட மிகவும் வேறுபட்டதாக அமையும்.

எளிய பொறிகள்

13.1 நெம்பு கோல்கள்

மரம் வெட்டுபவர்கள் பெரிய மரக்கட்டைகளை உயர்த்துவதற்கு அலவாஜிகை உபயோகிப்பதைக் கண்டிருப்பீர்கள். அலவாங்கின் தட்டையான முனையை மரக்கட்டையின் கீழ் வைத்து மரக்கட்டைக்கு மிக அருகில் இருக்கக்கூடியதாக (படம் 13.1) சிறிய மரக்கட்டை ஒன்றை அல்லது கல் ஒன்றை வைப்பர். பின் இருவர் அல்லது மூவர் சேர்ந்து அலவாங்கின் மற்றைய முனையில் கிழ்நோக்கிய விசை ஒன்றைக் கொடுத்து பல்லாயிரம் கிலோகிராம் நிறையுடைய மரக்கட்டையை இலகுவில் உயர்த்திவிடுவர். இவ்வமைப்பானது நெம்பு என்னும் எளிய பொறிக்கு ஒர் உதாரணமாகும்.



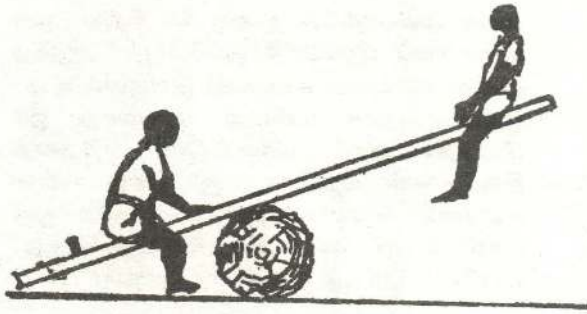
படம் 13.1 கல்வொன்றை உயர்த்துவதற்கு அலவாங்கொன்றை உபயோகித்தல்

நீங்கள் கவனமாக அதை அவதானிப்பீர்களாயின் மரக்கட்டையை உயர்த்தும்போது அலவாங்கின் எல்லாப் பகுதியும் இயங்கியதையும், சிறிய மரக்கட்டை அல்லது கல்லுடன் தொடுகையுற்ற புள்ளி மாத்திரம் ஒய்வில் இருந்ததையும் காணலாம். அத்துடன் அலவாங்கின் அப்புள்ளியில் அலவாங்கு சுழல்வதையும் காணலாம். அந்தப் புள்ளியானது நெம்பு கோலின் சுழலிடம் என அழைக்கப்படுகின்றது. மரக்கட்டையை

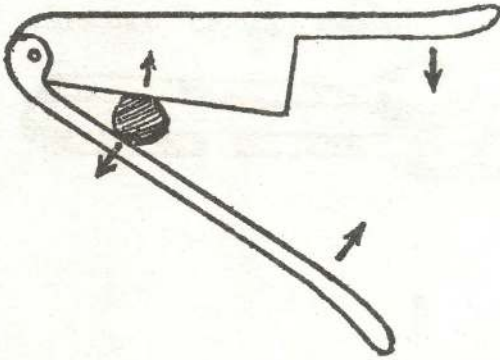
உயர்த்துவதற்கு அலவாங்கின் கூரான முனையில் ஒரு விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும் என்பது தெளிவு. அந்த விசையானது எத்தனம் என அழைக்கப்படுகின்றது. அத்துடன் நெம்பில் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் புள்ளியிலிருந்து சுழலிடம் வரைக்கும் உள்ள தூரம் எத்தனப் புயம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. எத்தனத்தைப் பிரயோகித்து அலவாங்கின் முனையைப் பதிக்கும்போது அடுத்த முனையில் ஒரு பாரம் அல்லது விசை தொழிற்படுகின்றது. அந்த சுமை எனவும் நெம்பின் சுழலிடத்தில் இருந்து சுமை தொழிற்படும் புள்ளி வரையுள்ள தூரம் சுமைப்புயம் எனவும் அழைக்கப்படும்.

மரக்கட்டையை உயர்த்துவதற்கு நெம்பாக அலவாங்கை உபயோகிக்கும்போது சுமை அதன் ஒரு முனையிலும், விசை அதன் மற்றைய முனையிலும் தொழிற்படுவதோடு அவை இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட ஒரு புள்ளியில் சுழலிடம் காணப்படுவது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேற்குறிப்பிட்டவாறு சுமை தொழிற்படும் புள்ளியும், எத்தனம் தொழிற்படும் புள்ளியும், சுழலிடமும் அமைந்துள்ள நெம்புகள் முதல் வகுப்பு நெம்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. முதல் வகுப்பு நெம்புகளுக்கு வேறு சில உதாரணங்கள் படம் 13.2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அடுத்ததாக ஆயுர்வேத மருந்துக் கடைகளில் மருந்து மூலிகைகளை அரிவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவியை நோக்குவோம் ( படம் 13.3). அக்கருவி, சுழலிடம் ஒரு முனையிலும் விசை தொழிற்படும் புள்ளி அவற்றிற்கிடையிலும் கொண்டதாய் உள்ள ஒரு நெம்பு என்பதைப் படத்தின் மூலம் அறியலாம். இப்படியான ஒரு நெம்பு இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பு என அழைக்கப்படுகின்றது. இரண்டாம் வகுப்பு நெம்புகளுக்கு வேறு உதாரணங்கள் படம் 13.4 இல் தரப்பட்டுள்ளன.



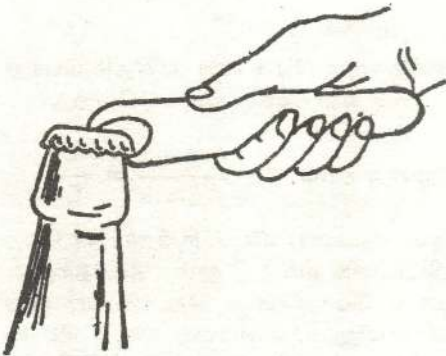
படம் 13.2 முதல் வகுப்பு நெம்புகள்



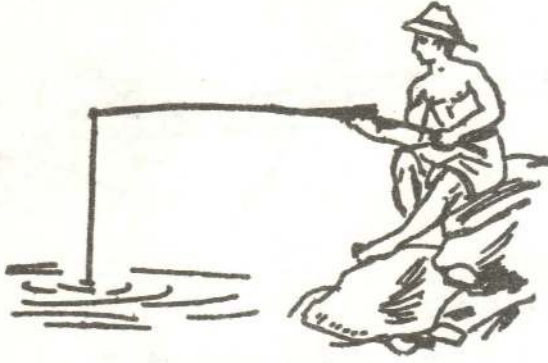
படம் 13.3 மருந்து மூலிகைகள் அரியும் கருவி

எமது நாட்டில் உள்ள மீனவர்கள் உபயோகிக்கும் தூண்டிற்கோல் மேற்குறிப்பிட்ட இருவகை நெம்புகளின் வகைகளுக்கும் அமையாத ஒன்றாகும். தூண்டிற்கோலின் ஒரு முனையை ஒரு கையினாலும் (பொதுவாக இடக்கையினால்), தூண்டிற்

கோலின் நடுவில் உள்ள ஓர் இடத்தை (பொதுவாக வலக்கையினால்) மற்றைய கையினாலும் பிடிப்பார் (படம் 13.5). தூண்டிற்கோலின் அடுத்த முனையில் தங்கூசியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் இரையை மீன் விழுங்கியதும் வலது கையினால் பிடிக்கப்பட்ட பகுதி ஓய்வில் இருக்க அடுத்த கையினால் ஒரே முறையில் தூண்டிற்கோல் உயர்த்தப்படுகின்றது. எனவே, இந்த நெம்பின் சுழலிடம் இடது கையினால் பிடிக்கப்பட்ட தூண்டிற்கோலின் முனையாகவும், சுமை தொழிற்படும் புள்ளி தூண்டிற்கோலின் அடுத்த முனையாகவும், எத்தனம் தூண்டிற்கோலை வலது கையினால் பிடிக்கும் புள்ளியாகவும் இருக்கின்றன. இவ்வகையான நெம்புகள் 3 ஆம் வகுப்பு நெம்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. படம் 13.6 இல் 3 ஆம் வகுப்பு நெம்புகளுக்கு உரிய சில உதாரணங்கள் தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 13.4 இரண்டாம் வகுப்பு நெம்புகள்



படம் 13.5



படம் 13.6 மூன்றாம் வகுப்பு நெம்புகள்

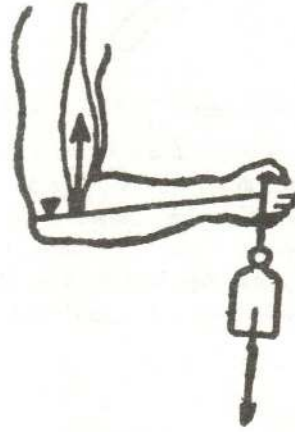
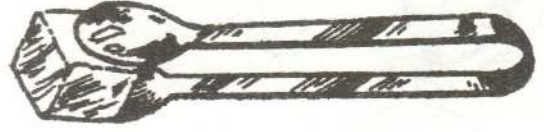
### பொறிகள்

மரக்குறி ஒன்றை உயர்த்துவதற்கு அலவாங்கு ஒன்றை உபயோகிக்காவிடின் மரக்குற்றியினால் உண்டாக்கப்படும் சுமையை வெல்வதற்கு நேரடியாக மரக்குற்றிக்குக் கீழால் ஒரு விசையைப் பிரயோகித்து அதை உயர்த்துதல் வேண்டும். அப்படியாக நேரடி விசையைப் பிரயோகிப்பது முடியாத ஒரு காரியமாகும். அத்துடன் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையும் மிகப் பெரிதாக இருக்கும். அலவாங்கை உபயோகிப்பதால் விசையைப் பிரயோகிப்பதற்கு வசதியாவ இட

மான அலவாங்கின் முனையில் சிறிய ஒரு விசையைப் பிரயோகிக்கும்போது அடுத்த முனையில் உள்ள சுமையை இலகுவில் உயர்த்தக்கூடியதாக உள்ளது. இவ்வாறு ஓர் இடத்தில் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனத்தின் மூலம் மற்றொரு இடத்தில் உள்ள சுமையை வெல்வதற்குப் பயன்படும் ஒரு கருவி பொறி என அழைக்கப்படுகின்றது. எனவே, நெம்பும் ஒரு பொறியாகும்.

### பொறியின் பொறிமுறை நயம்

ஏதாவது ஒரு பொறியில் சுமைக்கும் (L) அந்தச் சுமையை இயக்கத் தேவையான



எத்தனத்துக்கும் (E) உள்ள விகிதம் பொறிமுறை நயம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}} = \frac{L}{E}$$

எத்தனம் சுமையை விடச் சிறிதாயின் மேற்குறிப்பிட்ட விகிதம் 1 இலும் பெரிதாகும். அதிகமான பொறிகளின் சிறப்பியல்பு இதுவாகும். எனினும், சுமையை விடப் பெரிய எத்தனத்தைப் பிரயோகித்து இயக்க வேண்டிய பொறிகளும் மிக அரிதாசக் காணப்படுகின்றன.

இப்படியான பொறிகளில் மேற்குறிப்பிட்ட விகிதம் 1 இலும் சிறிதாகும்.

### ஒரு பொறியின் வேக விகிதம்

ஒரு பொறியில் E என்னும் எத்தனத்தின் மூலம் L என்னும் சுமை உயர்த்தப்படுகின்றதாயின் பொறியில் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் புள்ளியும், சுமை தாக்கும் புள்ளியும் முறையே அந்த விசைகள் தாக்கும் திசையில் இயங்கும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எத்தனம் இயங்கும் தூரத்திற்கும், அதே நேரத்தில் சுமை இயங்கும் தூரத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதம் பொறியின் வேக விகிதம் என அழைக்கப்படுகிறது. எனவே,

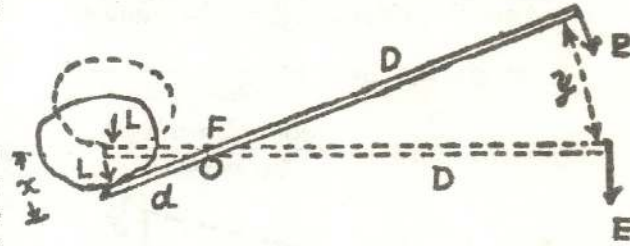
$$\text{வேக விகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் இயங்கிய தூரம்}}{\text{சுமை இயங்கிய தூரம்}}$$

### பொறியின் திறன்

மரக்குற்றி ஒன்றை உயர்த்துவதற்குப் படுக்கப்படுத்தப்படும் அலவாங்கு அல்லது வேறு ஒரு பொறியினால் L என்னும் சுமையை உயர்த்த E என்னும் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்பட்டது எனக் கொள்வோம். சுமையை உண்டாக்கும் பொருள் அவ்வாறு அசைவதற்கு அதன் மூலம் பொறிக்குக் கொடுக்கப்படும் L விசைக்குச் சமமானதும் எதிரானதுமான L விசை பொறியின் மூலம் பொருளிற்குக் கொடுக்கப்படுவதனாலேயாகும். அந்த L என்னும் விசை தாக்கும் புள்ளியும், E என்னும் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் புள்ளியும் முறையே அவ்விசைகளின் திசையில் அசையும். எனவே, அவ்விசைகளினால் வேலை செய்யப்படுகின்றது. எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் புள்ளி y தூரம் இயங்கும்போது பொருளின் மேல் L விசை தாக்கும் புள்ளி x தூரம் இயங்குகின்றது எனக் கொள்வோம். அப்போது,

எத்தனத்தினால் செய்யப்படும் வேலை அல்லது பொறிக்குச் செய்யும் வேலை = E × y.

- சுமைக்குச் செய்த வேலை அல்லது பொறியினால் செய்யப்பட்ட பயனுள்ள வேலை = L × x.



படம் 13.7

பொறியினால் செய்யப்பட்ட பயனுள்ள வேலைக்கும், எத்தனத்தினால் செய்யப்பட்ட வேலைக்கும் உள்ள விகிதம் பொறியின் திறன் என அழைக்கப்படுகின்றது. எனவே,

பொறியின் திறன் =

$$\frac{\text{பொறியினால் செய்யப்பட்ட பயனுள்ள வேலை}}{\text{எத்தனத்தினால் செய்யப்பட்ட வேலை}}$$

பொறியினால் உராய்வு விசை தொழிற்படாதிருப்பின் பொறியினால் செய்யப்பட்ட பயனுள்ள வேலை எத்தனத்தினால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமனாக இருக்கும். என்றாலும் பொறியினால் தொழிற்படும் உராய்வு விசைக்கு எதிராக எத்தனத்தினால் செய்யப்படும் வேலையின் ஒரு பகுதி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதனால், பொறியினால் செய்யப்படும் பயனுள்ள வேலை, எத்தனத்தினால் செய்யப்படும் வேலையின் அளவை விடக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றது. எனவே, பொறியின் திறன் ஆனது ஒருபோதும் 1 ஐ விடக் கூடுவதில்லை, குறைவாக இருக்கும்.

எத்தனத்தின் மூலம் செய்யப்படும் வேலைக்கும் பொறியின் மூலம் செய்யப்படும் பயனுள்ள வேலைக்கும் பெறப்பட்ட விளக்கத்திற்கு ஏற்ப,

$$\text{பொறியின் திறன்} = \frac{L \times x}{E \times y}$$

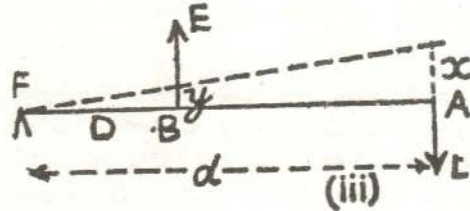
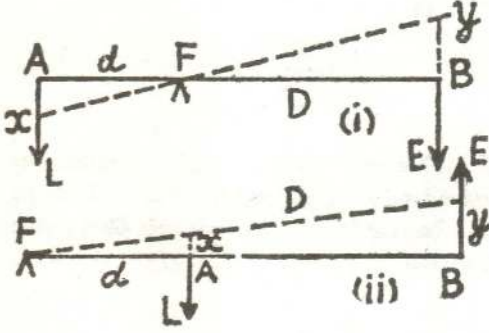
$$= \frac{Lx}{Ey}$$

$$= \frac{\text{சுமை} \times \text{சுமை இயங்கிய தூரம்}}{\text{எத்தனம்} \times \text{எத்தனம் இயங்கிய தூரம்}}$$

$$= \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}} \times \frac{\text{சுமை இயங்கிய தூரம்}}{\text{எத்தனம் இயங்கிய தூரம்}}$$

$$= \text{பொறிமுறை நயம்} \times \frac{1}{\text{வேக விகிதம்}}$$

$$\text{பொறியின் திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விகிதம்}}$$



படம் 13.8

பொதுவாகப் பொறியின் திறனானது நூற்று வீதத்தில் குறிக்கப்படுகின்றது. அப்போது பொறியின் திறன் =

$$\frac{\text{பொறிமூலம் செய்யப்படும் பயனுள்ள வேலை}}{\text{எத்தனம் மூலம் செய்யப்படும் வேலை}} \times 100$$

$$\text{அதாவது பொறிமுறைநயம்} \\ \text{பொறியின் திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேக விகிதம்}} \times 100$$

பொறிகள் சம்பந்தமாக மேற்குறிப்பிட்ட பொறிகளின் இயல்புகள் நெம்புகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன (படம் 13.8).

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{L}{E}$$

$$\text{வேக விகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் இயங்கிய தூரம்}}{\text{சுமை இயங்கிய தூரம்}} \\ = \frac{y}{x}$$

$$= \frac{FB}{FA} \text{ (சமகோண முக்கோணிகளின்படி,)}$$

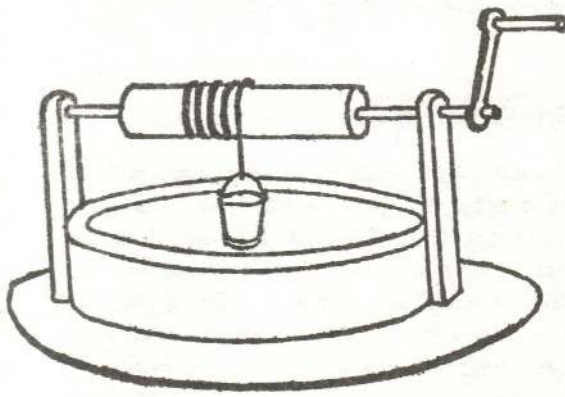
$$= \frac{\text{எத்தனப் புய நீளம்}}{\text{சுமைப் புய நீளம்}}$$

$$\text{பொறியின் திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விகிதம்}}$$

$$= \frac{L}{E} \times \frac{\text{சுமைப் புய நீளம்}}{\text{எத்தனப் புய நீளம்}}$$

### 13.1.1 சில்லும் அச்சாணியும்

ஆழமான கிணறுகள், காரீயச் சுரங்கங்கள் போன்றவற்றைத் தோண்டும்போது மண்ணை அல்லது காரீயத்தை அதில் இருந்து வெளியே எடுப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் பாரம் தூக்கியைச் சில சந்தர்ப்பங்களில் கண்டிருப்பீர்கள்.



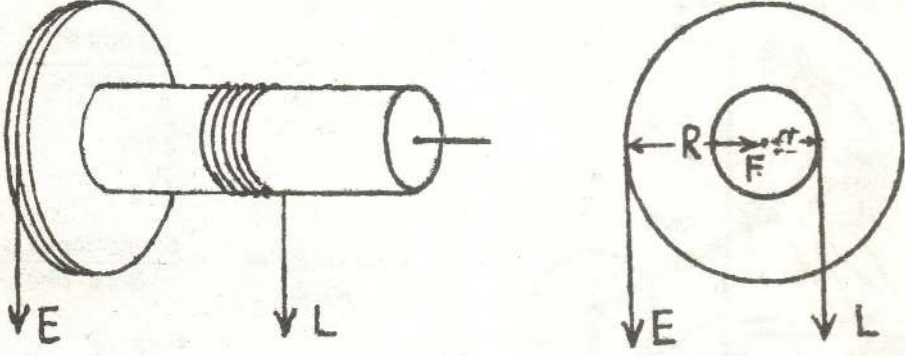
படம் 13.9

அது படம் 13.9 இல் உள்ளவாறு பெரிய சுழற்றியுடன் பொருத்தப்பட்ட உருளை வடிவான மரக்குற்றியொன்று கிடையான ஒரு தளத்தில் இரண்டு ஆதாரங்களின் மேல் சுழலக்கூடியவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மரக் குற்றியில் சுற்றப்பட்டுள்ள தடித்த கயிற்றினால் பெரிய வாளியொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. பெரிய விட்டமான சுழற்றியைச் சுழற்றுவதன் மூலம் வாளியில் அடங்கியுள்ள பல நூற்றுக்கணக்கான கிலோகிராம்களைக் கொண்ட சுமையை ஒரு மனிதனால் இலகுவில் உயர்த்திக் கொள்ளக்கூடியதாக இருக்கும். பாரந் தூக்கி என்னும் கருவி சில்லும் அச்சாணியும் என்பதற்கு உதாரணம் ஆகும்.



அந்தப் பொறியானது ஒரே அச்சில் பொருத்தப்பட்டுள்ள பெரிய ஆரையை யுடைய சில்லையும் அதை விடச் சிறிய ஆரையை யுடைய அச்சாணியையும் கொண்ட ஒரு கருவியாகும் (படம் 13.10). சில்லில் முதலாவது கயிறு ஒரு திசையிலும்

லொறிக்குள் ஏற்றும் முறையைக் கண்டிருக்கிறீர்களா? நிலத்தில் உள்ள அவ்வகையான பொருள்கள், நேரடியாகத் தூக்கி லொறியின் தட்டில் வைக்கப்படுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாகத் தடித்த பலகையில் அல்லது பராலைகளினால் ஆக்கப்பட்ட



படம் 13.10

அச்சாணியில் இரண்டாவது கயிறு அதற்கு எதிர்த் திசையிலும் சுற்றப்பட்டிருக்கும். அச்சாணியுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ள கயிற்றுடன் பெரிய சுமை ஒன்று இணைக்கப்படிருக்கும். இச்சுமையானது சில்லுடன் பொருத்தப்பட்ட கயிற்றில் ஒரு சிறிய விசையைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் உயர்த்தக்கூடியதாக இருக்கும்.

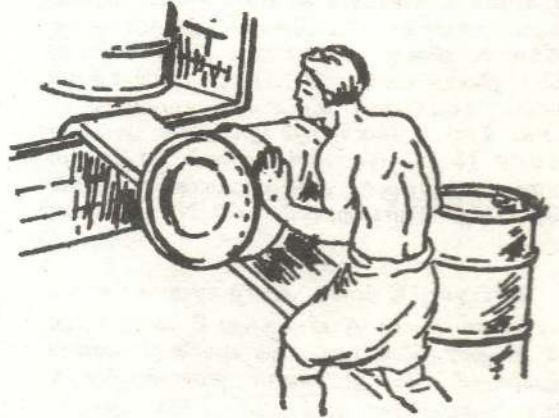
சில்லின் ஆரை R ஆகவும், அச்சாணியின் ஆரை r ஆகவும், பொது அச்ச F ஆகவும் இருப்பின், சில்லும் அச்சாணியும் R நீளமுள்ள எத்தனப் புயத்துடனும் r நீளமுள்ள சுமைப் புயத்துடனும் உள்ள I ஆம் வகை நெம்புகோலுடன் ஒத்தது. அப்போது சில்லினதும் அச்சாணியினதும்

$$\begin{aligned} \text{வேக விகிதம்} &= \frac{\text{எத்தனப் புய நீளம்}}{\text{சுமை புய நீளம்}} \\ &= \frac{R}{r} \\ &= \frac{\text{சில்லின் ஆரை}}{\text{அச்சாணியின் ஆரை}} \end{aligned}$$

### 13.2 சாய்தளம்

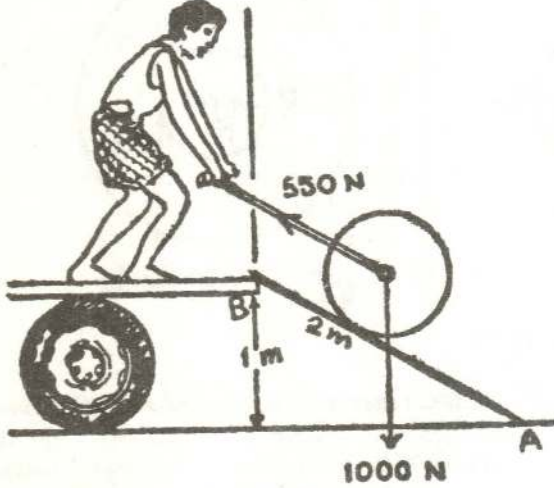
எண்ணெய்ப் பீப்பா ஒன்றை அல்லது நிலத்தை மட்டமாக உபயோகிக்கும் கை உருளி போன்ற பாரமான பொருள் ஒன்றை

தட்டொன்றை நிலத்திலிருந்து லொறியின் தட்டிற்குச் சாய்வாக வைப்பதன் மூலம் அதன் மேல் வைக்கப்பட்ட பொருள் மேலே தள்ளப்படுகின்றது. இவ்வாறு உபயோகிக்கப்படும் பலகை அல்லது பராலைத் தட்டு சாய்தளம் என அழைக்கப்படுகின்றது. சாய்தளம் ஒன்றைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இரு நூறு அல்லது முன் நூறு கிலோகிராம் திணிவுடைய பொருள் ஒன்றை இரண்டு அல்லது மூன்று மனிதர்களால் மேலே உயர்த்திவிட முடியும் (படம் 13.11). பொரு



படம் 13.11 சாய்தளத்தின் மூலம் பாரமான பொருள் ஒன்றை லொறிக்குள் ஏற்றுதல்

ளின் நிறை நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கித் தாக்குகின்றது என்பதை நாம் அறிவோம். அதற்கு மற்றொரு திசையின் வழியே செலுத்தப்படும் சிறிய விசையொன்றினால் மேற்குறிப்பிட்ட பொருளை உயர்த்துவதற்குச் சாய்தளங்கள் உதவுகின்றன. எனவே, சாய்தளமும் ஒரு பொறியாகும்.



படம் 13.12

படம் 13.12 இல் சாய்தளத்தை உபயோகித்து லொறியொன்றின் தட்டிற்கு ஏற்றப் படுவது கை உருளி ஆகும். லொறியின் தட்டு நிலத்தில் இருந்து 1 m உயரமுடைய தாகவும் பயன்படுத்தப்படும் சாய்தளத் தட்டு 2 m நீளம் உடையதாகவும் கொள்வோம். 100 கிலோகிராம் நிறையுடைய ஒரு கை உருளியைச் சாய்தளத்தின் வழியே சமாந்தரமாக மேல்நோக்கி இழுப்பதற்கு 550 N விசை தேவைப்பட்டது. இங்கு பொறியை உபயோகிப்பதால் உயர்த்தப்படும் சுமை கை உருளியின் பாரமாகும். அது 100 கிலோகிராம் நிறைகள் அல்லது 1000 N ஐக் கொண்டதாகும். எத்தனம் சாய்தளத்திற்குச் சமாந்தரமாக மேல்நோக்கித் தொழிற்படும் 550 N விசையாகும்.

சாய்தளத்திற்குச் சமாந்தரமாக எத்தனத்தின் மூலம் A யிலிருந்து B வரையான 2 m தூரத்தின் ஊடாகக் கை உருளையை இழுக்கும் போது சுமை நிலைக்குத்தாக உயர்த்தப்படுகின்ற உயரம் 1 m ஆகும். அதன்படி,

சாய்தளத்தின்

$$\text{வேகவிகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் இயங்கியதூரம்}}{\text{சுமை இயங்கிய தூரம்}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2m}{1m} \\ &= 2 \\ \text{சாய்தளத்தின் பொறிமுறை நயம்} &= \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}} \\ &= \frac{1000 \text{ N}}{550 \text{ N}} \\ &= \frac{20}{11} \end{aligned}$$

சாய்தளத்தின் திறன் =  $\frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விகிதம்}}$

$$= \frac{20/11}{2} \times 100$$

$$= \frac{10}{11} \times 100$$

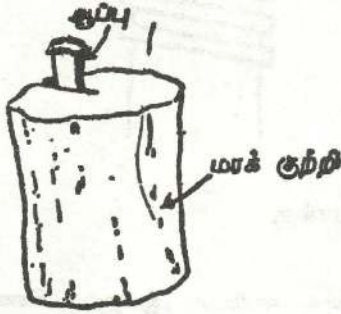
$$= 90.9\%$$

ஆதிகாலந் தொட்டே மனிதன் வேலையை இலகுவாகச் செய்வதற்குச் சாய்தளங்களை உபயோகித்துள்ளான். எகிப்தின் கைரோ நகரிற்கு அருகில் அமைந்துள்ள பெரிய கூம்பகத்தைக் கட்டி எழுப்புவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஒவ்வொன்றும் 2 தொன் (24 மெகாகிராம்) அளவு திணிவுடைய சுண்ணாம்புக் கற்கள் மிக உயரமான இடத்திற்கு உயர்த்தப்பட்டது சாய்தளத்தின் மூலமேயாகும் என நம்பப்படுகின்றது.

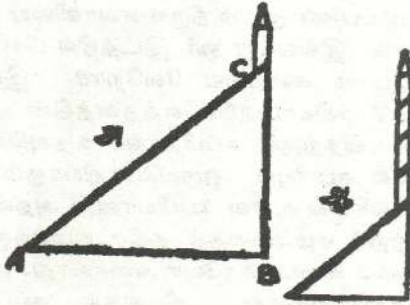
### 13.2.1 ஆப்பு

விறகு பிளப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் (படம் 13.13) ஆப்பும் ஒரு வகைச் சாய்தளமாகும். நாம் மேற்குறிப்பிட்ட சாய்தளத்தின் மூலம் பொருளிலேயே எத்தனம் பிரயோகிக்கப்பட்டது. என்றாலும், ஆப்பை உபயோகிக்கும்போது எத்தனம் ஆப்பின் மொட்டை முனையிலேயே பிரயோகிக்கப்

படுகின்றது. ஆப்பின் இரண்டு முகங்களிலும் சுமை தொழிற்படுகின்றது. இதனால் ஆப்பை ஓர் இரட்டைச் சாய்தளமாகக் கருதலாம்.



படம் 13.13 விறகு பிளப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் ஆப்பு



படம் 13.14 திருகும் ஒரு வகைச் சாய்தளம்

### 13.2.2 திருகாணி

செங்கோணத்தை அமைக்கும் பக்கங்கள் இரண்டும் 3 cm, 4cm அளவுகளைக் கொண்டிருக்கக்கூடியதாக, ABC என்னும் செங்கோண முக்கோணியை [படம் 13.14 (அ)] ஒரு காகிதத்தில் வரைந்து அதன் ACஎன்னும் பக்கத்தைக் கறுப்பு நிற மையினால் வரைந்து கொள்ளுங்கள். அது ஒரு சாய்தளம் போன்று உங்களுக்குத் தெரியும். முக்கோணியை வெட்டி எடுத்து [படம் 13.14 (ஆ)] இல் உள்ளபடி பென்சிலில் சுற்றுங்கள். AC என்னும் பகுதி திருகாணியின் திருகு போன்று பென்சிலைச் சுற்றி இருப்பதை உங்களால் அவதானிக்கக் கூடியதாக இருக்கும். இதிலிருந்து திருகாணியின் திருகும் ஒரு சாய்தளமாகும் என்பது புலனாகும். எனவே, திருகும் கருவியும் ஒரு பொறியாகும்.

### திருகு யாக்கு

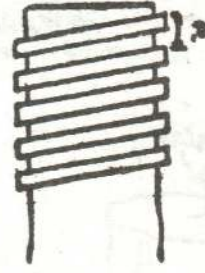
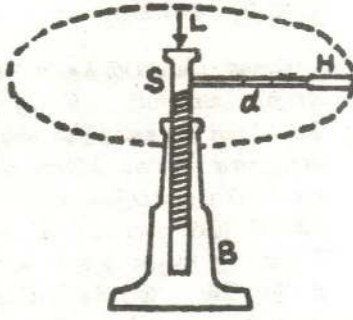
திருகு பயன்படுத்தப்படும் மிகப் பெயர் பெற்ற உபாயம் திருகு யாக்கு ஆகும். மோட்டர் வாகனத்தின் சில்லுகளை மாற்று வதற்காக வாகனத்தின் ஒரு பக்கத்தை உயர்த்தப் பயன்படும் எளிய யாக்கு படம் 13.15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிலே S என்பது திருகு ஆகும். யாக்கின் ஆதாரம் E திருகில் இறுக்கப்பட்டிருக்கும் நீண்ட சுரையின் வடிவத்தை ஒத்தது.

நீங்கள் திருகைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் அதில் அடுத்துள்ள புரிகள் ஒன்றிற்கொன்று சமாந்தரமாக இருப்பதைக் காண்பீர்கள். எனவே, அடுத்தடுத்துள்ள இரு புரிகளுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் ஒரு மாறிவி என்பதையும் காண்பீர்கள். இரு புரிகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் புரியிடை என அழைக்கப்படுகின்றது. திருகின் மேல் நுனியில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கிடைத்தண்டின் நுனி H இலே எத்தனம் E யைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அதை ஒரு கிடையான வட்டத்தில் வலஞ்சுழித்திசையில் ஒரு சுற்றுச் சுற்றும்போது புரியிடைக்குச் சமமான தூரத்தினால் திருகு மேல் ஏறும். எனவே, திருகின் மேல் உள்ள சுமை L உம் அதே அளவு தூரத்தினால் மேல் ஏறும். தண்டின் நீளம் d ஆகவும், புரியிடை P ஆகவும் இருப்பின் நுனி H ஒரு முறை சுற்றப்பட்டதும் எத்தனம் செல்லும் தூரம்  $2\pi d$  ஆகும்,

$$\begin{aligned} \text{அப்போது சுமை} \\ \text{உயர்த்தப்படும்} &= P \\ \text{தூரம்} \\ \text{யாக்கின் வேக எத்தனம் இயங்கிய தூரம்} \\ \text{விகிதம்} &= \frac{\text{சுமை இயங்கிய தூரம்}}{P} \\ &= \frac{2\pi d}{P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{யாக்கின் பொறி} \\ \text{முறை நயம்} &= \frac{L}{E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{திறன்} &= \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விகிதம்}} \end{aligned}$$



படம் 12.15 திருகு யாக்கு

என்னும் சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி யாக்கின் திறனைக் காணலாம். அது 15% அல்லது 20% சிறிய பெறுமானமாக இருக்கக் காணலாம். பயன்படுத்தப்படும் எத்தனத்தின் பெரிய பகுதி திருகுக்கும் சுரைக்கும் இடையே உள்ள உராய்வை வெல்லப் பயன்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். எத்தனத்தை நீக்கியதும் சுமையினால் உண்டாக்கப்படும் தாக்கத்தினால் பொறி கீழ் நோக்கி இயங்காமல் தடுப்பதற்கு திருகுக்கும் சுரைக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு உதவுகின்றது.

### 13.3 கப்பிகள்

#### 13.3.1 தளிக் கப்பி

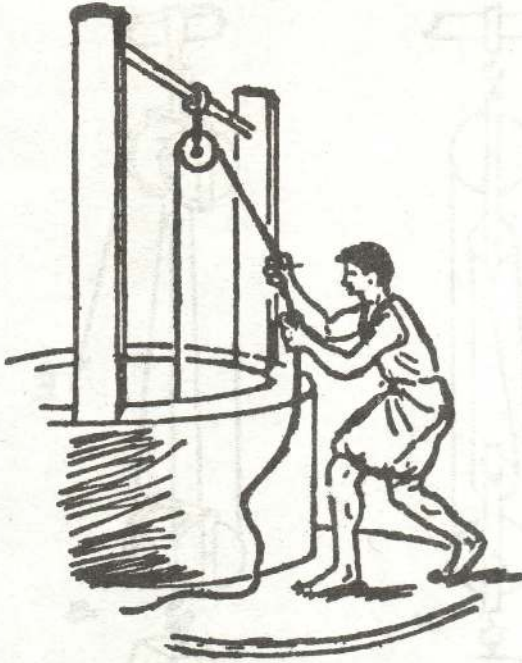
ஆழக் கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைக்கப் பயன்படும் சில்லொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ள தாங்கியைக் கண்டிருப்பீர்கள். பரிதியைச் சுற்றிக் கயிறொன்று செல்லக் கூடியதாக வெட்டப்பட்ட தவாளிப்பைக் கொண்ட சில்லே இக்கருவியின் பிரதான பாகமாகும். இவ்வகையான சில்லு கப்பி என அழைக்கப்படுகின்றது. தாங்கியில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கப்பியானது அதன் அச்சு பற்றிச் சுயாதீனமாகச் சுழலக் கூடியது.

#### கப்பிதாங்கியும் ஒரு பொறியாகும்

உங்கள் வீட்டுக் கிணற்றிலே கப்பி தாங்கி இல்லாவிட்டால், நீருள்ள வாளியை இழுப்பதற்கு நீங்கள் கிணற்றினுட்குனிந்து, வாளிக் கொளுக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள கயிற்றை மேலே இழுக்க வேண்டும். இது

கடினமான காரியம். ஆயினும், கிணற்றிலே கப்பிதாங்கி இருந்தால் கிணற்றுக்கு முன்னால் தள்ளி நின்றுகொண்டு, தாங்கியின் கப்பிக்கு மேலாகச் செல்லும் கயிற்றை இழுப்பதன் மூலம் நீருள்ளவாளியை இழுக்கலாம். இவ்வாறு ஓர் இடத்தில் பிரயோகிக்கப்படும் சுமையை வேறொர் இடத்தில் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனத்தின் மூலம் வெல்வதற்குக் கப்பிதாங்கி உதவுகின்றமையால் கப்பியும் ஒரு பொறியாகும். கப்பி தாங்கியில் உள்ள கப்பியானது அதன் அச்சு பற்றிச் சுழல்வதைத் தவிர நிலைக்குத்தாகவோ, கிடையாகவோ அசையாது. ஆகவே, இக்கப்பியானது நிலைத்த கப்பி என அழைக்கப்படுகின்றது. கப்பிக்கு மேலாகச் செல்லும் கயிற்றின் ஒரு நுனியிலே யாதாயினும் ஒரு திசையில் பிரயோகிக்கப்படும் விசையானது, வேறொர் இடத்திலே அத்திசையிலோ வேறொரு திசையிலோ தாக்குமாறு செய்யப்படலாம் என்று கப்பிதாங்கி பற்றிய உதாரணத்திலிருந்து அறிந்து கொண்டோம். அவ்வாறு தாக்குமாறு விசையை ஒழுங்கு செய்தல் விசையை ஊடுகடத்தல் என அழைக்கப்படுகின்றது.

நீர் நிரம்பிய வாளியின் நிறையை W எனக் கொண்டால் (படம் 13.16) சுமையும் W ஆகும். அச்சுமையை உயர்த்துவதற்கு வாளியின் கொளுக்கி மீது பிரயோகிக்கப்படவேண்டிய மேல் நோக்கிய விசை W ஆகும். கப்பியின் அச்சாணியில் உரா இல்லாமலும், கயிறு பாரமற்றும் இருப்பின் கையினால் பிடிக்கப்படும் கனிற்றின் நுனிமீது W என்னும் விசையைப் பிரயோ



படம் 13.16 கப்பிதாங்கியை உபயோகித்து ஒரு வாளியை உயர்த்துதல்

கித்து வாளியின் கொளுக்கி மீது W என்னும் விசையைப் பிரயோகிக்கலாம். இதிலிருந்து சுமை W ஐ உயர்த்தத் தேவையான எத்தனமும் W ஆகும்.

∴ கப்பி தாங்கியின் பொறிமுறை =  $\frac{W}{W} = 1$  நயம்

நாம் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தும் கப்பிதாங்கியில் உள்ள கப்பி முற்றாக உராய்வு இல்லாததன்று. அத்துடன் கயிறும் பாரமற்றதன்று. எனவே, கப்பிதாங்கி ஒன்றை உபயோகித்து W என்னும் சுமையை உயர்த்துவதற்குப் பிரயோகிக்கவேண்டிய எத்தனமானது சுமையைக் காட்டிலும் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும். இதிலிருந்து கப்பியின் பொறிமுறை நயம் 1 இலும் குறைவானது என்பதை அறிய முடிகிறது. எனினும், நீர் இறைத்தல் போன்ற வேலைக்காகக் கப்பி தாங்கியைப் பயன்படுத்துவதற்குக் காரணம் நீரை இறைப்பவரினது உடலின் நிறையும் எத்தனமாகப் பயன்படுவதற்கு இது சாத்தியமாக அமைகின்றது.

கயிறு இழுபட முடியாததாயின் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் முனையை x தூரம் கீழே இழுக்கும்போது x தூரம் உயரும் என்பதைப் படம் 13.16 இல் இருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். எனவே,

$$\text{கப்பிதாங்கியின் வேக} = \frac{x}{x} = 1 \text{ விகிதம்}$$

### 13.3.2 கப்பித் தொகுதி

நாம் மேலே கண்டவாறு, நிலைத்த வொரு கப்பி மூலம் சுமையை உயர்த்துவதற்குப் பிரயோகிக்கவேண்டிய எத்தனம் சுமையிலும் பார்க்கச் சிறியதன்று. எனவே பிரயோகிக்கப்படவேண்டிய எத்தனத்தைக் கருதும்போது நிலைத்த தனிக் கப்பியிலிருந்து எந்தவித நயமும் கிடைப்பதில்லை. இப்போது படம் 13.17 இல் உள்ள அமைப்பை அவதானியுங்கள். அங்கு A, B என்னும் இரு கப்பிகள் உள. அவற்றுள் கப்பி A நிலைத்தது. இரு கப்பிகளையும் சுற்றி ஒரு தனிக் கயிறு செல்கின்றது. கயிற்றின் ஒரு முனை கப்பி A யைத் தாங்கும் சட்டத்துடன் கட்டப்பட்டுள்ளது. கப்பி A யிற்கு மேலாகச் செல்லும் கயிற்றின் மறு நுனியில் எத்தனம் E பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. அம்முனையை x தூரம் கீழ்நோக்கி இழுத்தால், இரு கப்பிகளையும் சுற்றிச் செல்லும் கயிற்றின் பாகம் அதே தூரத்தினால் குறுகும். B யின் இரு பக்கங்களிலும் இருக்கும் கயிற்றின் இருபாகங்களும் குறுகுவதனால் ஒவ்வொரு கயிற்

றின் பாகமும் குறுகும் அளவு  $\frac{x}{2}$  ஆக இருக்கும்

எனவே, கப்பி B ஆனது W என்னும்

சுமையுடன்  $\frac{x}{2}$  தூரம்மேல் எழும். இதன்படி

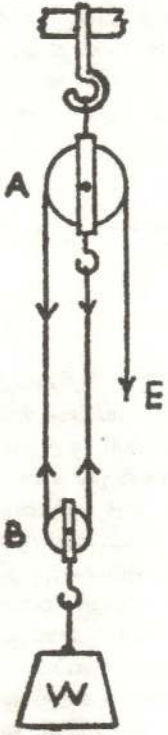
இவ்வமைப்பின் எத்தனம் இயங்கிய தூரம் வேக விகிதம் =

சுமை இயங்கிய தூரம்

$\frac{x}{x/2}$

=  $\frac{x}{x/2}$

=  $\frac{2x}{x}$



படம் 13.17 இயங்கும் தனிக் கப்பியைக் கொண்ட கப்பித் தொகுதி

கப்பிகளிலே உராய்வு இல்லாமலும் கயிறு பாரமற்றதாகவும் இருப்பின், ஒவ்வொரு கயிற்றுப் பகுதியிலும் கப்பி B மீது பிரயோகிக்கப்படும் இழுப்பு அல்லது இழுவை E ஆகும். அப்போது கப்பியினதும், அதன் சட்டத்தினதும் நிறை w ஆயின்,

$$2E = W + w$$

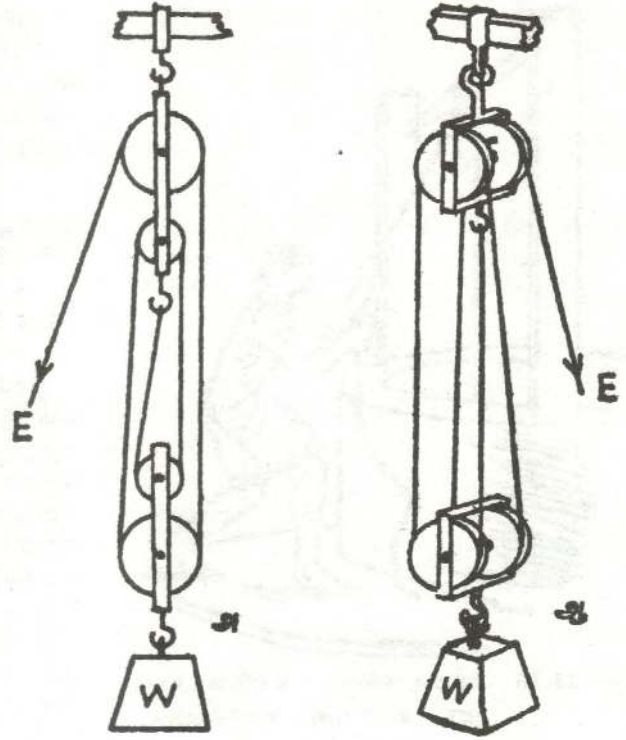
$$\text{அல்லது } E = \frac{W + w}{2}$$

எனவே அவ்வமைப்பின் பொறிமுறை நயம்

$$= \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம் } W}$$

$$= \frac{W + w}{2W}$$

$$= \frac{W + w}{2W}$$



படம் 13.18 இயங்கும் இரு கப்பிகளைக் கொண்ட கப்பித் தொகுதி

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட கப்பிகளைக் கொண்ட மேற்குறிப்பிட்ட அமைப்பு கப்பித் தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது. மேற்குறிப்பிட்ட கப்பித் தொகுதியில் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் கயிற்றின் நுனியைக் கீழே இழுக்கும்போது கப்பி B மேல் நோக்கியும், கயிறு இளகும்போது கப்பி B கீழ்நோக்கியும் நகர்வதை அவதானிக்கலாம். இவ்வாறு மேலும் கீழும் அசையக்கூடிய கப்பிகள் அசையத்தக்க கப்பி எனப்படும். எனவே, மேலே குறிப்பிட்ட கப்பித்தொகுதி ஒரு நிலைத்த கப்பியையும் ஒரு அசையத்தக்க கப்பியையும் கொண்ட தொகுதியாகும்.

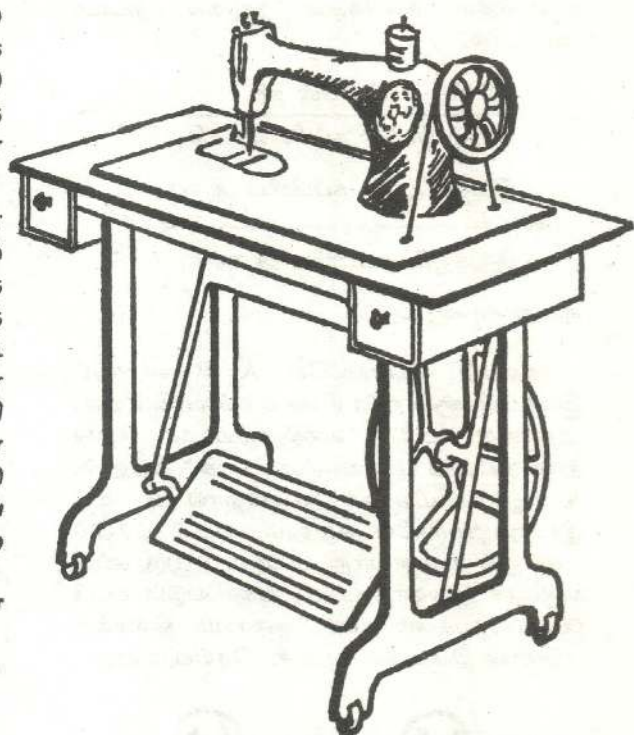
கப்பித் தொகுதியில் உள்ள கப்பிகளின் எண்ணிக்கையைக் கூட்டுவதன் மூலம் அதன் வேக விகிதத்தையும், பொறிமுறை நயத்தையும் அதிகரிக்க முடியும். படம் 13.18 (அ) இல் உள்ள தொகுதியை அவதானியுங்கள். அதைப் படம் 13.18 (ஆ) இல் காட்ட

ப்பட்டுள்ள படத்தின் மூலம் கடதாசியில் வரைந்து அதன் தொழிற்பாட்டை எளிதாக விளங்கிக் கொள்ளலாம். படம் 13.18 (அ) இல் உள்ளவாறு ஒரு சட்டத்திற் பொருத்தப்பட்டுள்ள கப்பிகள் கப்பிதாங்கி என அழைக்கப்படும்.

எத்தனம் E பிரயோகிக்கப்படும் முனையை x தூரத்தினால் கீழ்நோக்கி இழுக்கும் போது கப்பிதாங்கி உயரும் உயரத்தை எடுத்து நோக்குவதன் மூலம் இக்கப்பித் தொகுதியின் வேக விகிதத்தைக் கண்டுபிடி யுங்கள். கப்பிகளில் உராய்வு இல்லை எனவும், கயிறு பாரமற்றது எனவும், கப்பி தாங்கி B ஆனது W நிறையைக் கொண்டது எனவும் கொண்டு, கப்பித் தொகுதியின் பொறிமுறை நயத்தைக் கண்டு பிடியுங்கள். வேக விகிதம் 5 எனவும் பொறிமுறை

$$\text{நயம்} = \frac{4W}{W+W} \text{ எனவும் நீங்கள்}$$

பெற்றால் உங்கள் விடை சரியாகும்.



### 13.4 சக்தி ஊடுகடத்தல்

#### 13.4.1 அந்தமில் பட்டி மூலம் ஊடுகடத்தல்

காலினால் இயக்கப்படுகின்ற தையல் பொறி உங்கள் வீட்டில் இருக்குமாயின், அதனைச் சமூழ்ந்துவதற்காக ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ள அமைப்பை அவதானியுங்கள். பொறியின் மிதியடியை மிதிக்கும்போது பெரிய கப்பி A சுற்றும். பொறியின் தலையிலும் கப்பி B யைக் கொண்ட ஒரு பறப்புச் சில்லு இருக்கிறது. இக்கப்பியையும் முன்னர் கூறிய கப்பியையும் சுற்றி இறுக்கமாக ஒரு தோற்பட்டி போடப்பட்டிருக்கும். பட்டியின் இரு நுனிகளும் ஒன்றாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய பட்டியானது அந்தமில் பட்டி என அழைக்கப்படும். மிதியடியை மிதிக்கும் போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள கப்பி A சமூலும். அப்போது, இவ்வியக்கமானது மேற் குறித்த பட்டி மூலம் பறப்புச் சில்லின் கப்பி B யிற்குக் கொண்டு போகப்படுகின்ற படியால் பறப்புச் சில்லும் சமூலும். அதாவது மிதியடியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள கப்பிக்கு எமது உடலினால் வழங்கப்

படம் 13.19 தையற் பொறியிலே ஒரு கப்பியிலிருந்து வேறொரு கப்பிக்குச் சக்தி ஊடுகடத்தப்படல்

படும் சக்தியானது பட்டி மூலம் பறப்புச் சில்லுக்கு அனுப்பப்படும். அப்பட்டியானது முதலில் குறிப்பிட்ட கப்பியிலிருந்து இரண்டாவதாகக் குறிக்கப்பட்ட கப்பிக்குச் சக்தியை ஊடுகடத்துவதாகக் கூறப்படும். இங்கு மிதியடியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள கப்பி A யின் மூலம் மற்றைய கப்பி B இயக்கப்படுகின்றது. எனவே, கப்பி A ஆனது இயக்கும் கப்பி எனவும், கப்பி B ஆனது இயக்கப்படும் கப்பி எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இக்கப்பிகள் இரண்டையும் பரீட்சித்துப் பார்த்தால் இயக்கும் கப்பி பெரிய ஆரையைக் கொண்டதாயும், இயக்கப்படும் கப்பி அதிலும் சிறிய ஆரையைக் கொண்டதாயும் இருப்பதைக் காணலாம். மிதியடியை மிதிக்கும்போது இயக்கப்படும் கப்பியானது இயக்கும் கப்பியைக் காட்டிலும் அதிக கதியுடன் சுற்றும் எனவுவும் காணலாம். இவ்விரு கப்பிகளினதும் கதிகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் அக்கப்பிகளின் ஆரைகளின் வேறுபாடேயாகும்.

பட்டிக்கும் கப்பிக்கும் நழுவல் ஏற்படா விட்டால்,

இயக்கும் கப்பியின் கதி

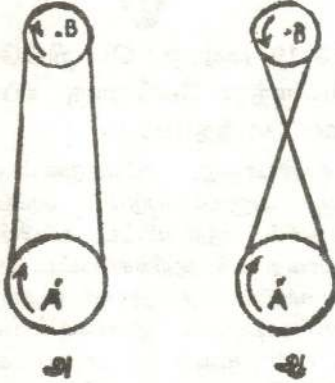
இயக்கப்படும் கப்பியின் கதி

இயக்கப்படும் கப்பியின் ஆரை

இயக்கும் கப்பியின் ஆரை

என்று காணப்படும்.

தையற் பொறியிலே A, B என்னும் இருகப்பிகளும் ஒரே திசையில் சுழல்கின்றன. அதாவது கப்பி A வலஞ்சுழியாகச் சுழன்றால் கப்பி B யும் வலஞ்சுழியாகச் சுழலும். A இடஞ்சுழியாகச் சுழன்றால் B யும் இடஞ்சுழியாகவே சுழலும். படம் 13.20 (ஆ) இல் உள்ளவாறு பட்டியை இரு கப்பிகளுடன் இணைத்தால் இயக்கப்படும் கப்பியை இயக்கும் கப்பி அசையும் திசைக்கு எதிரான திசையில் சுழலச் செய்யமுடியும்.



படம் 13.20

உங்கள் ஊரில் உள்ள நெல் குற்றும் ஆலைகளுக்குச் செல்வீர்களாயின் (டீசல்) அல்லது (பெற்றோல்) எண்ணெயினால் இயக்கப்படும் எந்திரத்தின் அல்லது மின் மோட்டரின் சக்தியை நெல் குற்றும் பொறிக்குச் செலுத்துவதன் பொருட்டு அங்கு கையாளப்படும் முறையை நீங்கள் காண்பீர்கள். அங்கு கப்பிகளைச் சுற்றி அமைந்துள்ள வட்டமான பட்டி மூலமல்லாது அகன்ற இரு சில்லுகளைச் சுற்றி அமைந்துள்ள வலிமையான தட்டைக் கம்பளிப் பட்டி மூலமே சக்தி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது.

### 13.4.2 அந்தமில்லாச் சங்கிலிகளின் மூலம் ஊடுகடத்தல்

பட்டிகளின் மூலம் சக்தியை ஊடுகடத்தும் போது பட்டிகளுக்கும் கப்பிகளுக்கு மிடையே அல்லது பட்டிகளுக்கும் சில்லுகளுக்குமிடையே நழுவல் ஏற்படாதிருப்பதற்கு அவற்றிற்கிடையே போதிய உராய்வு இருக்கவேண்டும். போதிய உராய்வு இருக்காதபோது நழுவல் ஏற்படுவதன் காரணமாகச் சக்தி ஊடுகடத்தல் திறமையாக நடைபெறுவதில்லை.

சக்தி ஊடுகடத்தலைத் திறமையாக நடத்தக் கையாளப்படும் முறையிலே பற்சில்லுகளும் அந்தமில் சங்கிலியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சைக்கிளோட்டுபவர்தனது உடல் மூலம் சைக்கிளின் மிதியடிகளுக்கு வழங்கப்படும் சக்தி இம்முறைப்படி பற்சில்லுகளுக்கு ஊடுகடத்தப்படுகின்றது (படம் 13.21).

அதன் முற்பக்கத்தில் இருக்கும் பற்சில்லு A இயக்கும் சில்லாகவும் பிற்பக்கத்தில் இருக்கும் பற்சில்லு B இயக்கப்படும் சில்லாகவும் தொழிற்படுகின்றன. பற்சில்லு உயர்ந்திருக்குமாறு நிலைப்படுத்தப்பட்டிருக்கும் சைக்கிளொன்றின் மிதியை வலஞ்சுழியாகச் சுழற்றினால், பிற்பக்கத்தில் இருக்கும் பற்சில்லு B ஆனது முற்பக்கத்தில் இருக்கும் பற்சில்லு A யை யை விட விரைவாகச் சுழல்வதைக் காணலாம். இப்போது ஒவ்வொரு சில்லிலும் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கைகளைக் கவனிக்க. A யில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையானது B யில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பதைக் காணலாம். பற்சில்லுகள் இரண்டினதும் கதிகளுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசத்திற்குக் காரணம் அவற்றில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கைகளுக்கிடையுள்ள வித்தியாசம் ஆகும்.

இயக்கும் பற்சில்லின் கதி

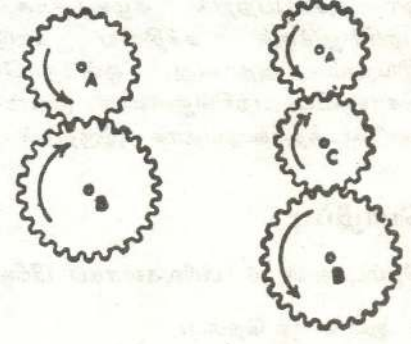
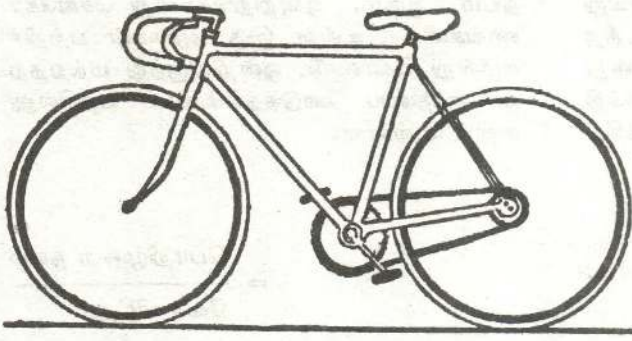
இயக்கப்படும் பற்சில்லின் கதி

இயக்கப்படும் பற்சில்லில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கை

இயக்கும் பற்சில்லில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கை

என்று பற்சில்லுகளின் கதிகளைக் கவனமாக மதிப்பிட்டு அறிந்துகொள்ளலாம்.





படம் 13.21

### 13.4.3 பற்சில்லுகளின் மூலம் ஊடு கடத்தல்

பற்சில்லுகளுடன் பயன்படுத்தப்படும் அந்த மில்லாத சங்கிலி மூலம் சக்தியை ஊடுகடத்தும்போது அச்சங்கிலியின் குண்டுகள் இயக்கும் சில்லின் பற்களுடன் கொளுவியிருப்பதனால், இயக்கும் சில்லுச் சுழலும் போது சங்கிலி இயங்கும். இயக்கப்படும் சில்லின் பற்களும் சங்கிலியின் குண்டுகளுடன் கொளுவியிருப்பதனால் சங்கிலி மேற்கூறியபடி இயங்கும் போது இயக்கப்படும் சில்லும் சுழலும். இவ்வாறாக ஒரு பற்சில்லிலிருந்து மற்றைய பற்சில்லுக்குச் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது.

சங்கிலியைப் பயன்படுத்தாமல் ஒரு சில்லின் பற்கள் மற்றைய சில்லின் பற்களுக்கிடையேயுள்ள வெளிகளிற் கொளுவியிருக்குமாறு பற்சில்லுகள் இரண்டையும் வைத்து ஒரு சில்லிலிருந்து மற்றைய சில்லுக்குச் சக்தியை ஊடுகடத்தலாம். இயக்கும் பற்சில்லு B யும் இயக்கப்படும் பற்சில்லு A யும் படம் 13.22 (அ) இல் உள்ளவாறு கொளுவியிருக்கும் போது சில்லு A யில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையானது சில்லு B யில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையை விடக் குறைவு. ஆகையால், சில்லு B சில்லு A யை விடக் குறைந்த சுதியுடன் சுற்றும். பற்சில்லுகள் இரண்டையும் சுற்றி அந்தமில்லாச் சங்கிலி இடப்பட்டிருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் உள்ளவாறு என்று காண்ப

படம் 13.22 பற்சில்லுகளின் மூலம் சக்தியை ஊடுகடத்தல்

இயக்கும் பற்சில்லின் சுதி

இயக்கப்படும் பற்சில்லின் சுதி

இயக்கப்படும் பற்சில்லில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கை

இயக்கும் பற்சில்லில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கை

படம். எவ்வாறாயினும் பற்சில்லுகள் இரண்டும் எதிர்த் திசைகளிலேயே சுற்றுகின்றன. பற்சில்லு A வலஞ்சுழித்திசையில் சுற்றும்போது பற்சில்லு B இடஞ்சுழித்திசையிலும், பற்சில்லு A இடஞ்சுழித்திசையில் சுற்றும்போது பற்சில்லு B வலஞ்சுழித்திசையிலும் சுற்றும். பற்சில்லு B ஆனது பற்சில்லு A யுடன் ஒரே திசையிற் சுற்றவேண்டுமாயின் படம் 13.22 ((ஆ) இல் உள்ளவாறு ஓர் இடைப்பற்சில்லு C யைப் பயன்படுத்தி அவ்வாறு செய்யலாம்.

பட்டி மூலமும் சங்கிலி மூலமும் சக்தியை ஊடுகடத்தக்கூடியதாக இருப்பது யாதாயினுமோர் அச்சுப்பற்றிச் சுற்றும் கப்பியிலிருந்து அல்லது பற்சில்லிலிருந்து அதற்குச் சமாந்தரமான அச்சுப்பற்றிச் சுற்றுகின்ற வேறு கப்பிக்கு அல்லது பற்சில்லுக்குக்கேயாகும். அவ்வாறில்லாமல் தக்கவாறு அமைக்கப்பட்ட ஒன்றோடொன்று கொளுவிய பற்சில்லுகள் இரண்டைப் பயன்படுத்தி, எத்திசையிலும் உள்ள அச்சுப்பற்றிச் சுழல்கின்ற பற்சில்லொன்றிலிருந்து (வேறு தேவையான திசையில் இருக்கும்,

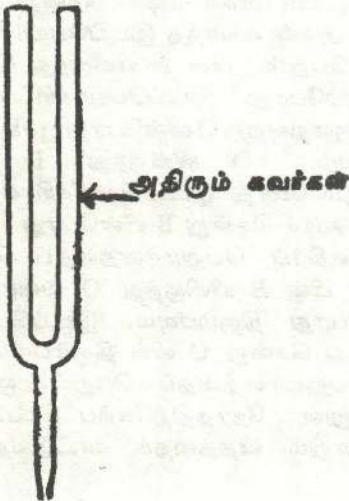


# அத்தியாயம் 14

## ஒலி

### 14.1 ஒலி தோற்றுவாம்

ஒலி அல்லது சத்தம் என்பது கேட்டல் என்னும் உணர்வை நம்முள் ஏற்படுத்தும் ஒன்றாகும். இவ்வுணர்வை ஏற்படுத்தக்கூடிய பலவகையான தூண்டிகள் நமது சூழலில் காணப்படுகின்றன. உங்கள் வகுப்பு நண்பர்களின் பேச்சு அல்லது அவர்கள் இடும் சத்தம், பறவைகளின் நாதம், நாய்களின் ஊளையிடல் சத்தம், மோட்டர் வாகனங்களின் ஊதுகுழற் சத்தம், சைக்கிள் மணியோசை, வானொலியில் பாட்டு இசை, திடீரென மோட்டர்காரை நிறுத்தும்போது ஏற்படும் ஒலி என்பன அத்தூண்டிகளுள் சிலவாகும். நாம் எமது எண் ங்களையும் விருப்பு வெறுப்புக்களையும் மற்றவர்களோடு பரிமாறிக்கொள்ளும் பிரதான ஸீழிகளில் ஒலியும் ஒன்றாகும். ஒலி இல்லாவிட்டால் நமது வாழ்வு எப்படியிருக்கும் என்று எண்ணிப்பாருங்கள். வகுப்பில் எமக்கு எமது ஆசிரியரின் குரல் கேட்காது. வானொலியில் நமக்கு விருப்பமான நிகழ்ச்சிகளைக் கேட்க இயலாது. அதேபோல் இசையில் உண்டாகும் மனக் களிப்புகளும் கரே சத்தங்களால் ஏற்படும் பயமும் எரிச்சலும் ஏற்பட மாட்டா. சுருக்கமாகக் கூறின் எமது வாழ்வின் எல்லாக் கட்டத்திலும் வியாபித்திருக்கக்கூடிய வெறுமையை நாம் உணர்வோம்.

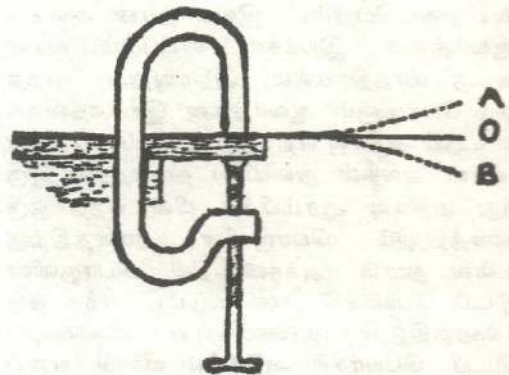


படம் 14.1 இசைக் கவர்

ஆய்வுச்சாலையில் ஒலியைப் பிறப்பிப்பதற்காக நாம் இசைக் கவரை உபயோகிக்கின்றோம் (படம் 14.1). இசைக் கவரை அதிரச்செய்யுங்கள் அல்லது ஒலிக்கும் சைக்கிள் மணியொன்றை உங்கள் விரல் நுனியினால் தொடுங்கள். அப்போது விரல் நுனியில் சிறியதொரு அதிர்வு உணரப்படும். மணியின் மூடி அல்லது இசைக்கவரின் கவர் உங்கள் விரல்லுனியில் விட்டு விட்டுத் தட்டுவதே இவ்வுணர்ச்சி உண்டாகக் காரணமாக உள்ளது. ஒலிக்கும் மணியின் மூடியில் அதிர்வுறும் இசைக்கவர் இங்கும் அங்கும் இயங்குகிறதென்று இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது. இவ்வாறான இங்கும் அங்குமான அசைவு அதிர்வு எனப்படும். நாம் கேட்கும் எல்லா ஒலிகளும் இவ்வாறான அதிர்வுகளால் ஏற்படுகின்றன. இவ்வதிர்வுகள் மிக விரைவாக நடைபெறாவிட்டால் அவற்றைநாம் காணலாம்.

### பரிசோதனை 1

கழிக்கப்பட்ட வெட்டும் வாள் அலகு போன்ற மெல்லிய உலோகத்தகடொன்றை பிடி மூலம் மேசை விளிம்பில் இறுக்குங்கள் (படம் 14.2). அதன் சுயாதீன முனையை விரலால் மேலே தள்ளிவிட்டுத் திடீரென கையை விடுங்கள். வாள் அலகு



படம் 14.2 வாள் அலகின் அதிர்வு

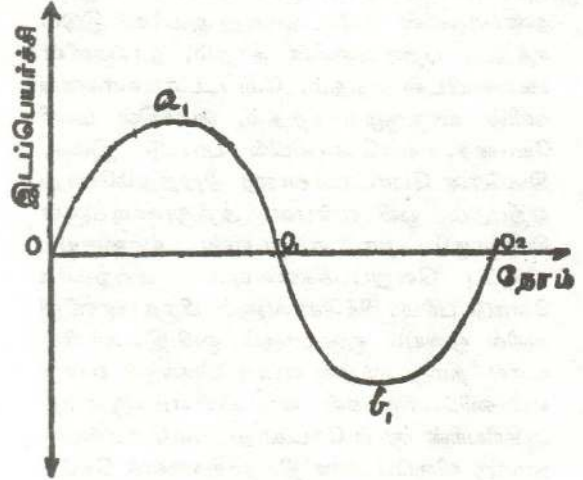
அதிர்வதைக் காண்பீர்கள். அவ்வதிர்வு தேவையான அளவு விரைவாயின் இரையும் ஒலியைக் கேட்பீர்கள்.

வாள் அலகின் சுயாதீன முனையை இடம் பெயரச் செய்வதற்கு முன்னால் அதன் ஓய்வுத் தானம் O எனவும், அலகின் முனை A வரை இடம் பெயர மேல் பக்கத்திற்கு இடம் பெயரச் செய்துவிடப்படுகிறதெனவும் கொள்வோம். அப்போது அது O விற்குத் திரும்ப வரும். ஆயினும், அலகு அவ்விடத்தில் நிற்காமல் O விலிருந்து B யிற்கும் B யிலிருந்து திரும்ப O விற்கும் பின்பு O விலிருந்து A யிற்கும் அசைவுறும். அதன் பின்னர் சமமான நேர ஆயிடைகளில் இவ்வியக்கம் மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறும். O விலிருந்து A, A யிலிருந்து O, O விலிருந்து B, B யிலிருந்து O வரை நடைபெறும் இவ்வியக்கம் ஓர் அதிர்வு அல்லது ஒரு சக்கரம் என அழைக்கப்படும். இதற்கு எடுக்கும் காலம் அதிர்வுக்காலம் எனப்படும். ஒரு செக்கனில் நடைபெறும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை, அதிர்வின் மீட்டறன் எனப்படும். மீட்டறனின் அலகு ஒரு செக்கனுக்கு எவ்வளவு சக்கரம் என்று கணிக்கப்படும். வானொலி அலைகளைக் கண்டு பிடித்த ஹேர்ஸ் என்னும் ஜேர்மன் விஞ்ஞானியின் ஜீனைவாக இவ்வலகு ஹேர்ஸ் (Hz) என அழைக்கப்படும்.

நாம் மேலே கூறியவாறு அதிர்வுறச் செய்த வாள் அலகின் அதிர்வு இயக்கம் சமமான நேர ஆயிடைகளில் திரும்பத் திரும்ப நடைபெறும். இவ்வாறான அசைவு ஆவர்த்தன இயக்கம் எனப்படும். வாள் அலகு மாத்திரமல்ல, அதிர்வுறும் எந்த ஒரு பொருளும் ஆவர்த்தன இயக்கத்தைக் காட்டும் அதிர்வு ஏற்படும் முன், பொருளின் (வாள் அலகின் நுனியில்) தானத்தில் இருந்து அதிர்வு ஆரம்பித்த பின் எந்த ஒரு கணத்திலும் பொருளின் தானத்திற்கு உள்ள தூரம் அக்கணத்தில் பொருளின் இடப் பெயர்ச்சி எனப்படும். எந்த ஒரு சக்கரத்திலும் காணக்கூடிய மிகக்கூடிய இடப் பெயர்ச்சி அதிர்வின் வீச்சம் எனப்படும்.

## 14.2 அலையியக்கம்

பொருளொன்று அதிர்வுறும்போது அதன் இடப்பெயர்ச்சி தொடர்ச்சியாக மாறுதலடையும். OA யின் திசைக்கு நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சி (+) நேர் இடப்பெயர்ச்சியாயின் OB யின் திசைக்கும் நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சி (-) மறையாகும். ஒரு சக்கரத்தினுள் ஏற்படும் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியை நோக்குவோம்.

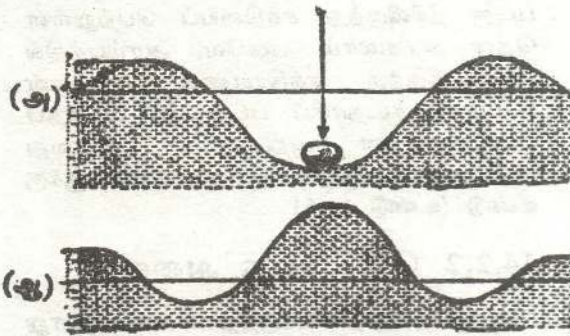


படம் 14.3 அதிர்வுறும் வாள் அலகின் இடப்பெயர்ச்சியில் நேரத்திற்கேற்ப ஏற்படும் மாற்றம்

பொருள் O விலிருந்து A இயங்கும்போது இடப்பெயர்ச்சி பூச்சியத்தில் இருந்து படிப்படியாகக் கூடிச் சென்று A யின் போது அதன் உயர்ந்த இடப்பெயர்ச்சி அளவைப் பெறும். பின் A யிலிருந்து O வரை இயங்கும்போது இடப்பெயர்ச்சி படிப்படியாகக் குறைவுற்று O வின்போது பூச்சியத்தை அடையும். O விலிருந்து B வரை இயங்கும் போது இடப்பெயர்ச்சி எதிர்ந்திசையில் கூடிச் சென்று B யின்போது மிகவும் கூடிய எதிர்ப் பெறுமானத்தைப் பெறும். அதன் பின் B யிலிருந்து O வரை அசைவுறும்போது திரும்பவும், இடப்பெயர்ச்சி குறைந்து சென்று O வில் திரும்பவும் பூச்சியப் பெறுமானத்தைப் பெறும். ஒரு சக்கரத்தினுள் நேரத்திற்கேற்ப இடப்பெயர்ச்சி மாறும் விதத்தைக் காட்டுவதற்காக

நேரத்தை  $x$  அச்ச வழியேயும் இடப்பெயர்ச்சியை  $y$  அச்ச வழியேயும் எடுத்து வரைந்த வரைபு ஒன்று படம் 14.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபொன்றாகும். வரைபின்  $O$  &  $a_1$  பகுதியால்  $O$  விலிருந்து  $A$  வரை பொருளின் இயக்கமும்,  $a_1$   $O_1$  பகுதியால்  $A$  யிலிருந்து  $O$  வரை பொருளின் இயக்கமும்  $O_1$   $b_1$  பகுதியால்  $O$  விலிருந்து  $B$  வரை இயக்கமும்  $b_1$ ,  $O_1$  பகுதியால்  $B$  யிலிருந்து  $O$  வரை இயக்கமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு அதிர்வுறும் வாள் அலகு ஒரு முழு அதிர்வைப் பெறும்போது, அவ்வியக்கத்தின் இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபின் வடிவமானது ஒரு குளத்தின் அமைதியான நீர்ப்பரப்பில் ஒரு கல்லைப் போடும்போது அப்பரப்பில் ஏற்படும் அலையின் வடிவத்தை ஒத்து இருக்கும் எனக் காண்போம்.

இனி குளத்தின் அமைதியான நீர்ப்பரப்பின்மேல் கல் ஒன்றைப் போடும்போது என்ன நடைபெறுகின்றதெனப் பார்ப்போம். கல் ஏற்படுத்தும் அழுக்கம் காரணமாகக் கல் விழும் இடத்திலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பு இறங்கி ஒரு தாழியை உண்டாக்கும். அத்துடன் தாழியைச் சுற்றி நீர் மேலெழுந்து ஒரு முடி உண்டாகும் (படம் 14.4அ).



படம் 14.4 நீர் மேற்பரப்பில் ஏற்படும் அலைகள்

இப்போது தாழியிலும் முடியிலும் உள்ள நீரின் அழுக்கங்களிடையே யுள்ள வித்தியாசம் காரணமாய் நீர்ப்பரப்பு தன் ஆரம்ப நிலைக்கு வர முயலும். ஆயினும், அவ்வாறு வர முயலுகையில் தாழிலுள்ள நீர்ப்பரப்பு அதன் ஓய்வுத் தானத்தைக் கடந்து போய்

முடியாக அமையுமுன்னர், முடியாக இருந்த நீர்ப்பரப்பு அதன் ஓய்வுத் தானத்தின் கீழ் இங்கித் தாழியாக மாறும். அத்துடன் அத்தாழிக்கு அப்பால் ஒரு முடி உண்டாகும் (படம் 14.4 ஆ).

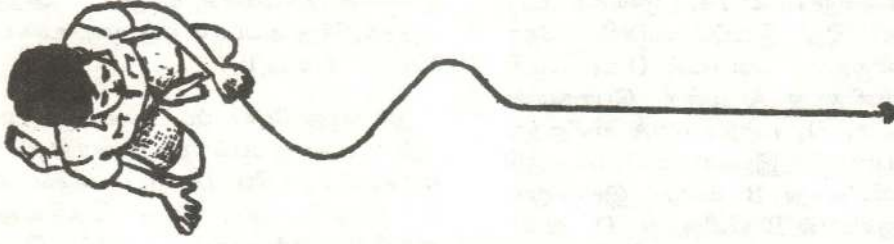
இவ்வாறு போடப்பட்ட கல் காரணமாக ஏற்பட்ட குழப்பம் தாழிகளாகவும் முடிகளாகவும் மாறிப் பரவும். அவை விரிந்து கொண்டு செல்லும் ஒரு வட்டத்தில் ஒன்றன் ஒன்றின் ஒன்றாகப் பரவிச் செல்லும். இவ்வாறு அலைத் தொடர் உண்டாகும்.

குழப்பம் ஏற்பட்ட தானத்திலிருந்து நீர் பரவிச் சென்றமையால் அலைத் தொடர் உண்டானதென இத்னை அவதானிக்கும் ஒருவர் எண்ணுவார். ஆயினும், அது அப்படியன்று. மிதக்கும் சிறிய கடதாரிப் படகொன்றை நீரில் அலைத் தொடரின் பாதையில் வைத்தால் படகு நீருடன் அடித்துச் செல்லப்படமாட்டாது. ஆகவே குழப்பம் ஏற்படும் தானத்திலிருந்து நீர்ப்பரப்பு வெளியே செல்லமாட்டாதென அறியலாம். ஆகவே அலைத்தொடர் நீர்ப்பரப்பு வழியே வெளியே செல்கின்றபோதிலும் மேற்பரப்பிலுள்ள நீர் அலைத் தொடருடன் செல்வதில்லையென இதனின்றும் அறியலாம். நீர்ப்பரப்பில் ஏற்பட்ட அலையின் வடிவத்தை ஒத்த அலைத் தொடரை மெல்லிய கயிறொன்றைப் பயன்படுத்துவன் மூலம் உபாக்கலாம்.

## 14.2.1 குறுக்கலை

### பரிசோதனை 2

சிறிது நீளமான கயிறொன்றை எடுத்து அது நேராக இருக்குமாறு வழவழப்பான நிலத்தின் மேல் வையுங்கள். பின் அதன் ஒரு நுனியை நிலத்துடன் கட்டி விடுங்கள். மறு நுனியைக் கையால் பிடித்து நிலைக்குத்தாய் விரைவாய் இங்கும் அங்கும் அசையுங்கள். கையாற் பிடித்துள்ள நுனியிலிருந்து அலை கயிற்றினூடாகச் செல்வதை அவதானிக்கலாம் (படம் 44.5). இவை குழப்பமடைந்த நீர் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்ட அலைகளுக்குச் சமமான அலைகள் எனக் காணலாம். கயிற்



படம் 14.5 கமிரொன்றின் குறுக்கலை

றின் எந்தப் பகுதியும் அலையின் திசைக்குச் செல்வதில்லை என்பது தெளிவாகின்றது. கயிற்றின் எந்த ஒரு துணிக்கையின் அசையும் கயிற்றின் குறுக்கே மாத்திரம் நடைபெறுகின்றதென அறியலாம். இவ்வுதாரணத்தில் அலை செல்வதற்குக் கயிறு ஊடகமாய் அமைந்தது. முன்னையை உதாரணத்தில் அலை செல்வதற்கு நீர் ஊடகமாய் அமைந்தது. இரு உதாரணங்களிலும் அலை சென்ற ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் அலை சென்ற திசைக்குச் செங்குத்தாகச் சென்றன என அவதானிக்கலாம். இத்தகைய அலை குறுக்கலை எனப்படும்.

குறுக்கலைத் தொடரொன்றின் அடுத்ததுள்ள இரு அலைகள் மீது ஒரே மாதிரியான இரு தானங்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம், உதாரணமாக முடியிலிருந்து மறுமுடி வரை, அல்லது தாழியிலிருந்து மறுதாழி வரையான தூரம் அலை நீளம் ( $\lambda$ ) எனப்படும். செக்கன் ஒன்றில் ஏற்படும் முழு அலைகளின் எண்ணிக்கை அலையின் மீட்டின் ( $n$ ) எனப்படும். செக்கன் ஒன்றில்  $n$  அலைகள் உற்பத்தியாகுமாயின் ஒரு செக்கனில் அந்த எண்ணிக்கையிலான அலைகள் அலை செல்லும் பாதையிலுள்ள எந்த ஒரு புள்ளியையும் கடந்து செல்லவேண்டும். ஆகவே ஒரு செக்கனில் ஆரம்பத்தில் அப்புள்ளியைக் கடந்து சென்ற முதல் அலை அச்செக்கன் முடிவடைந்தபின்னர்  $n\lambda$  தூரம் சென்றிருக்கும். ஆயினும், செக்கனில் அலை செல்லும் தூரம் அவ்வலையின் வேகம் ( $v$ ) ஆகும். ஆகவே,

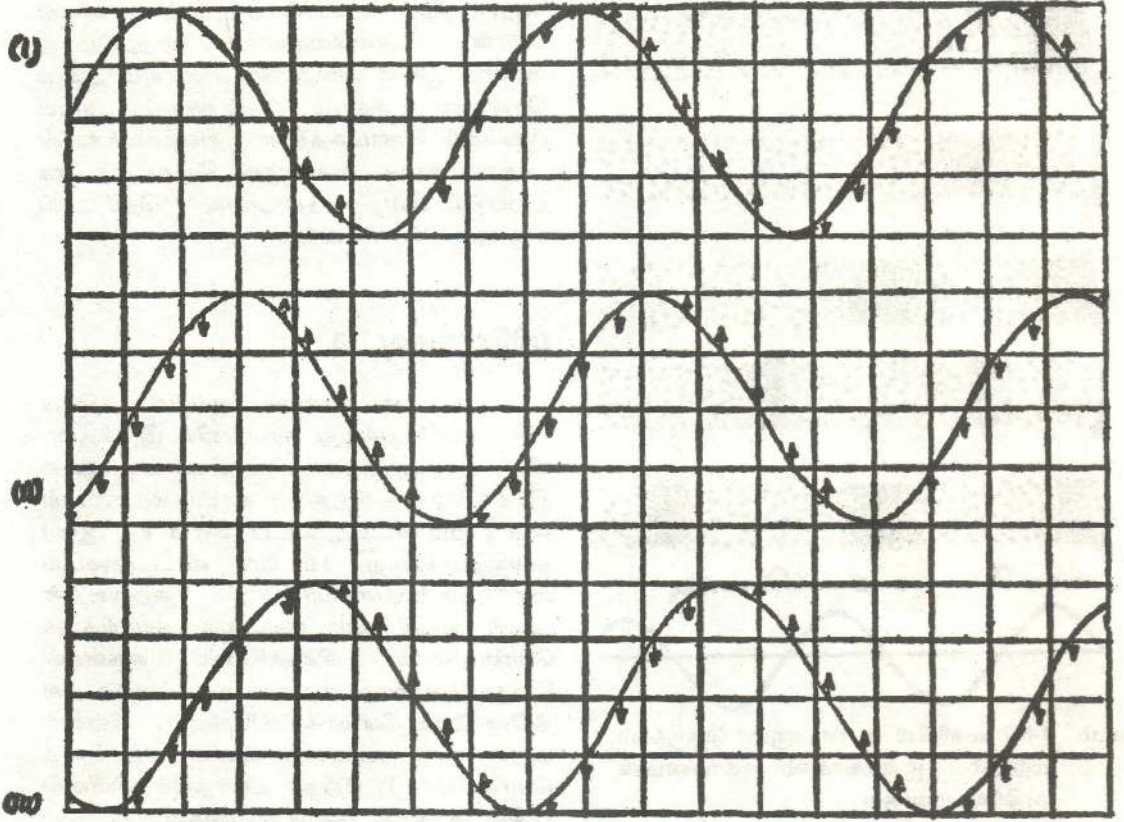
$$v = n\lambda$$

மீற்றர் / செக்கன் = ஹெர்ஸ்  $\times$  மீற்றர்  
அலைகள் ஊடாக சக்தி கடத்தப்படும்

ஒரு மேற்பரப்பு மீது கல்லொன்றை எறியும் போது ஏற்படும் குழப்பம் காரணமாக உண்டாகும் அலை குறுக்கலை ஆகும். விழும் கல் தனது சக்தியில் ஒரு பகுதியை நீருக்கு வழங்கும். கல் விழுந்ததால் ஏற்பட்ட அலைகள் நீர்ப் பரப்பில் மீதக்கும் கடதாசிப் படகு போன்ற பொருளொன்றை மேலும் கீழும் அசைக்கும். ஆகவே, படகு நீரிலிருந்து சக்தியைப் பெற்றுள்ளதென அறியலாம். ஆகவே, ஆரம்பத்தில் கல்லிடமிருந்த சக்தியானது அலைகள் ஊடாகக் கடதாசிப் படகுக்குக் கடத்தப்பட்டுள்ளதென அறியலாம். அதாவது சக்தியை ஊடுகடத்தும் ஆற்றல் அலைகளுக்கு உண்டு (உண்டு 14.6)

### 14.2.2 நெட்டாங்கு அலை

வாள் அலகு நிலைக்குத்தாக அமையுமாறு ஒரு முனை  $O$  பிடியின் மூலம் ஒரு மேசையின் விளிம்புடன் இறுக்கப்பட்ட அதிரும் வாள் அலகு ஒன்றைக் கருதுவோம் (படம் 14.2). அமைதியான நீர்ப் பரப்பில் இடப்பட்ட கல் காரணமாகப் பரப்பில் ஏற்பட்ட குழப்பம் போல், அதிரும் வாள் அலகு காரணமாக அதைச் சூழ்ந்துள்ள வளியிலும் குழப்பம் உண்டாகும். வாள் அலகு  $O$  விளிருந்து  $A$  வரை வரும்போது வாள் அலகின் வலப்புறத்திலுள்ள வளிப்படையின் வளி

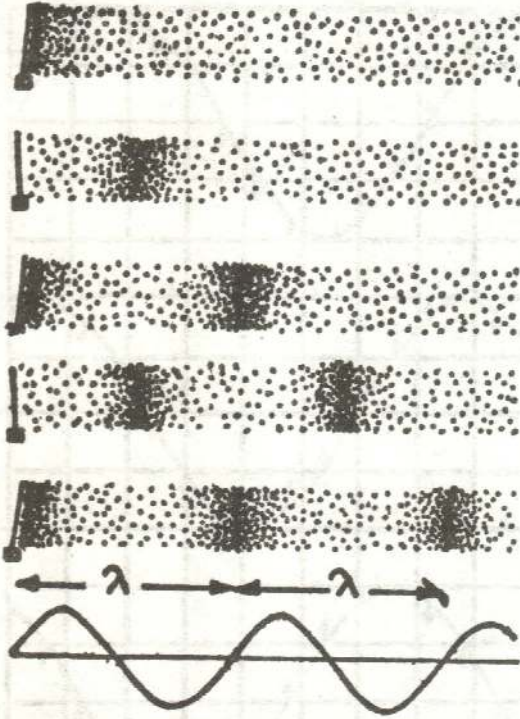


படம் 14.6 குறுக்காய்ச் செல்லும் ஊடகத்தின் துணிக்கைகளின் அசைவு

மூலக் கூறுகளை ஒன்றாக அழுத்தும். இது நெருக்கம் எனப்படும். நெருக்கும்போது திரும்பவும் முன்னைய நிலைக்குத் திரும்பும் இயல்பு வளிக்கு உண்டு. மீளியல்பு காரணமாக, மேலே கூறப்பட்ட நெருக்கம் ஆரம்பத்தில் நெருக்கப்பட்ட வளிப் படையிலே தங்கியிராமல் அதற்கு வலப்புறம் இருக்கும் வளிப்படைக்குப் பரவும். பின்னர் நெருக்கம் அதற்கு அடுத்துள்ள படைக்குப் பரவும். இவ்வாறு நெருக்கம், ஒழுங்காக படைக்குப் படை செல்வதால், அடுத்துள்ள படைகளின் வளி மூலக்கூறுகள் ஒழுங்காகச் சிறிது வலது புறமாகப் பெயரும். வாய் அலகு திரும்ப இடது புறத்திற்கு அசைய ஆரம்பிக்கும் போது அதற்கு வலது புறமாக அமைந்துள்ள வளிப்படை, அதாவது ஆரம்பத்தில் நெருக்கப்பட்ட வளிப் படை விசாலமான வெளிக்குப் பரவும். இது ஐமையாக்கம் எனப்படும். திரும்பவும் வளியின மீளியல்பு காரணமாக, ஐமையாக்கமும் படைகளினூடாக வலதுபுறத்திற்குக் கடத்

தப்படும். இது காரணமாக அடுத்துள்ள வளிப்படைகளுக்குச் சொந்தமான வளி மூலக்கூறுகள் ஒழுங்காகச் சிறிது இடப்புறமாக இடம்பெயரும். இவ்வாறு வாய் அலகு இடது புறம் அசைவுறும் ஒவ்வொரு முறையும் ஐமையாக்கம் உண்டாகி நெருக்கம் கடத்தப்பட்டது போல் வலதுபுறமாகக் கடத்தப்படும்.

இவ்வாறு வாய் அலகு அதிர்வுறும் போது வாய் அலகிற்கு அருகில் மாறி மாறி நெருக்கமும் ஐமையாக்கமும் உண்டாகி அடுத்துள்ள வளிப் படைகளுக்கிடாக வலது புறமாகப் பெயரும். ஒரு வளிப் படையினூடாக நெருக்கம் கடத்தப்படும்போது, அப்படையின் மூலக் கூறுகள் சிறிது வலப்புறத்திற்கு இடம்பெயரும். அதற்குப் பின்னாலும் வரும் ஐமையாக்கம் அப்படையினூடாகக் கடத்தப்படும் போது அம்மூலக்கூறுகள் சிறிது இடப்புறமாகப் பெயரும். இவ்வாறு அடுத்தடுத்துள்ள வளிப் படைகளைச் சேர்



படம் 14.7 வளியில் உண்டாகும் நெருக்கம் மற்றும் ஐமையாக்கம் காரணமாக அதிர்வு பரவுதல்

ந்த மூலக்கூறுகளும் வாள் அலகின் அதிர்வு போன்ற அதிர்வுகளுக்கு உள்ளாகும். வாள் அலகின் அதிர்வுகளுக்கு நேரொத்த வளி மூலக்கூறுகளில் உண்டாகும் இத்தகைய அதிர்வுகள் வளியினூடாக வாள் அலகிலிருந்து வெளியே பரவும்.

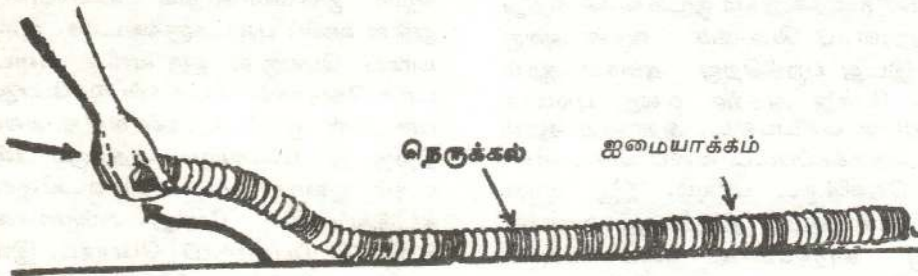
இவ்வாறு ஊடகமொன்றில் (இங்கு வளியில்) அடுத்தடுத்து ஏற்படும் நெருக்கத் தினதும் ஐமையாக்கத்தினதும் மூலம் அதிர்வு பரவுதல் அலை இயக்கம் எனப்படும். ஆயினும் இங்கு வளி மூலக்கூறுகள் அசை

வது, நீரப் பரப்பில் ஏற்படும் அலைகள் போன்ற 'அலைவடிவம்' ஏற்படுமாறு அன்று. இங்கு அவற்றின் அசைவும் அலை செல்லும் திசையும் ஒன்றாகும். அலை இயங்கும் ஊடகத்தின் துணிக்கைகளின் அசைவு அலை அசைவுறும் திசையினூடாக ஏற்படுமாயின், அந்த அலை "நெட்டாங்கு அலை" எனப்படும்.

### பரிசோதனை 3

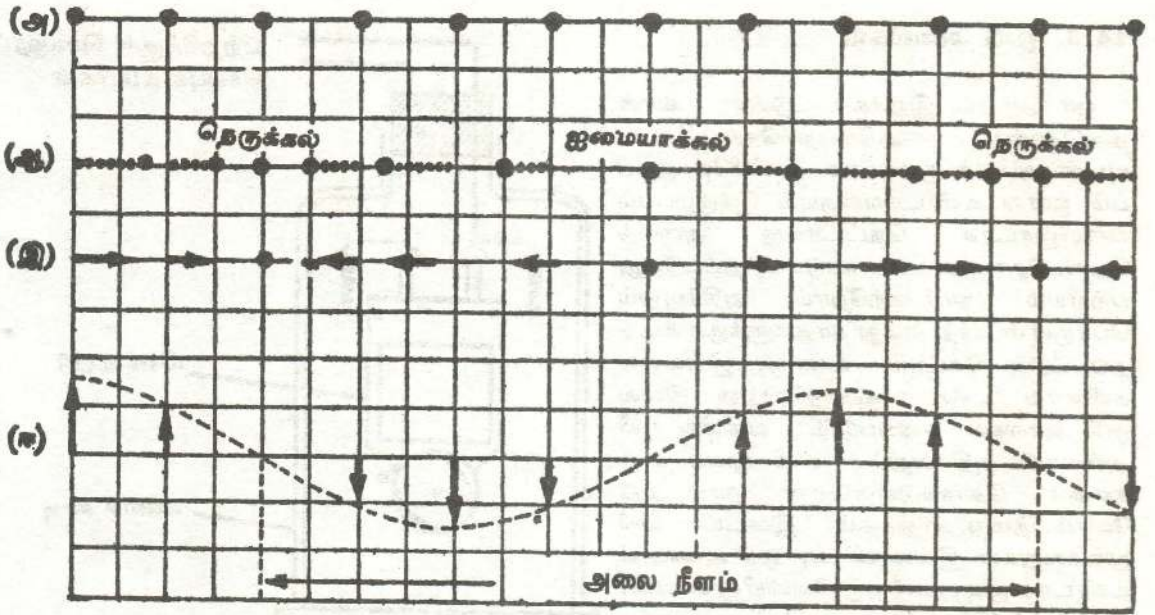
உமது பாடசாலை ஆய்வகத்திலே "சிலின்கி" அல்லது சுருளி வில் இருக்குமாயின், அதன் மூலமாக நெட்டாங்கு அலை இயக்கத்தை எடுத்துக் காட்டலாம். அல்லது 1 mm விட்டமுடைய (SWG 20 ஆன) கம்பியொன்றை 10 cm விட்டமுடைய மர உருளையொன்றிற் சுற்றுவதன் மூலம் சுருளி வில் ஒன்றைத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். சிலின்கியின் சுருள்கள் சிறிது விரியுமாறு அதனை உராய்வற்ற நிலத்தின் மேல் நீளமாக விரியுங்கள். பின்னர் அதன் ஒரு முனையை முனை (A எனக் கொள்வோம்) சிறிது உயர்த்திச் சிலின்கியிதின் சைக்குச் சுண்டி இழுங்கள்.

அவற்றைக் கிடையான இரு கோல்களில் முடிவதால் படம் 14.8 இற் காட்டியுள்ள வாறு வில்லைத் தொங்கவிடுங்கள். சுருளி வில் சாதாரண அசையா நிலையிற் காணப்படும் போது, அதன் சுருள்கள் ஒன்றுக் கொன்று சம தூரத்தில் அமையும். இப்போது வில்லின் ஒரு முனையை (முனை A என்று கூறுவோம்) உள்ளங்கையினால் மெதுவாகத் தட்டுங்கள். இவதிர்வு காரணமாக வில்லின் அம்முனையிலுள்ள சுருள்கள் தற்காலிகமாக நெருக்கப்படும். பின்னர் நெரு



படம் 14.8





படம் 14.9 நெட்டாங்கு அலையின் இயக்கவழியினூடாகத் துணிக்கைளின் இடப்பெயர்ச்சி

க்கம் வில்லினூடாக வில்லின் மறு முனை வரை செல்லும். நெருக்கல் ஒரு விற் சுருளுக் கு அருகில் வந்தவுடன் அச்சுருள் A யிலிருந்து அப்பால் இயங்கும். பின்னர் அது முன்னைய ஜீலைக்குத் திரும்பவும் வரும். குறுகிய மாறாத கால இடைவெளிகளில் முனை A யை மேற் கூறியவாறு சுண்டி இழுத்தால், ஒன்றுக்கொன்று சம தூரத்தில் அமைந்த நெருக்க வரிசை வில்லினூடாக அடுத்த முனையை நோக்கி அசைவதை நீங்கள் காணலாம். நீங்கள் வில்லில் நெட்டாங்கு அலை போன்றதொரு அலையை உண்டாக்கியிருக்கின்றீர்கள். வில் சுருள்களை ஒன்றோடொன்று அழுத்துதல் நெருக்குதல் எனப்படும். சுருள்களிலுள்ள சுற்றுக்கள் ஒன்றடுத்தொன்று பிரிந்து செல்லல் ஐமையாக்கல் எனப்படும். இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று நேரொத்தன.

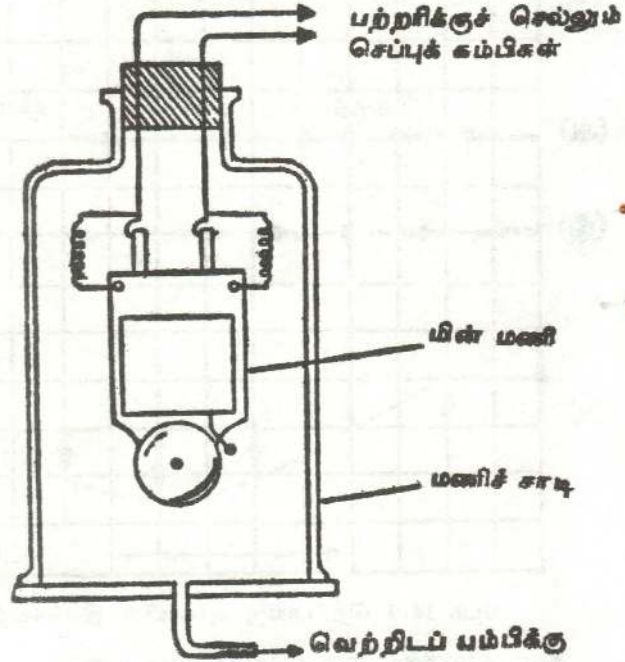
வளியினூடாக நெட்டாங்கு அலைத் தொடரொன்று செல்லும் நிலையை நினைத்துப் பார்ப்போம். அலைத் தொடர் இயங்க ஆரம்பிக்க முன் வளி மூலக்கூறு, படம் 14.9 (அ) இற் காட்டியுள்ளவாறு சாதாரணமாக ஒன்றோடொன்று சமதூரத்தில் அமையும். அலை இயங்கும் போது வளிப்படைகளின் மூலக் கூறுகள் படம் 14.9 (ஆ) இற் போன்று, அவற்

றின், நடுத்தானத்திலிருந்து பெயர்ச்சியுறும். படம் 14.9 (ஆ) இற் காட்டியுள்ள நிலைமையின் போது அம்மூலக்கூறுகளின் இடப்பெயர்ச்சி படம் 14.9 (இ) இற் அம்புக் குறிகளினாற் காட்டப்பட்டுள்ளது. இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு அம்புகளின் நீளத்தினாலும் இடப்பெயர்ச்சித் திசை அம்பின் திசையினாலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. அலை செல்லும் வழியினூடாக அவ்வம்மூலக்கூறுகளின் இடைத் தானங்களை X அச்ச வழியேயும் நாம் கவனத்தில் எடுக்கும் கணத்தில் வளி மூலக்கூறுகளின் இடைத் தானங்களிலிருந்து அம்மூலக்கூறுகளின் இடப்பெயர்ச்சியை y - அச்சவழியேயும் நிப்பிட்டால் படம் 14.9 (ஈ) இற்காட்டியுள்ளவாறு வளையியொன்று பெறப்படும்.

குறுக்கலையொன்றிற் காட்டப்பட்ட தாழிகளும் முடிகளும் இவ்வளையிலும் இருப்பதை நாம் அவதானிக்கலாம். நெட்டாங்கு அலையொன்றுக்கான இவ்வளையியைப் படம் 14.5 இற் காட்டப்பட்டுள்ள குறுக்கலையுடன் ஒப்பிடுவதால், நெட்டாங்கு அலையின் அலை நீளமானது அடுத்துள்ள, நெருக்கங்கள் இரண்டிற்கிடையே, அல்லது அடுத்துள்ள ஐமையாக்கல் இரண்டிற்கிடையே உள்ள தூரமாகும் என நாம் காணகின்றோம்.

### 14.3 ஒலி அலைகள்

ஒர் அந்தம் இறுக்கப்பட்டுள்ள வாள் அலகொன்று அதிர்வுறச்செய்யப்பட்டவுடன் அதைச் சூழவுள்ள வளியிலே குழப்பம் ஒன்று உண்டாவதையும் இக்குழப்பம் வளியினூடாக நெட்டாங்கு அலைத் தொடரொன்றாக ஊடுகடத்தப்படுவது பற்றியும் நாம் கற்றோம். அதிர்வுறும் பொருளின் சக்தி எமது காதுகளுக்குக் கடத்தப்பட்டுக் கேட்கும் உணர்வு இவ்வலைகளினால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவை ஒலி அலைகள் எனப்படும். வளியில் ஒலி அலைகள் அதிர்வுறும் வளி மூலக் கூறுகளைக் கொண்டுள்ளதென நாம் அறிவோம். நமது காதுக்கும் இடையில் வளி மூலக்கூறுகள் இல்லாவிடில், ஒலி அலைகள் உண்டாக முடியுமா? ஒரு வெளியினுள் வளி, மரம், நீர் போன்ற ஏதாவதொரு பதார்த்தம் இல்லாவிடில். அவ்வெளியை வெற்றிடம் என நாம் அழைப்போம்.



#### 14.3.1 ஒலி கடத்தப்படுவதற்கு ஊடகம் அவசியம்

##### பரிசோதனை 4

வளி வெற்றிடத்தினூடாகக் கடத்தப்பட முடியாமலென அறிவதற்காகப் படம் 14.10 இற் காட்டியுள்ள உபகரணத்தைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனை செய்ய உங்களால் முடியும், மணிச் சாடியினுள்ளே மெல்லிய கம்பிகளினால் மின் மணியொன்று தொடங்க விடப்பட்டுள்ளது. சாடியிலுள்ள வளியை வெற்றிடப் பம்பி மூலம் வெளியேற்றலாம். மணி அடிக்குமாறு அமைத்த பின்னர் வெற்றிடப் பம்பியைத் தொழிற்பட்ட வையுங்கள். சாடியிலுள்ள வளி வெளியேறும்போது மணியின் ஒலி குறைந்துகொண்டு செல்லும். சாடியிலுள்ள வளி எல்லாவற்றையும் வெளியேற்றிப் பூரண வெற்றிடம் ஒன்றை உருவாக்க உங்களால் முடியுமாயின், நீங்கள் மணி அடிக்கும் ஒலியைச் கேட்கமாட்டீர்

படம் 14.10 ஒலிக்கு வெற்றிடத்தினூடாக இயங்க முடியுமா என அறிவதற்கான ஒரு பரிசோதனை

கள். ஆயினும் மணி அடிப்பதைக் காண்பீர்கள். சாடியினுள்ளே திரும்ப வளி சிறிது சிறிதாக உட்செலுத்தப்படுமாயின் மணியின் ஒலி மிக மெதுவாக ஆரம்பித்துப் படிப்படியாக அதிகரிப்பதை உணர்வீர்கள். ஒலிக்கு வெற்றிடத்தினூடாகச் செல்ல முடியாதெனவும் அதன் இயக்கத்திற்கு ஊடகமொன்று அவசியமெனவும் மேற்கூறிய பரிசோதனையிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

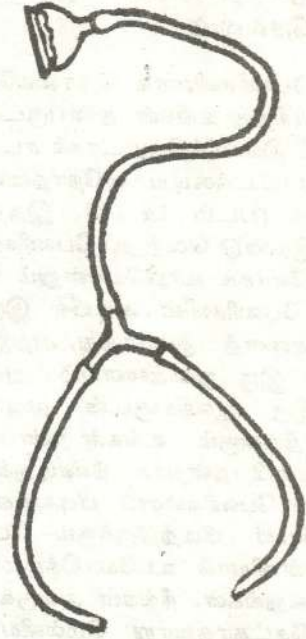
மேற்கூறிய ஊடகம் வளியாய் இருக்க வேண்டியதில்லை. கண்ணாடி, மரம், உருக்குப் போன்ற திண்மங்களினூடாகவும் நீர், எண்ணெய் போன்ற திரவங்களினூடாகவும் ஒலி ஊடுசெல்லக்கூடியது. நீங்கள் நீந்து பவராகவோ, நீரினுள் மூழ்கிக் குளிக்கப் பழகியவராகவோ இருப்பின், நீருக்கு அடியில் ஒலி எவ்வளவு நன்றாகக் கேட்கக் கூடியது என்ற அனுபவத்தைப் பெற்றிருப்பீர்கள்.

### 14.3.2 நீரினூடாக ஒலி கடத்தப்படும்

#### பரிசோதனை 5

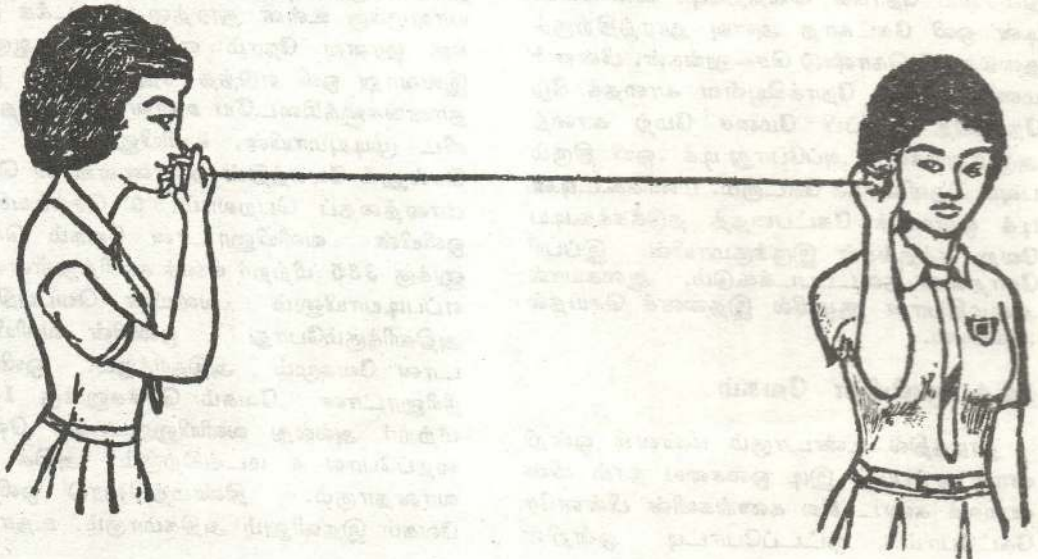
ஒலி நீரினூடாகக் கடத்தப்படக்கூடுமெனக் காட்டுவதற்குக் கீழே காணும் பரிசோதனையை நீங்கள் செய்யலாம். சிறிய புனலொன்றின் வாயின் குறுக்காக இறப்பீர்ப் படலமொன்றை ஈர்த்து வாயை நன்றாக மூடுமாறு இறுக்கிக் கட்டுங்கள். புனலின் தண்டை இறப்பீர்க் குழாயொன்றின் உதவியால் Y குழாயின் ஒரு புயத்துடன் இணையுங்கள். மற்றைய இரு புயங்களுடனும் இரு இறப்பீர்க் குழாய்களை இணையுங்கள். (படம் 14.11). பின்னர் புனலை நீருடன் கூடிய தொட்டி ஒன்றினுள்ளே தாழ்த்தி வையுங்கள். இரு உலோகத் துண்டுகளை ஒன்றுடன் ஒன்று மோதுவதன் மூலம் வேளியே கேட்காத ஒலியொன்றை நீரினுள்ளே உண்டாக்குங்கள். இப்போது Y-குழாயுடன் இணைத்துள்ள இறப்பீர்க் குழாய்களின் திறந்த முனைகளை உங்கள் செவிக்குள் நுழைத்தீர்களாயின், வைத்தியருக்கு நோயயாளியின் இருதயத் துடிப்புக் கேட்பது போல் நீரினுள்ளே ஏற்படுகின்ற ஒலி உங்களுக்குக் கேட்கும்.

சிலவேளைகளில் மனிதர்கள் நிலத்தில் அல்லது தண்டவாளத்திற் காதை வைத்த வண்ணம் எதையோ கேட்க முயல்வதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். அவர்கள் அவ்



படம் 14.11 ஒலி நீரினுள்ளே கடத்தப் படுவதைக் காட்டுவதற்கு உபயோகிக்கக்கூடிய உபகரணம் ஒன்று

வாறு கேட்பது தூரத்திலிருந்து வரும் ஒலியையே. ஒலி வளியினூடாக வரும் வேகத்தை விட அதிக வேகத்தில் நிலத்தினூடாக அல்லது தண்டவாளத்தினூடாக வருவதால் இவ்வாறு அவர்கள் ஒலியைக் கேட்க முயல்கின்றார்கள்.



படம் 14.12 விளையாட்டுத் தொலைபேசி

### 14.3.3 ஒலி திண்மங்கரினூடாகச் செல்லும்

தகரப்பேணிகளினால் தொலைபேசி ஒன்றைத்தயாரித்து உங்கள் நண்பருடன் கதைத்தல் ஒலி திண்மத்தினூடாகக் கடத்தப்படுவதைக் காட்டக்கூடிய விநோதமான அனுபவமாகும் (படம் 14.12). இதற்கு உங்களுக்கு இரண்டு வெற்றுப் பேணிகளும் நீளமான உலோகக் கம்பியொன்றும் தேவைப்படும். பேணிகளின் அடியில் இரு சிறு துவாரங்களைத் துளைத்து, அதனூடாகக் கம்பியின் இரு நுணிகளையும் நுழைத்துச் சிறிய இரு ஆணிகளுடன் முடியுங்கள். பின்னர் நீங்களும் உங்கள் நண்பரும் ஒன்றாகக் கம்பி நன்றாக நீண்டிருக்கக்கூடிய தூரத்திற் பேணிகளைப் பிடியுங்கள். உங்கள் நண்பர் பிடித்திருக்கும் பேணியைச் செவிப்பன்னியாக் உபயோகிக்குமாறு அவருக்குக் கூறுங்கள். நீங்கள் அவருக்கு நேரடியாகக் கேட்காதவாறு மெல்லிய குரலில் மற்றைய பேணியில் வாயை வைத்துக் கதையுங்கள். கம்பியினூடாக ஒலி கடத்தப்படுவது காரணமாக, உங்கள் குரல் செவிப்பன்னியூடாக அவருக்குக் கேட்கும்.

ஒலியானது மரம், உருக்கு ஆகியவற்றினூடாக மிக நன்றாகக் கடத்தப்படும். வில்லைத் திருகுவதன்மூலம் செயற்படுத்தக்கூடிய மணிக்கூடொன்றை மேசையின் மேல் வைத்து உங்கள் ஒரு செவியை மணிக்கூட்டின் திசையை நோக்கி வைத்தபடி, மணிக்கூட்டின் ஒலி கேட்காத அளவு தூரத்திற்குத் தலையைக் கொண்டு செல்லுங்கள். பின்னர் மணிக்கூட்டை நோக்கியுள்ள காதைக் கீழ் நோக்கித் திருப்பி மேசை மேற் காதை அழுத்துங்கள். அப்போது டிக் ஒலி திரும்பவும் தெளிவாகக் கேட்கும். மணிக்கூட்டின் டிக் ஒலியைக் கேட்பதைத் தடுக்கக்கூடிய வேறு சத்தங்கள் இருக்குமாயின் இப்பரிசோதனை தடைப்படக்கூடும். ஆகையால் அமைதியான சூழலில் இதனைச் செய்தல் அவசியம்.

### 14.4 ஒலியின் வேகம்

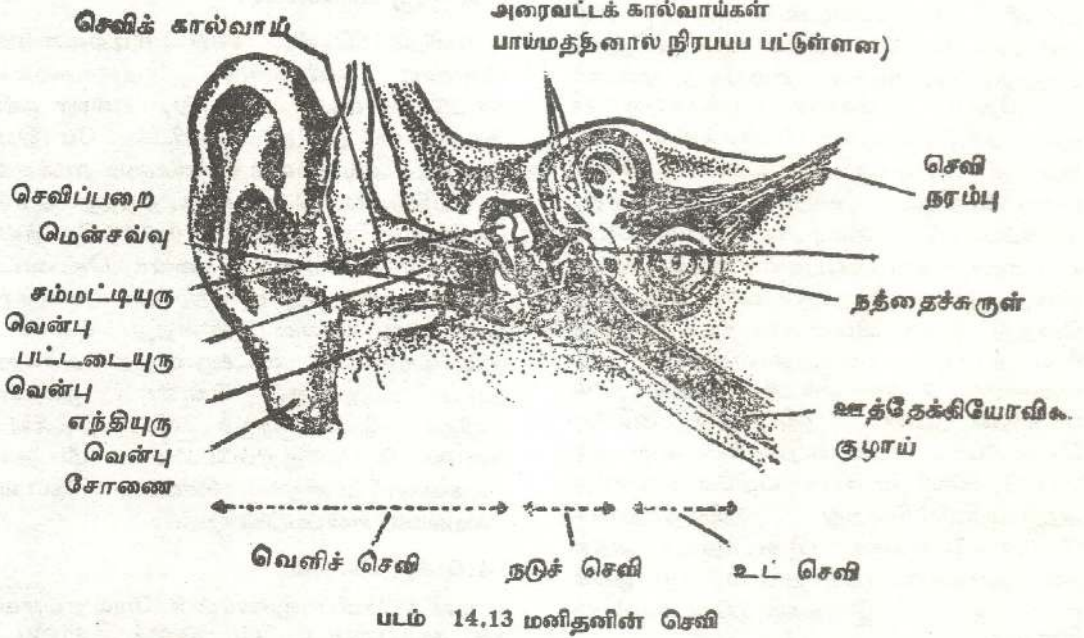
தூரத்தில் உண்டாகும் மின்னல் ஒன்றினால் ஏற்படும் இடி ஒசையை நாம் மின்னலைக் கண்ட சில கணங்களின் பின்னரே கேட்போம். ஒட்டப்போட்டி ஒன்றின்

போது வெற்றிக் கம்பத்தின் அருகில் நிற்கும் நேரக் கணிப்பாளர் ஒருவர் ஒட்டத்தை ஆரம்பித்து வைப்பவர் விடும் வெடிச்சத்தத்தை, வெடிக்கும்போது உண்டாகும் புகையைக் கண்டபின்னரே கேட்பார். மின்னலிலிருந்து புறப்பட்ட ஒளி நம்மை நோக்கி வந்து நமது கண்ணிற்குள் நுழைந்த பின்பே நாம் மின்னலின் ஒலியைக் கேட்கின்றோம். ஒட்ட ஆரம்பிப்பாளரின் துவக்கிலிருந்து வெளியாகும் புகையை நேரக்கணிப்பாளர் கண்ட பின்பே துவக்கிலிருந்து வெளியாகும் ஒலியைக் கேட்பார். ஒளி மிக அதிக வேகத்திற் செல்லுகின்றதென இவ்வவதானிப்புகளிலிருந்து புரிகின்றது. ஒளியின் கதி செக்கனுக்கு கிலோமீற்றர் 300 000 எனிகுமென விஞ்ஞானிகள் கணித்துள்ளனர். இதனால் 1/3000 செக்கன் போன்றமிகச் சிறிய அளவிலான கால எல்லையினுள் ஒளி 100 000 மீற்றர் அல்லது 100 கிலோமீற்றர் தூரத்தைக் கடக்கவல்லது.

ஆகவே, மின்னல், வெடித்தல் போன்ற தொரு நிகழ்ச்சி அது நடைபெறும் தானத்திலிருந்து அதிக தூரத்திலுள்ள நபரொருவருக்குக் கேட்பதற்கு எடுக்கும் காலம் சிறியது எனின், அந்நிகழ்ச்சிகள் அக்கணத்திலேயே தெரிகின்றதென நாம் கொள்ளலாம். ஆகவே, மின்னல் பளிச்சிடத் தொடங்கிய கணத்திலிருந்து இடியோசை கேட்பதற்குச் சி துநோம் எடுப்பதும், ஆரம்பிப்பாளரின் துவக்கு வெடிக்கும்போது வெளியாகும்புகையைக் காணும் கணத்திலேயே வெடிச் சத்தம் கேட்காமல் இருப்பதும் அந்நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும் தானங்களிலிருந்து பார்வையாளருக்கு உள்ள தூரத்தைக் கட்டக் ஒலிக்கு ஓரளவு நேரம் எடுப்பதால் ஆகும். இவ்வாறு ஒளி எடுத்த நேரத்தையும் இரு தானங்களுக்கிடையே உள்ள தூரத்தையும் விட முடியாமாயின், வளியினூடாக ஒலி செல்லும் வேகத்தின் அண்ணளவான பெறுமானத்தைப் பெறலாம். 0° செல்சியசிலே ஒலியின் வளியினூடான வேகம் செக்கனுக்கு 335 மீற்றர் எனக் கணித்துள்ளனர். எப்படியாயினும் வளியின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது ஒலியின் வளியினூடான வேகமும் அதிகரிக்கும். ஒலியின் நீரினூடான வேகம் செக்கனுக்கு 1461 மீற்றர் அல்லது வளியினூடான வேகத்தைப்போல 4 மடங்கிற்கும் அதிக அளவானதாகும். திண்மத்தினூடு ஒலியின் வேகம் இதனிலும் அதிகமாகும். உதாரண

மாக உருக்குத் தண்டொன்றினூடாக ஒலியின் வேகம், செக்கனுக்கு 5 000 மீற்றர் அல்லது வளியினூடான ஒலியின் வேகத்தைப் போல் ஐந்து மடங்காகும். தண்டவாளத்தில் காதை வைத்துப் புகையிரதம் தூரத்தில் வருகின்றதாவென அறிந்து கொள்ள மனிதர் முயல்வது ஏன் என நீங்கள் இப்போது விளங்கிக்கொள்வீர்கள்.

வெளிச் செவிக் கால்வாய்க்கு அனுப்புவதே காதுச் சோணையின் தொழிலாகும். வெளிச் செவிக் கால்வாயின் அந்தம் செவிப்பறை மென்சவ்வாகும். வெளிச் செவிக் கால்வாயினூடாக வரும் ஒலி அலைகள் செவிப்பறையின்மீது மோதியதும் அது சயாதீனமாக அதிருகின்றது. நடுச் செவி



## 14.5 கேட்டல்

### 14.5.1 கேட்டல் அங்கம்

ஒலி அலைகள் தோன்றி அவை செவிகள் வரை ஊடுகடத்தப்படுவதுபற்றி முன்னர் நீங்கள் கற்றுக்கொண்டீர்கள். ஒலி அலைகள் எமது செவிகளுட் புகுந்து கேட்டல் புலனுணர்வை ஏற்படுத்தும் விதம் பற்றி இப்போது கவனிப்போம்.

மனிதனின் செவி மிகவும் சிக்கலான ஒரு உறுப்பாகும் (படம் 14.13). அது வெளிச் செவி, நடுச் செவி, உட்செவி என்னும் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது.

வெளிச்செவி, காதுச் சோணையையும் வெளிச்செவிக் கால்வாயையும் கொண்டன. வளியினூடாக ஊடுகடத்தப்பட்டுக் காதுச் சோணையுடன்மோதும் ஒலி அலைகளை

செவிப்பறை மென்சவ்விலிருந்து ஆரம்பமாகின்றது. ஸீனி நிரம்பிய குழியாகக் காணப்படும் நடுச் செவியிலே, சம்மட்டியுரு வென்பு, பட்டையுரு வென்பு, எந்தியுரு வென்பு என்னும் பெயர்களைக் கொண்ட மூன்று சிற்றென்புகள் அமைந்துள்ளன. செவிப்பறை மென்சவ்வு அதிரும்போது முறையே இம்மூன்று சிற்றென்புகளும் அதிருகின்றன. இதன்மூலம் ஒலி நடுச்செவிக்கு ஊடுகடத்தப்படுகின்றது. நடுச் செவியையும் தொண்டையையும் தொடுக்கும் ஊத்தேக்கியாவின் குழாய் எனப்படும் குழாய் நடுச் செவியில் அமைந்துள்ளது. இக்குழாய் காணப்படுவதன் காரணமாக நடுச் செவியினுள்ளும் தொண்டையிலும் வளியழுக்கம் சமநிலையிற் காணப்படுகின்றது.

உட்செவி மிகவும் சிக்கலானது. அது தலையோட்டின் கடைநுதவென்பு என்னும் என்பினாற் சூழப்பட்டுள்ளது. அது நத்தைச்சுருள், செவி நரம்பு என்னும் இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டது. கேட்டலுடன் நேரடியாகத் தொடர்புபட்டுள்ள

பகுதி நத்தைச்சருளாகும். இது ஒரு பாயத்தினால் நிரம்பிக் காணப்படுகின்ற சுருயுருவான கால்வாயாகும். அக்கால்வாயின் சுவர் முழுவதிலும் பெருந் தொகையான நரம்பு அந்தங்கள் அமைந்துள்ளன. இந்த நரம்பு அந்தங்களிலிருந்து செவி-நரம்பு ஆரம்பிக்கின்றது.

## ஒலிகளை இனங்காணல்

வளியினூடாக ஊடுகடத்தப்பட்டுக் காதுச் சோணையுடன் மோதும் ஒலி அலைகள் வெளிச் செவிச் கால்வாயினூடு செலுத்தப்படுகின்றன என்பதை முன்னர் அறிந்தோம். வெளிச் செவிக்கால்வாயினூடாகச் செவிப்பறை மென்சவ்வை அடையும் ஒலி அலைகள் காரணமாக, செவிப்பறை மென்சவ்வு அதிர ஆரம்பிக்கின்றது. செவிப்பறைமென்சவ்வுடன் தொடர்புபட்டுள்ள மூன்று சிற்றென்புகள். எனும் இவ்வதிர்வு நத்தைச்சருளுக்கு ஊடுகடத்தப்படுகின்றது. இதன் விளைவாக நத்தைச்சருளினுள் உள்ள பாயம் அதிர்வதனால் நத்தைச்சருட் கால்வாயின் சுவரிலுள்ள நரம்பு ந்தங்கள் தூண்டப்படுகின்றன. அதிர்வு தொடர்பாக அவ்வாறாகக் கிடைத்த செய்தி செவி நரம்பின் வழியே மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. இவ்வாறாகச் செய்தி மூளைக்குக் கிடைத்ததும் அந்த ஒலி எமக்குப் பரிச்சயமான பல ஒலிகளுள் ஒன்றாக இனங்கண்டுகொள்ளப்படுகின்றது.

## கேட்டற் குறைபாடுகள்

தடிமனாற் பீடிக்கப்படும் சந்தர்ப்பங்களில் எமது ஊத்தேக்கியாக கால்வாய் தடைபடக் கூடும். இதன் காரணமாக செவிப்பறை மென்சவ்வின் வெளிப்புற அழுக்கம் அதன் உட்புற அழுக்கத்துக்குச் சமனாக அமையாதிருக்கலாம். இவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களிலே குறித்த ஓர் எல்லைக்குட்பட்ட மீடிறன் வீச்சைச் சேர்ந்த ஒலிகளுக்கு மாத்திரமே செவிப்பறை மென் சவ்வு அதிரும். எனவே தடிமனாற் பீடிக்கப்பட்டோரின் கேட்டற் புலனுணர்வு தற்காலிகமாக நலிவுற இடமுண்டு.

யாதேனுமொரு காரணத்தினால் ஒரு வரின் செவிப்பறை மென்சவ்விலே துளை ஏற்படின் ஒலி அலைகள் அதில் மோதிய போதும் அது அதிர்வதில்லை. எனவே அவருக்கு ஒலி கேட்க மாட்டாது. அதாவது, அவர் செவிட்டுத்தன்மை உடைய வராகக் காணப்படுவார். செவிப்பறை மென்சவ்வு அளவுக்கதிகமாகத் தடிப்பும்

போதும் அது உரிய விதத்தில் அதிருவதில்லை இது காரணமாகவும் செவிட்டுத்தன்மை ஏற்படக்கூடும். நடுச் செவியின் சிற்றென்புகளில் ஏதும் கோளாறு ஏற்பட்டு அவை அதிர முடியாதவாறு ஒன்றுடனொன்று இறுக்கமாக அமைவதன் காரணமாகவும் கேட்டற் குறைபாடுகள் ஏற்படலாம்.

## கேள் தரு எல்லைகள்

மனிதச் செவி, சகல மீடிறனையும் கொண்ட ஒலிகளுக்கும் துளங்கலைக் காட்டுவதில்லை. அதாவது, எல்லா ஒலி அலைகளும் மனிதச் செவியில் மோதிய போதும், அவ்வனைத்து ஒலிகளும் எமக்குக் கேட்பதில்லை. பொதுவாக, ஏறத்தாழ 20 ஹேற்ஸ் (Hz) முதல் 20,000 ஹேற்ஸ் (Hz) வரையிலான மீடிறனைக் கொண்ட ஒலியலைகளுக்கு மாத்திரமே மனிதச் செவி துளங்கலைகாட்டுகின்றது. எனவே, இம்மீடிறன்களை விடக்குறைந்த அல்லது கூடிய மீடிறனைக் கொண்ட ஒலிகள் மனிதச் செவிகளுக்குக் கேட்பதில்லை. எனவே, மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மீடிறன் எல்லைகள் மனிதச் செவியின் கேட்டல் எல்லைகள் எனப்படுகின்றன.

## 14.6 கழியொலி

மனித செவிப்புலனுணர்வின் மேல் எல்லைக்கு அப்பாற்பட்ட மீடிறனைக் கொண்ட அலைகள் கழியொலி அலைகள் எனப்படுகின்றன. அவற்றைக் குறிப்பிடுவதற்கு 'ஒலி' என்னும் சொல்லைப் பயன்படுத்துவது பொருத்தமானதன்று. இக்கழியொலிகள் எமக்குக் கேட்காத போதிலும் சில விலங்குகள் இவற்றைக் கேட்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. நாய், வெளவால் என்பன அத்தன்மையைக் கொண்ட இரு விலங்குகளாகும். கோல்ரனின் சீழ்க்கை மூலம் ஏறத்தாழ 25 000 Hz மீடிறனைக் கொண்ட கழியொலி அலைகள் வெளிவிடப்படுகின்றன. நாய்கள் இவற்றைக் கேட்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. ஆதிகாலத்திலே சட்டவிரோதமாக வேட்டையில் ஈடுபட்ட சில வேட்டைக் காரர்கள் வேட்டை நாய்களை அழைக்க இவ்வாறான குழல்களைப் பயன்படுத்தியதாகக் கூறப்படுகின்றது. கழியொலி அலைகளின் உதவியுடனேயே வெளவால்கள் இரவு வேளைகளில் இருளிற் பறந்து திரிந்த வண்ணம் உணவு தேடுகின்றன. வெளவால் ஏறத்தாழ 70000 Hz மீடிறனைக் கொண்ட கழியொலிகளை

வெளிவிடுந் தன்மையையும் அவற்றைக் கேட்கும் தன்மையையும் கொண்டுள்ளது. இக்கழியொலி அலைகளின் உதவியுடனேயே அவை தடைகளில் மோதாவண்ணம் காற்றைக் கடந்து பறந்து சென்று இரைகளை உட்கொள்கின்றன. அவை கண்களாற் பார்த்தபடி இவ்வாறாகப் பறந்து திரிவதில்லை. வெளவால்கள் பறக்கும் போதே கழியொலி அலைகளை வெளிவிடுகின்றன. எதிரே காணப்படும் தடைகளின்மீது மோதித்தெறித்து மீண்டும் திரும்பிவரும் கழியொலி அலைகளை வாங்கி அத்தடைகளின் அமைவைத் தீர்மானித்துக் கொள்ளும் தன்மையையும் அவற்றில் மோதாது தம்பித்துக்கொள்ளும் தன்மையையும் அவை கொண்டுள்ளன.

#### 14.6.1 கழியொலியின் பயன்கள்

இன்றைய மனிதன் கழியொலி அலைகளின் மூலம் முக்கியமான பல பயன்களைப் பெறுகின்றான். வெளவால் தனது பாதையிற் காணப்படும் தடங்கல்களின் அமைவைத் தீர்மானித்துக் கொள்வதைப் போன்றே குருடர்களுக்கும் தமக்கு எதிரே காணப்படும் தடங்கல்களின் அமைவைத் தீர்மானித்துக்கொள்ளக்கூடிய விசேடமான ஒலிக் கண்கள் தற்போது தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 14.14).

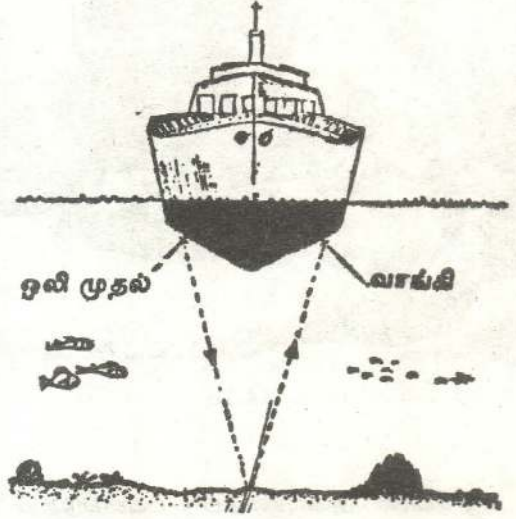


படம் 14.14 குருடர்களுக்கு உதவும் ஒலிக் கண்கள் சோடி

அடிக்கடலின் தன்மையை அவதானிப்பதற்காகவும், நீருக்கடியிற் செல்லும் மீன் கூட்டங்கள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் போன்றவற்றை அறிவதற்காகவும் கழியொலி அலைகள் பிரயோகிக்கப்படும். 'சோனார்' என்னும் உத்திகப்பல்களிற் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வுத்தி மூலம் கழியொலி அலைகள் பிறப்பிக்கப்பட்டுக் கடலின் அடியை நோக்கி

அனுப்பப்படுகின்றன (படம் 14.15). பின்னர் அடிக்கடலில் அல்லது அதற்கு மேலே காணப்படும் வேறு தடைகளின் மீது மோதித் தெறித்து மீண்டும் திரும்பிவரும் அலைகளை வாங்கிக்கொண்டு அவ்வலைகளின் தெறிப்புக்கு எதுவாய் அமை தடைகளின் அமைவைக் காட்டும் படத்தை இது வரைந்து காட்டுகின்றது.

நீரின் கீழ் வேலைசெய்யும் ஒரு சுழியோடிக்கு 2 km எல்லையிலுள் இருக்கும் மற்றுமொரு சுழியோடியுடன் செய்திகளைப் பரிமாற்றஞ் செய்துகொள்வதற்கு உதவக்கூடிய செய்திப்பரிமாற்று முறைகள் தற்போது அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 14.15

#### 14.6.2 மருத்துவத் துறையிற் கழியொலி அலைகளின் பயன்பாடு

இன்றைய மருத்துவத் துறையில் நோய்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்காகவும் நோய்களுக்குச் சிகிச்சை செய்வதற்காகவும் கழியொலி பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நோயாளியின் நெஞ்சின்மீது "வைக்கப்படும் செலுத்தேந்தி" எனப்படும் ஒரு உபகரணத்தினால் (படம் 14.16) அனுப்பப்படும் கழியொலி அலைகள் இதயத்தின்

அகச்சுவர்களீற் தெறிப்படைந்து மீண்டும் அவ்வுபகரணத்தை அடைகின்றன. இதன் மூலம் இதயத்தின் ஒரு சுருக்கத்தின்போது வெளிவிடப்படும் குருதியின் கனவளவு, இயத்தின் அளவு, இதயத்துடிப்பு, குருதிச் சுற்றோட்டம் போன்ற முக்கியமான தகவல்களை அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது.



படம் 14.16

கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்தி மூளை, கர்ப்பிணித் தாய்மாரின் கருப்பை, உடலினுட் காணப்படும் ஏனைய உள்ளுறுப்புகள் ஆகியவற்றைப் புறத்தேயிருந்து பரிசோதிக்கக்கூடிய நுட்பமுறைகள் தற்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விருத்திசெய்யப்பட்டுள்ளன. இந்நுட்ப முறைகளின் போது திரையின் மீது தோற்றுவிக்கப்படும் படங்களின் உதவியுடன் அவ்வுறுப்புகளின் காணப்படும் கோளாறுகளை அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. தற்போது மருத்துவத்துறையிலே பற்களினுட் காணப்படக்கூடிய குழிகள் போன்றவற்றை அறிந்து கொள்வதற்காகவும் கழியொலி முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. உடலுக்குத் தீமை பயக்கக்கூடியதான X கதிர்ப் படங்களைப் பெற்றுக்கொள்ள வேண்டிய அவசியம் இதன் மூலம் தவிர்க்கப்படுகின்றது.

### 14.6.3 கைத்தொழில் துறையில் கழியொலி அலைகளின் பயன்பாடு

கழியொலி அலைகளின் மீட்டர் வீச்சு, ஏறத்தாழ 20 KHz முதல் பல மில்லியன் KHz வரையானது. இவற்றுள், உச்ச மீட்டர்னைக் கொண்ட அலைகள் திண்மப் பதார்த்தங்களுக்கூடாகச் சென்றபின்னர், வளியிற் புகுவதில்லை. யாதேனுமொரு பதார்த்தத்தினுள் வளி இடைவெளிகள் காணப்படின் கழியொலி அலைகள் அவ்விடைவெளிகளைத் தாண்டிச் செல்வதில்லை. ஆகாயவிமானங்களின் பகுதிகள், கொதிகலத் தகடுகளின் பொருத்துகள் பொன்ற திண்மப் பகுதிகளில் வளியிடை காணப்படுவது அபாயகரமானதாகும். அவ்வாறான இடைவெளிகள் காணப்படும் இடங்களை அறிந்துகொள்வதற்காகவும் உயர் மீட்டர்னைக் கொண்ட கழியொலி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வலைகளை அத்திண்மப் பொருள்களுக்கூடாக அனுப்பியதும், இடைவெளிகளில் அல்லது பிளவு பட்டிருக்கும், இடைவெளிகளில் அல்லது மோதித் தெறிப்படைகின்றமையால் அவ்வாறான இடங்களை அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

தடித்த தகடுகளிலே துளைகளைத் துளைப்பதற்காகவும் சில சந்தர்ப்பங்களிற் கழியொலித் துளைகருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுழலும் துளைகருவிகளைப் போன்றல்லாது, கழியொலி மீட்டர்ன் காரணமாக அதிருகின்ற அத்துளைகருவிகளால் எமக்கு அவசியமான வடிவத்தையும் அவசியமான அளவையும் கொண்ட துளைகளை ஆக்கிக்கொள்ள முடிகின்றது. பல்வைத்தியர்கள் பற்களிலே துளைகளை ஆக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தும் சில துளைகருவிகளிலும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறிய கடிகாரங்கள் போன்ற நுண்ணிய உபகரணங்களை அவற்றின் பகுதிகளைக் கழற்றி வேறாக்காமலேயே சுத்திகரிப்பதற்காகவும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுகின்றன. சுத்திகரிக்கப்பட வேண்டிய உபகாரணத்தை சுத்திகரிப்புத் திரவத்தைக் கொண்ட பாத்திரத்தினுள் இட்டு அத்திரவம் கழியொலி அலைகளுக்குட்படுத்தப்படுகின்றது. மிக விரைவாகத் தோன்றும் நெருக்கல்கள், ஐமையாக்கல்கள் காரணமாக உபகரணத்தின் மேற்பரப்பில் மிகச் சிறிய வளிக் குமிழிகள் தோன்று



கின்றன. இவை வெடிக்கும்போது உப கரணப் பகுதிகளின் மேற்பரப்பில் ஒட்டிக் காணப்பட்டு நுண்ணிய அழுக்குத் துணிக் கைகள் அகற்றப்படுகின்றன.

கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்தி உலோகப் பகுதிகளைக் காய்ச்சியிணைக்கவும் முடியும். காய்ச்சியிணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகப் பகுதிகள் இரண்டையும் நன்கு தொடுகையடையுமாறு வைத்து அவற்றுள் ஒரு பகுதியின் மீது கழியொலி அலைகள் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. இதனால் ஏற்படும் அதிர்வு காரணமாக உலோகப் பகுதிகள் இரண்டும் ஒன்று டபீனான்று உரோஞ்சப்படுவதனாற் பெருமளவு வெப்பம் பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. இவ்வெப்பம் காரணமாக உலோகப் பகுதிகள் உருகி ஒன்றுடனொன்று இணைகின்றன.

அலுமினிய உலோகத்தினதும் அதன் கலப்பு உலோகங்களினதும் மேற்பரப்பில் விரைவாகப் (ராயியும் ஈறு சட்டுப் படையை அகற்றுவதற்காகக் கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்தி பாயம் பிரயோகிக்கப்படாமலே அவ்வுலோக வகைகளைக் காய்ச்சியிணைக்கும் நுட்பங்கள் தற்போது கையாளப்படுகின்றன.

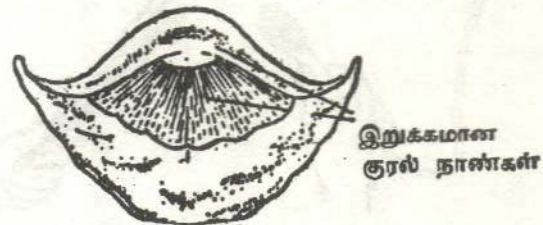
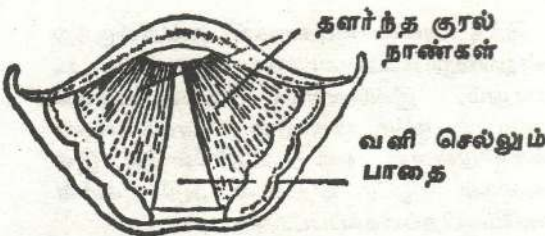
வாணப் பூச்சுகள், சொக்கிளேற்றுக்கள் போன்றவற்றின் கூறுகளைச் சீராகக் கலப்பதற்காகவும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுகின்றன. வீடுகளில் வாழும் எலிகள் போன்ற விலங்குகளைத் துரத்துவதற்குக் கூட கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

## 14.7 ஒலி முதல்கள்

எல்லா ஒலிகளினதும் தோற்றம் யாதேனு மொன்றில் ஏற்படும் அதிர்வேயாகும் என்பது இந்த அலகின் ஆரம்பத்திற்குறிப்பிடப்பட்டது. அவ்வாறாக அதிரும்

போது ஒலி அலைகளை வெளிவிடும் பொருள் அல்லது கருவி ஒலிமுதல் எனப்படுகின்றது. எமக்கு மிகவும் கிட்டிய ஒலி முதல் எமது தொண்டையாகும். எமது குரல் தொண்டையிலேயே பிறக்கின்றது. குரலை உற்பத்தி செய்யும் விசேடமான பகுதி குரல்வளையாகும். வயது வந்த ஆண்களின் நாடிக்குக் கீழாகத் தொண்டையின் மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ள முன்தள்ளப்பட்டுள்ள அமைப்பை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். அது குரல்வளையின்முற்பகுதியாகும் படம் (14.17). குரல்வளையின் குறுக்காக, குரல் நாண்கள் எனப்படும் இரண்டு மென்சவ்வுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுக்கு இடையான குறுகிய இடைவெளி மூச்சுக்குழல்வாய் என அழைக்கப்படுகின்றது. நாம் பேசும்போது அல்லது பாடும்போது அல்லது வேறு விதமான ஒலிகளை எழுப்பும்போது, மூச்சுக்குழல் வாயினூடாக வேகமாக வளி வெளியேறுகின்றது. இது காரணமாகக் குரல் நாண்கள் அதிர்வதால் ஒலி பிறக்கின்றது. மூச்சுக்குழல் வாயினூடாகத் தள்ளப்படிவளியின் கனவளவு, குரல் நாண்கள் வேகமாக அதிரும் அளவு என்பவற்றைப் பொறுத்தே குரலொலி கூடிக் குறைகின்றது. குரல் நாண்களினாற் பிறப்பிக்கப்பட்ட ஒலி நாக்கு, உதடு, பற்கள், அண்ணம் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் சொற்களாக மாற்றப்படுகின்றது.

விலங்குகளும் ஒலியைப் பிறப்பிக்கக்கூடியன என்பதை நாம் அறிவோம். பறவைகள் எமது குரல்வளையிற் காணப்படுவதைப் போன்ற குரல் நாண்களைக் கொண்ட ஒலிப்பெட்டிகளின் உதவியினால் ஒலியைப் பிறப்பிக்கின்றன. பெரும்பாலான பறவைகள் இரண்டு ஒலிப்பெட்டிகளைக் கொண்டவை. அவற்றுள் ஒன்று, பொதுவாகக் குரல் எழுப்பு



படம் 14.17 குரல்வளையின் உள்ளமைப்பு

வதற்காகவும் மற்றையது ஆபத்துக்கள் அல்லது அதுபோன்ற வேறு சந்தர்ப்பங்களின்போது குரல் எழுப்புவதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தவளையின் தொண்டையிலும் குரல் நாண்கள் காணப்படுகின்றன. இக்குரல் நாண்களை அதிரச் செய்வதன்மூலமே அது "பக்க" எனக்குரல் எழுப்புகின்றது.

தேவீக்களின் "ருங்" ஒலியின் தோற்றுவாய் குரல் நாண்களன்று. அவற்றின் சிறகுகளின் மூலம் ஒலி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. சிறகுகளை வேகமாக மேலும் கீழுமாக அசைப்பதனாலேயே ஒலி தோன்றுகின்றது.

### 14.7.1 இசை ஒலிகளும் சத்தமும்

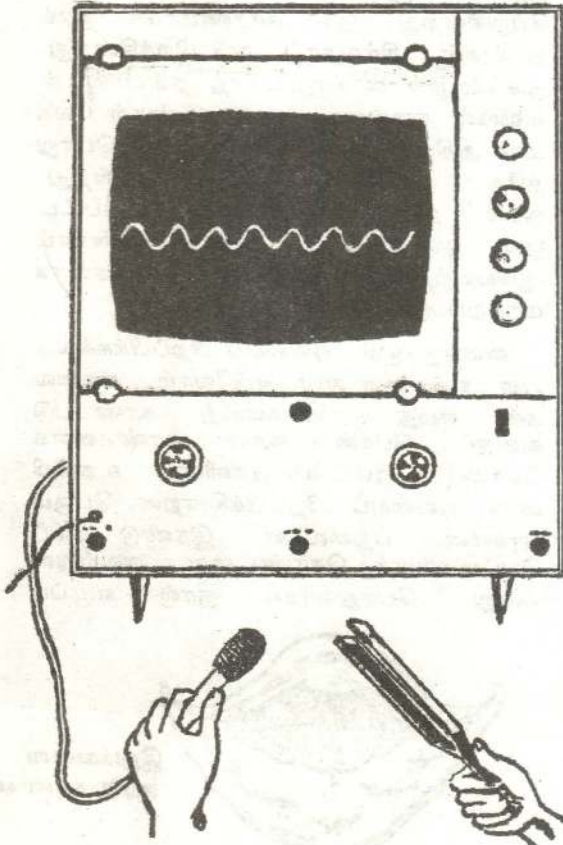
நாம் எப்போதும் ஒலிகளைக் கேட்ட வண்ணம் இருக்கின்றோம். இவற்றுட்கில ஒலிகள் இனிமையானவையாக அமைவதில்லை. மற்றும் சில ஒலிகள் இனிய

புலனுணர்வைத் தரக் கூடியவை. இனிய ஒலிகளுள் இசைக் கருவிகளின் ஒலிகளும் அடங்குகின்றன என்பதை விசேடமாகக் குறிப்பிடவேண்டியதில்லை. நெட்டாங்கு அலையொன்று ஸீனியினுட் செல்லும்போது அவ்வலையின் பாதையிலுள்ள வளித்துணிக்கைகளில் நிகழும் இடப் பெயர்ச்சி ஒரு வரையின் மூலம் ஏற்கெனவே காட்டப்பட்டது (படம் 14.9). ஒலி அலைகளும் நீளப்பக்க அலைகளாகும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். ஒலியலையின் இடப்பெயர்ச்சி வரைபைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியொன்றின் திரையின் மீது பெற்றுக் கொள்ளலாம். அலைவுகாட்டியிலே தொடுக்கப்பட்டுள்ள நுணுக்குப்பன்னியில் ஒலி அலைகள் விழுந்ததும் அலைவுகாட்டியின் திரையில் வரைபு பதினின்றது. இவ்வாறாக வரையப்படும் வரைபின் வடிவம் அவ்வரைபுக்கு ஏதுவாய் அமைந்த அலையின் வடிவம் ஆகும்.

உதாரணமாக, 256 Hz மீட்டறனைக் கொண்ட ஓர் இசைக்கவரை நுணுக்குப்பன்னியின் முன்னே இசைப்பின் படம் 14.18 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற வளைவீவான்று திரையில் வரையப்படுகின்றது. சைன்வளைவி என்னும் இதனாற் காட்டப்படுவது மிக எளிய அலைவடிவமாகும். அவ்வாறான அலைகளைப் பிறப்பிக்கும் தோற்றுவாய் தூய் சுரத்தைப் பிறப்பிக்கின்றது எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

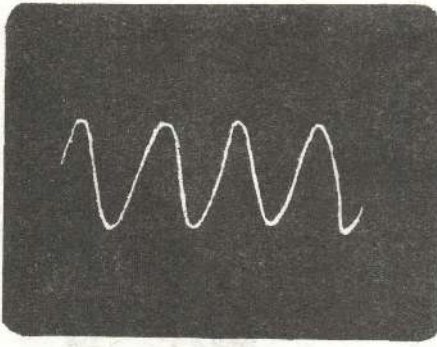
இசைக்கவரின் மூலம் வெளிவிடப்பட்ட சுரத்தின் மீட்டறனையே கொண்ட சுரங்களை ஒபோ, பிரெஞ்சுக் குழல், வயலின் ஆகியவற்றின் மூலம் வெளிவிடச் செய்ததும் கிடைக்கும் ஒலி அலைகளைக் கதோட்டுக்கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் பரிசோதிக்கும்போது கிடைக்கும் அலைவடிவங்கள் படம் 14.19 (அ), (ஆ), (இ), மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இந்த அலை வடிவங்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்றுவேறுபட்டவையாகக் காணப்பட்டபோதும், இவ்வெல்லா அலை வடிவங்களும் ஒரே விதமான கோலங்களைக் கொண்டுள்ளன என்று தெரிகின்றது. இவ்வலைகள் ஒரே விதமான அதிர்வுகளின் மூலமே பிறப்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

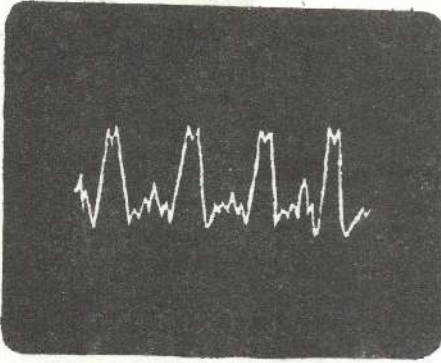


படம் 14.18 கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியில் இசைக் கவரின் அலை உருவம்

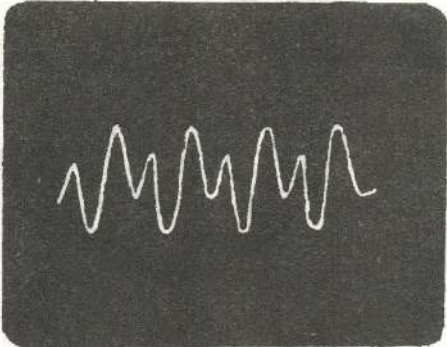
(அ)



(ஆ)



(இ)

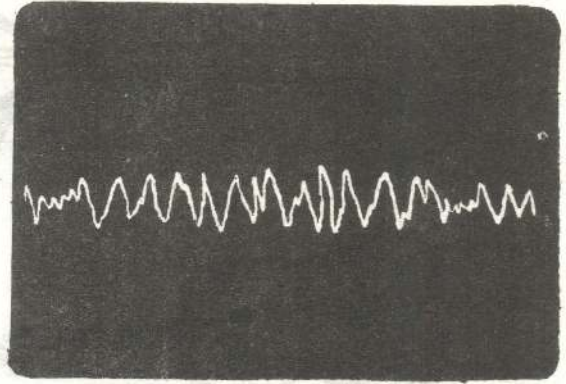


படம் 14.19 சமனான மீடிற்னைக் கொண்ட கரங்கள்

(அ) ஒபோ (ஆ) பிரெஞ்சுக் குழல்,

(இ) வயலின் ஆகியவற்றின் மூலம் வெளி விடப்படும் ஒலி அலைகளின் உருவங்கள்.

அடுத்ததாக, மீற்றர்க் கோலொன்றை மேசையின்மீது தட்டும்போது தோன்றும் சத்தத்தின் ஒலி உருவத்தைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் பரிசோதிப்பின் படம் 14.20 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற அலை வடிவம் கிடைக்கின்றது.



படம் 14.20 ஒரு சத்தத்தின் அலைவடிவம்

இவ்வடிவத்தில் எவ்வித ஒழுங்கும் காணப் படுவதில்லை. இந்த அலைகள் பல்வேறு வகைப்பட்ட அதிர்வுகளினாற் தோன்றி யுள்ளன. இசையொலிகள் ஒரே விதமான அதிர்வுகளின் மூலமும் சத்தங்கள் பல பலவகையான அதிர்வுகளின் மூலமும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பது இதிலி ருந்து தெளிவாகின்றது.

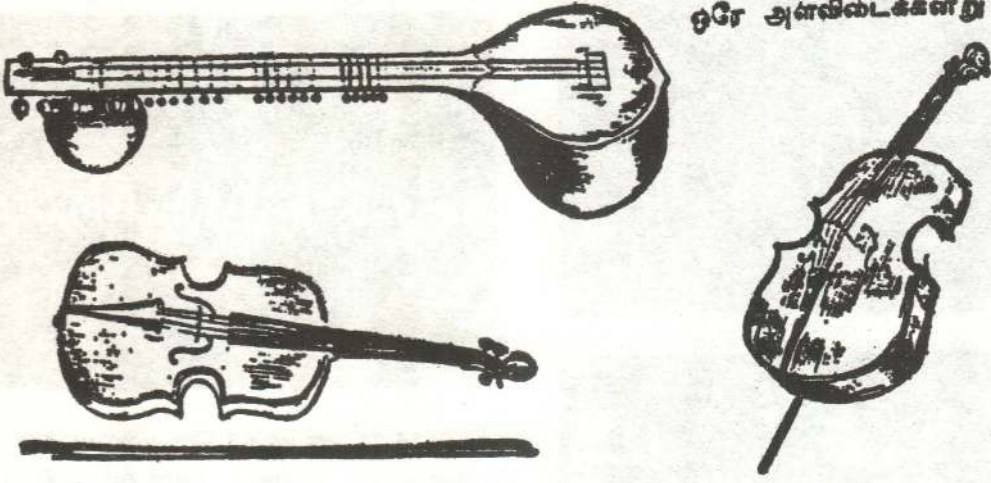
### 14.7.2 இசைக் கருவிகள்

இசைக் கருவிகள் யாவும் அவை மீட்டப் படும்போது சீராக அதிரும் வண்ணமே அமைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இவற்றிலி ருந்து இனிமையான ஒலி பிறக்கின்றது. இசைக்கருவிகளின் மூலம் ஒலி பிறப்பிக்கப் படும் விதத்துக்கு ஏற்ப அவை மூன்று வகைகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளன. காற்றுக் கருவிகள், கொட்டற்கருவிகள், இழைக் கருவிகள் என்பனவே அவையாகும்.

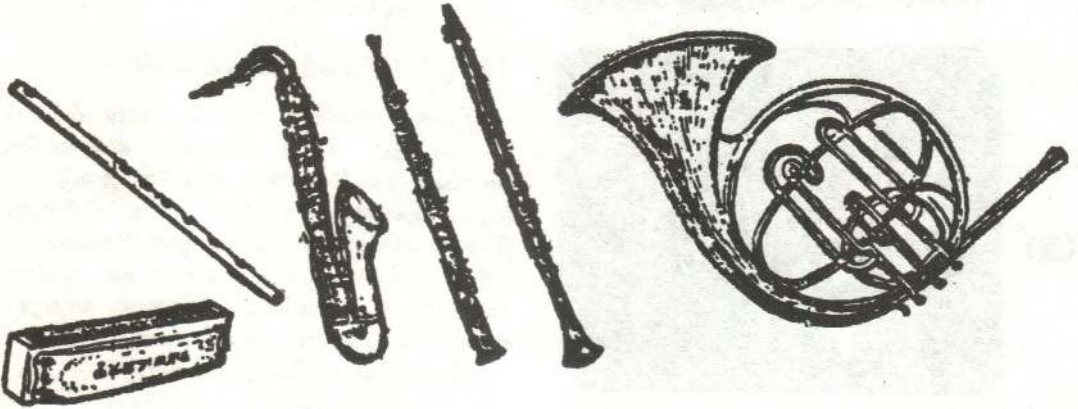
### இழைக் கருவிகள்

சித்தார், வீணை, வயலின், செலோ போன்ற கருவிகள் அனைத்தையும் கவனி க்கையில், அடிப்படையாக அவை ஒலிப் பெட்டியொன்றின் மீது ஈர்த்துக் கட்டி வைக்கப்பட்டுள்ள உலோக இழைகளை அல்லது விலங்குநார் இழைகளைக் கொண் டுள்ளன. எனவே, இவை இழைக்கருவிகள் எனப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கருவியிலும் பல இழைகள் காணப்படுகின்றன. அவ் வெவ்வொரு இழையினதும் தடிப்பு ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டது. இலே

ஓரே அளவிடைக்கன்று



படம் 14.21 சில இழைக் கருவிகள்



ஓரே அளவிடைக்கன்று

படம் 14.22 காற்றுக் கருவிகள்

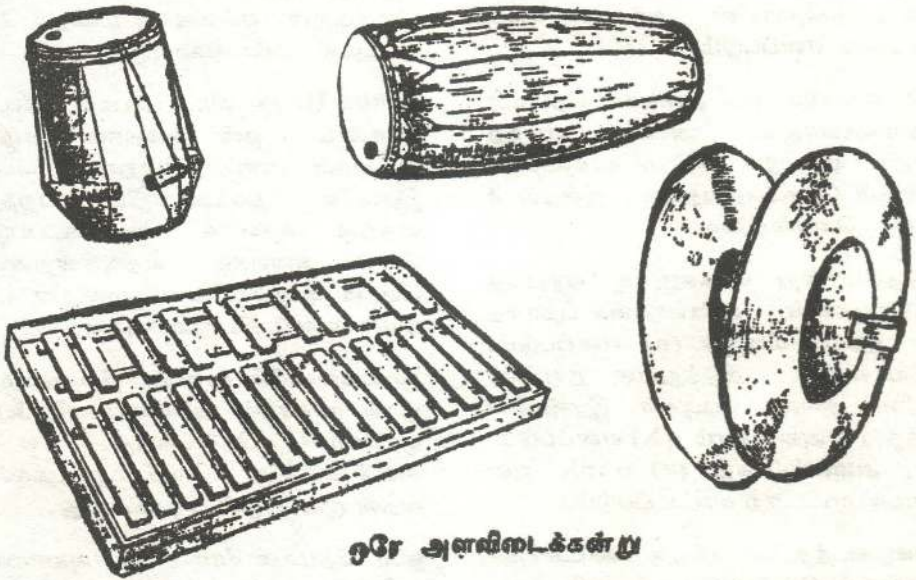
சான மெல்லிய இழைகளிலிருந்து, உச்ச மீட்டிறனைக் கொண்ட சுரங்களும் பாரம் கூடிய தடித்த இழைகளிலிருந்து தாழ் சுரங்களும் பிறக்கின்றன. இழைகளிலே தோன்றும் ஒலி நெறிவானதன்று. எனினும் ஒலிப்பெட்டியினால் அது தெளிவாக்கப்படுகின்றது. இழையின் நீளத்தை மாற்றியபடி அதிரச் செய்யும்போது அதன்மூலம் வெளி

விடப்படும் சுரங்கள் வேறுபடுகின்றன. அதிரும் இழையின் பகுதியின் நீளம் குறையும் அளவுக்கு அதன் சுருதியின் மீட்டிறன் உயர்கின்றது. இந்த இழைகள் இறுக்கமாக ஈர்க்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஈர்க்கப்பட்டிருப்பதன் காரணமாக இவை சுரத்தின் சுருதியிற் பங்களிப்புச் செய்கின்றன.

## காற்றுக் கருவிகள்

ஒலியைக் பிறப்பிப்பதற்காக, வளியோட்டம் பயன்படுத்தப்படும் இசைக் கருவிகள் காற்றுக் கருவிகள் எனப்படுகின்றன. இவற்றுள் ஆர்மோனியம், மெலோடிக்கா, மவுத் ஓகன் போன்ற இசைக் கருவிகளில் வளியோட்டம் காரணமாக அதிரும் நாக்கே ஒலி முதலாக அமைகின்றது. வெவ்வேறு அளவான தடிப்பையும் நீளத்தையும் கொண்ட நாக்குகளால் வேறுபட்ட சுரங்கள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. புல்லாங்குழல், எக்காளம்,

கருவிகள் கொட்டற் கருவிகள் எனப்படுகின்றன, மேளத்தின் கொட்டல் மேற்பரப்பு, உருளைவடிவான (சட்டத்தின் மீது இறுக்கமாக இழுத்து இக்கப்பட்ட விலங்குத்தோ கிக் கொண்டது. தோலின் தடிப்பு, அகலம், அது க்கப்பட்டுள்ள அளவு என்பவற்றிலேயே அதனாற் பிறப்பிக்கப்படும் ஒலியின் மீடிறன் தங்கியுள்ளது. மேளத்திலே தட்டப்படும் ஒவ்வொரு கொட்டலின் மூலமும் வெளிவிடப்படும் ஒலியின் மீடிறன் ஏறத்தாழ ஒரே



ஒரே அளவிடைக்கன்று

படம் 14.23 சில கொட்டற் கருவிகள்

சக்சபோன் போன்ற கருவிகளில், அவற்றினுள் அதிரும் வளி நிரலின் மூலமே ஒலி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறான கருவிகளில் நீளப்பாடாக அமைந்துள்ள துளை வரிசைகளின் துளைகளை மூடுவதன் மூலமும் திறப்பதன் மூலமும் வளி நிரலின் நீளத்தைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ முடியும். இவ்வாறாக வளி நிரலின் நீளத்தை மாற்றுவதன்மூலம் சுரத்தின் மீடிறன் வேறுபடுகின்றது.

## கொட்டற் கருவிகள்

தட்டுவதன்மூலம் ஒலி பிறாயிக்கப்படுகின்ற மேளம், மத்தளம் போன்ற இசைக்

அளவானதாக இருக்கும். ஒலியின் உரப்பில் மாத்திரமே வேறுபாட்டை ஏற்படுத்த முடியும். மேளத்தின் தோலின் மீது ஒங்கத் தட்டியதும் அது உயர் வீச்சத்துடன் அதிர்கின்றமையாலே, கூடிய உரப்பைக் கொண்ட ஒலி பிறக்கின்றது. பியானோவில் ஈர்த்து வைக்கப்பட்டுள்ள இழைகளின் மீது பெல்ட் போர்த்திய சம்மட்டிகளாலே தட்டுவதன் மூலமே ஒலி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. எனவே இதனை நரம்புக் கருவியாகவும் கொட்டற் கருவியாகவும் கருத முடியும்.

## பொழிப்பு

பதார்த்தமொன்றில் ஏற்படும் அதிர்வு காரணமாக அலைகள் உண்டாகின்றன.

அலை செல்லும் ஊடகத்தினது துணிக்கைகளின் சலனம் அலை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாய் அமையுமானின், அவ்வலை குறுக்கலை எனப்படும்.

குறுக்கலையில் முடியும் தாழியும் உண்டு.

அலை செல்லும் ஊடகத்தினது துணிக்கைகளின் சலனம் அலை செல்லும் திசையினூடாகவே அமையுமாயின், அவ்வலை நெட்டாங்கு அலை எனப்படும்.

வளியில் ஏற்படும் ஒலி அலைகள் நெட்டாங்கு அலைகளாகும். அவை பதார்த்தமொன்றில் ஏற்படும் அதிர்வு காரணமாக உண்டாகும் நெருக்கத்தையும் ஐமையாக் கத்தையும் கொண்டவை.

பதார்த்தமொன்று செக்களுக்கு ஏற்படுத்தும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை பதார்த்தத்தின் அதிர்வு மீட்டறன் (n) எனப்படும். அலையொன்றின் அடுத்துள்ள தாழிகள் இரண்டின் அல்லது முடிகள் இரண்டின் இடைத்தூரம் அலைநீளம் ( $\lambda$ ) எனப்படும். ஆகவே, அலையின் கதி (v) = n $\lambda$  என்றும் சமன்பாட்டாற் காட்டப்படும்.

ஒலி ஊடுகடத்தப்படுவதற்கு ஊடகமொன்று தேவைப்படும். வளியைத் தவிர மரம் உலோகம் போன்ற திண்மங்களினூடாகவும் ஒலி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது.

நீரினுள் ஒலியின் கதி வளியினுள் ஒலியின் கதியை விட அதிகமாகும். திண்மங்களினுள் ஒலியின் கதி நீரினுள் ஒலியின் கதியை விட அதிகமாகும்.

வளியினூடாக ஊடுகடத்தப்படும் ஒலி அலைகள் செவியினுட் காணப்படும் செவிப்

பறை மென்சவ்வை அதிர்ச் செய்கின்றன. வெவிப்பறையுடன் இணைந்துள்ள சிற்றென்புகளினால் இவ்வதிர்வுகள் நத்தைச் சுருளுக்குக் கடத்தப்பட்டுப் பின்னர் செவி நரம்பின் அந்தங்கள் தூண்டப்படுகின்றன. செவி நரம்பின் மூலம் மூளைக்கு அனுப்பப்படும் அக்கணத்தாக்கின் மூலம் கேட்டற் புலனுணர்வு ஏற்படுகின்றது. மனிதச் செவி 20 Hz முதல் 20 000 Hz வரையான மீட்டறனைக் கொண்ட ஒலிகளுக்குத் துலங்கலைக் காட்டக்கூடியது. இம்மீட்டறன் எல்லைகள் மனிதச் செவியின் கேட்டல் எல்லைகளாகும்.

20000 Hz ஐ விடக் கூடிய மீட்டறனைக் கொண்ட ஒலி அலைகள் கழியொஹ் அலைகள் எனப்படுகின்றன. வெளவால் இரவிலே தடையின்றிப் பறந்து திரிவதற்கு அதனால் வெளிவிடப்படும் கழியொலி அலைகள் உதவுகின்றன. கழியொலி அலைகளினால் மனிதன் பல்வேறு பண்களைப் பெறுகின்றான்.

குரல்வளையின் முற்பகுதியில் அமைந்துள்ள குரல் நாண்கள் அதிர்வதனாலேயே எமது குரலொலி பிறக்கின்றது. சில விலங்குகளின் உடலின் வேறு உறுப்புக்கள் அதிர்வதன் மூலம் ஒலி பிறக்கின்றது.

ஒரே விதமான சீரான அதிர்வுகளால் இசை ஒலிகளும், பலவித அதிர்வுகளாற் சத்தங்களும் தோன்றுகின்றன.

கொட்டற் கருவிகள், காற்றுக் கருவிகள் இழைக் கருவிகள் என மூன்று வகையாக இசைக் கருவிகளை வகுக்கலாம்.

இழைக் கருவிகளில் இழைகளின் அதிர்வு மூலமும், காற்றுக்கருவிகளில் வளி நிரல்களின் அதிர்வுமூலமும், கொட்டற் கருவிகளில் தட்டுதல் மூலமும் ஒலி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது.

## அத்தியாயம் 15

### மின்னின் விளைவுகள்

#### 15.1 மின்னோட்டத்தின் வெப்ப விளைவு

முன்குமிழில் மின்சக்தியானது, ஒளிச் சக்தியாகவும் வெப்பச் சக்தியாகவும் மாற்றப்படுகின்றதை நீங்கள் அறிவீர்கள். அதேபோன்று எமது வீடுகளில் நாம் பயன்படுத்தும் மின் அழுத்தி, மின் கேத்தல், மின் அடுப்புகள், அமிழ்த்தும் வெப்பச் சுருள் போன்ற உபகரணங்களால் மின் சக்தியிலிருந்து வெப்பச்சக்தி பிறப்பிக்கப்படுகின்றதையும் நீங்கள் அறிவீர்கள். இவ்வெல்லா உபகரணங்களின் மூலமும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்துள் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பச்சக்தியின் அளவு சமனானதல்ல. உதாரணமாக, ஒரு மின்னடுப்பிலிருந்து ஒரு செக்கனில் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவை விட இது கூடுதலாக இருக்கலாம். ஒரு மின்னடுப்பில் கூட அதன் வெவ்வேறு

கடத்தி ஒன்றினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது வேலை நடைபெறுகின்றது. இதற்காக சக்தி விரயமாகின்றது. இந்தச் சக்தி வெப்பமாகக் கடத்தியினால் வெளி விடப்படுகின்றது. எனவே, பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவானது, ஆற்றப்பட்ட வேலையின் அளவுக்குச் சமனாகின்றது.

ஒரு கடத்தியின் ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு ஒரு கூலோம் மின்னேற்றத்தைக் கொண்டு செல்கையில் ஆற்றப்படும் வேலை 1 யூல் ஆயின் அப்புள்ளிகள் இரண்டிற்குமிடையிலான அழுத்த வேறுபாடு ஒரு வோல்ட் ஆகும் என்பதை 9 ஆம் ஆண்டில் நீங்கள் கற்றுக் கொண்

இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையிலான அழுத்த வேறுபாடு	கொண்டு செல்லப்படும் ஏற்றம்	நடைபெற்ற வேலை
1 வோல்ட் ஆக இருக்கையில்	1 கூலோம் ஆயின்	1 யூல் ஆகும்
V வோல்ட் ஆக இருக்கையில்	1 கூலோம் ஆயின்	V யூல் ஆகும் (முன்னைய சந்தர்ப்பத்தை விட V மடங்கு ஆகும்)
V வோல்ட் ஆக இருக்கையில்	Q கூலோம் ஆயின்	QV யூல் ஆகும் (முன்னைய சந்தர்ப்பத்தை விட Q மடங்கு ஆகும்)

வெப்பத்தாக்கியினால் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டதாக இருக்கலாம். இதற்கான காரணம் என்ன?

டீர்கள். அவ்வாறாயின், இவ்வாறாக, கடத்தியில் V வோல்ட் அழுத்த வேறுபாடு நிலவும் புள்ளிகள் இரண்டுக் கிடை

யில், Q கூலோம் ஏற்றம்கொண்டு செல்லப்படும்போது E யூல் வேலை ஆற்றப் படுகின்றதாயின்

$$E = Q V \dots \dots \dots (1)$$

மின்னேற்ற அளவின் அலகான கூலோ மின் வரைவிலக்கணத்தை 9 ஆம் ஆண்டின் போது கற்றோம். யாதேனுமொரு கடத்தியினூடாக ஒரு அம்பியர் தொடர்ச்சியான ஓட்டம் பாய்ந்து செல்கின்றதாயின் அக்கம்பியின் ஏதேனுமொரு குறுக்கு வெட்டுக் கூடாக, ஒரு செக்கனுக்கு ஒரு கூலோம் ஏற்றம் பாய்ந்து செல்கின்றது என்பதை நீங்கள் கற்றுக்கொண்டீர்கள். அவ்வாறாயின்,

டத்தியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டம் I ஆயின் ஓமின் விதிக்கு ஏற்ப,

$$V = IR \dots \dots \dots (4)$$

என 9 ஆம் ஆண்டில் கற்றுக் கொண்டுள்ளீர்கள்.

$$E = VIt \dots \dots \dots (3)$$

Vக்காக (4) இல் கிடைத்த பெறுமானத்தை (3) ஆம் சமன்பாட்டில் பிரதியீடு செய்வதால்

$$E = IR \times It$$

$$\text{அதாவது } E = I^2 Rt$$

கடத்தியினூடாகப் பாயும் தொடர்ச்சியான ஓட்டம்	கடத்தியின் ஏதேனுமொரு குறுக்கு வெட்டுக்கூடாக	பாய்ந்து செல்லும் ஓட்டத்தின் அளவு
1 அம்பியராக இருக்கையில்	1 செக்களில்	1 கூலோம் ஆகும்
I அம்பியராக இருக்கையில்	I செக்களில்	I கூலோம் ஆகும் முன்னைய சந்தர்ப்பத்தை விட I மடங்கு
1 அம்பியராக இருக்கையில்	t செக்களில்	It கூலோம் ஆகும் (முன்னைய சந்தர்ப்பத்தை விட t மடங்கு)

இவ்வாறாக நாம் கவனம் செலுத்தும் கடத்திக்கூடாக I அம்பியர் ஓட்டம் பாய்ந்து செல்லும்போது, அக்கடத்தியின் ஏதேனுமொரு குறுக்கு வெட்டுக்கூடாக t நேரத்தில் பாய்ந்து செல்லும் ஓட்டத்தின் அளவு Q கூலோம் ஆயின்,

$$Q = It \dots \dots \dots (2)$$

Q க்காக (1) ஆம் சமன்பாட்டில் பிரதியீடு செய்வதால்

$$E = V \times I \times t \dots \dots \dots (3)$$

யூல் = வோல்ட் அம்பியர் செக்கள் எனும் தொடர்பு கிடைக்கின்றது.

R தடையைக் கொண்ட ஒரு கடத்தியின் முனைகளிரண்டுக்கும் இடையில் V அழுத்த வேறுபாட்டைப் பிரயோகித்ததும் அக்க

அவ்வாறே, (4) இல்  $I = \frac{V}{R}$

I க்கான இப்பெறுமானத்தை (3) ஆம் சமன்பாட்டில் பிரதியீடு செய்வதால்

$$E = V - \frac{V^2}{R}$$

அதாவது,  $E = \frac{V^2}{R} - t$

உதாரணம் 1

மோட்டர் வாகனமொன்றின் பிரதான விளக்கொன்றின் முனைகள் இரண்டுக்கு மிடையே 12V அழுத்த வேறுபாடு நிலவுகின்றது. அம்மின் குமிழ் 10 செக்கனில் 250 J மின் சக்தியை



விரயமாக்குகின்றதாயின், அதன் இயைநூடாகப் பாயும் மின்னோட்டம் யாது?

முனைகளுக்கிடையேயான

அழுத்த வேறுபாடு = 12 V

ஓட்டம் பாய்ந்த நேரம் = 10s

விரயமாகிய மின் சக்தி = 250 J

பாய்ந்த ஓட்டம் = I எனக் கொள்  
வோம்

எனவே, E = VIt சமன்பாட்டில் பிரதியீடு செய்வதால்

$$250 = 12 \times I \times 10$$

$$250$$

$$\therefore I = \frac{250}{12 \times 10}$$

$$I = \underline{\underline{2.03 \text{ A}}}$$

**உதாரணம் 2**

ஒரு மோட்டர் வாகனத்தில் 12V, மின் கலவடுக்கினால் தொழிற்படும் வெப்பச் சுருள் ஒரு செக்கனில் 10 J மின்சக்தியைப் பிறப்பிக்கின்றது. அதன் வெப்பச் சுருளின் அளவு அதனுடகப் பாயும் ஓட்டத்தின் அளவு ஒருபோதும் 5 A ஐத் தாண்டாதவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுருளின் தடை யாது? சுருளை ஆக்குதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள திக்குரோம் கம்பியின் விட்டம் 0.7 mm ஆயும் நிக்ரோமின் தடைத்திறன்  $1.03 \times 10^{-6} \Omega m$  ஆயும் இருப்பின் கம்பியின் நீளத்தைத் துணிக

சுருளினூடாக பாயும் உச்ச ஓட்டம் 5A யாக இருக்கவேண்டுமெனின், தடையின் அலகு R ஆக இருக்கவேண்டுமெனக் கொள்வோம். சுருளினால் பிறப்பிக்கப்படும்

$$\begin{aligned} \text{வெப்பம்} &= 10J \\ &= I^2Rt \end{aligned}$$

சமன்பாட்டில், மேற்படி பெறுமானத்தைப் பிரதியீடு செய்வதால்

$$10 = (5)^2 \times R \times 1$$

$$R = 10 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \Omega = \frac{2\Omega}{5}$$

$\therefore$  (1) கம்பியின் தடை = 0.4  $\Omega$

நிக்ரோமின் தடைத்திறன் =  $1.03 \times 10^{-6} \Omega m$

கம்பியின் விட்டம் = 0.7 mm =  $\frac{0.7}{1000}$  m

$\therefore$  கம்பியின் ஆரை =  $\frac{0.7}{2 \times 1000}$  m

கம்பியின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு =  $\pi r^2$   
 $= \frac{22}{7} \times \frac{0.7}{2 \times 1000} \times \frac{0.7}{2 \times 1000} m^2$

பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள கம்பியின் நீளம் = I எனக் கொள்வோம்

$$R = P \frac{l}{A}$$

சமன்பாட்டில் மேற்படி பெறுமானத்தைப் பிரதியீடு செய்வதால்

$$0.4 = 1.03 \times 10^{-6} \times l \times \frac{1}{\frac{22}{7} \times \frac{0.7}{2 \times 1000} \times \frac{0.7}{2 \times 1000}}$$

$$l = 0.4 \times \frac{22}{7} \times \frac{0.7}{2 \times 1000} \times \frac{0.7}{2 \times 1000} \times \frac{1}{1.03 \times 10^{-6}}$$

$$l = \frac{4}{7} \times \frac{22}{7} \times \frac{7 \times 7 \times 10^{-6}}{2 \times 2 \times 103 \times 10 \times 10^{-6}}$$

$$l = 0.15m$$

(ii) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள கம்பியின் நீளம் = 15cm

உதாரணம் 3

76.8 தடையைக் கொண்ட ஒரு வெப்பச்சுருள் 240 V மின் வழங்கலுடன் தொடுக்கப்பட்டதும் ஒரு செக்கனில் அச்சுருளினால் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பச்சக்தியின் அளவைத் துணிக.

வெப்பச்சுருளின் அந்தங்களிரண்டுக்கும் இடையிலான அழுத்த வேறுபாடு = 240V  
வெப்பச்சுருளின் தடை = 76.8Ω  
நேரம் = 1 s

$$E = \frac{V^2}{R} t$$

சமன்பாட்டின் மேற்படி பெறுமானத்தைப் பிரதியீடு செய்வதால்

$$E = \frac{240 \times 240 \times 1}{76.8} J$$

$$E = \frac{240 \times 240 \times 10}{768} J$$

ஒரு செக்கனில் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு = 750 J

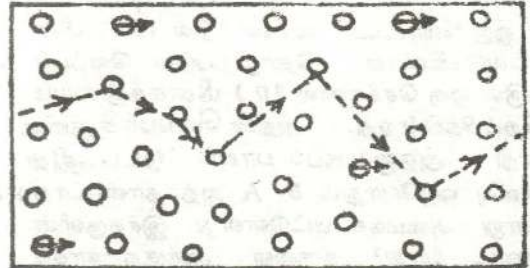
### 15.1.1 வெப்ப விளைவை அணுக்கொள்கையின் மூலம் விளக்குதல்

கடத்தியொன்றினூடாக மின் பாய்ந்து செல்வதை விளக்குவதற்காக, அணுக்கொள்கையில் அடிப்படையாகக் கொண்ட மாதிரியொன்றினைப் பற்றி 9 னிம் னிடில் கற்றுக்கொடீர்கள். உலோகம் ஒன்றுக்கூடான விளைவு, அதன் பல்வேறு காரணிகள் பங்களிப்புச் செய்யும் விதம் என்பவற்றை மேலே குறிப்பிட்ட மாதிரியின் மூலம் எவ்வாறு விளக்கலாம்?

ஓர் இலத்திரன் கொண்டுள்ள ஏற்ற  $1.6 \times 10^{-19}$  கூலோம் எனவும், கடத்தியொன்றுக்கூடாக ஓர் அமீபியர் தொடர்ச்சியாக ஓட்டம் பாய்ந்து செல்லும்போது அக்கடத்தியின் யாதேனுமொரு குறுக்கு வெட்டி

டின் ஊடாக ஒரு செக்கனுக்கு  $6.25 \times 10^{18}$  இலத்திரன்கள் அளவு மிகப் பெருந்தொகையான இலத்திரன்கள்) பாய்ந்து செல்கின்றன என்பதையும் 9 ஆம் ஆண்டில் கற்றுள்ளீர்கள். உலோகமொன்றிற்கூடாக, இலத்திரன்கள் பாய்ந்து செல்லும்போது, அவை உலோக அணுக்களுடன் மோதுகின்றன (படம் 15.1). இவ்வாறாக மோதுவதனால் இலத்திரன்களின் பாய்ச்சலுக்குத் தடங்கல் ஏற்படுகின்றது. இதனையே நாம் கடத்தியின் மின்தடை என அழைக்கின்றோம்.

உலோகத்தின் அணுக்களுக்கிடையே பயணம் செய்யும் எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் அவற்றின் இயக்கத்தினை வேறுபடுகின்றது. அதுமட்டுமன்றி, அவை கொண்டுள்ள இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியின் முற்பகுதியை அணுக்களுக்கு வழங்க வேண்டியுமீற்படுகின்றது. இவ்வாறாக அணுக்களுக்குக் கிடைக்கும் சக்தி காரணமாக அந்த அணுக்களின் அதிர்வு மிக வேகமாக நடைபெறுகின்றது. அதாவது, அக்கம்பியின் வெப்பநிலை உயர்கின்றது.



○ உலோக அணுக்கள்  
⊙ இலத்திரன்கள்

படம் 15.1 உலோக அணுக்களுடன் மோதுவதால் இலத்திரன்களின் பயணப்பாதை வேறுபடுகின்றது

இலத்திரன்கள் பாய்ந்து செல்லும் விதத்தை, அதாவது ஓட்டத்தை அதிகரிப்பின் ஓர் அலகு நேரத்துள் உலோகத்தின் அணுக்களுடன் மோதும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. எனவே, அம்மோதுகைகள் காரணமாக இலத்திரன்களிலிருந்து உலோக அணுக்களுக்குக் கிடைக்கும் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்கின்றது. அதாவது உலோகத்தினுள் பிறப்பி

பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. கடத்தியினூடாகப் பாய்ந்து செல்லும் ஓட்டத்தை அதிகரித்ததும் வெப்பத்தின் அளவும் இவ்வாறாகவே அதிகரிக்கின்றது.

உயர் தடையைக் கொண்ட ஒரு கடத்தி என்பது, இலத்திரன்களின் பாய்ச்சலுக்கு அதிக தடங்கலை ஏற்படுத்துவதொன்றாகும். அவ்வாறானதோர் உலோகத்தினூடாக முன்னர் செலுத்திய ஓட்டத்தையே செலுத்துகையில் அணுக்களுடன் இலத்திரன்கள் மோதும் வீதம் அதிகரிக்கின்றது. எனவே, பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவும் அதிகரிக்கின்றது. உயர் தடையைக்கொண்ட கடத்தியினூடாக ஓட்டம் பாய்ந்து செல்லும்போது, அதிக அளவு வெப்பம் பிறப்பிக்கப்படுவதை இவ்வாறாக விளக்க முடியும்.

உலோகத்தினூடாக பாயும் ஓட்டத்தை நீண்ட நேரம் பாயவிடின் அந்நேரத்தில் கூடுதலான எண்ணிக்கை இலத்திரன்கள் உலோக அணுக்களுடன் மோதுகின்றன. இதனால், அம்மோதுகைகளின்போது இலத்திரன்களிலிருந்து அணுக்களுக்குக் கிடைக்கும் சக்தியின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. அதாவது உலோகத்தினுள் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. கடத்தியில் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு, ஓட்டம் பாய்ந்து சென்ற நேரத்திலேயே தங்கியிருப்பதை மேலே கூறியவிதத்தில் விளாக முடியும்.

மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவையும் அதன் மூலம் ஓட்டம், தடை, நேரம் எனும் காரணிகள் பங்களிப்புச் செய்யும் விதத்தையும் இலத்திரன் இயாக மாதிரியின் மூலம் மேலே காட்டப்பட்டுள்ளபடி விளக்கி காட்ட முடியும்.

**15.2 வலு**

கட்டமொன்றை அமைக்கும் மனிதர்கள் செங்கற்களை மேல்தளத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். பெருமளவு செங்கற்களை மேல் தளத்திற்கு மனிதன் தூக்கிக் கொண்டு செல்வதாயின் அதிக நேரம் எடுக்கும். ஆனால், கிரேன் ஒன்றைப் பயன்படுத்திக் கற்களை உயர்த்து

வதாயின், அதற்குச் செலவாகும் காலம் மிகச் குறைவாகவிருக்கும். இந்த இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவு சமனானது. அதற்காகச் செலவான சக்தியின் அளவும் சமனானது. ஆனால் கிரேன் வேலை செய்யும் வீதம் மனிதன் வேலை செய்யும் வீதத்தை விட மிகக்கூடியதாகும். வேலை செய்யப்படும் வீதம் வலு எனப்படும்.

E யூல்களுக்குச் சமனான அளவு வேலையைச் செய்வதற்கு எடுக்கும் நேரம் - செக்கன்களாயின்.

$$E \text{ வலு}(P) = \text{வேலை செய்யப்படும் வீதம்} = \frac{E}{t} \quad (7)$$

$$\text{அல்லது, } (P) = \frac{E}{t} \quad (7)$$

வலுவின் அலகு, செக்கனுக்கு யூல் அல்லது வாற்று (குறியீடு W) ஆகும்.

$$E = IVt \quad (8)$$

$$E = I^2Rt \quad (5)$$

$$E = \frac{V^2t}{R} \quad (6)$$

என்னும் தொடர்புகளை நாம் பெறுவோம். எனவே, கீழ்க்காணும் தொடர்புகள் எமக்குக் கிடைக்கும்.

$$P = VI \quad (7)$$

$$P = I^2R \quad (8)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (9)$$

சில கடத்திகளில் மின்னோட்டம் நிகழும் போது அவற்றில் காணப்படும் வலுவைக் கணிப்பதற்கு இச்சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

கருட்டு பற்றவைக்கும் வெப்பச் சுருளானது செக்கன் ஒன்றுக்கு 10 யூல் வெப்பச் சக்தியைக் காலும். எனவே, இதன் வலு 10 ஆகும்

பெரிய அளவிலான வலுவை அளப்பதற்குக் கிலோவாற்று (KW) என்ற அலகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு கிலோவாற்று என்பது 1,000 வாற்றுக்களாகும். பாரிய மின்சக்தி நிலையங்களில் பிறப்பிக்கப்படும் மின்வலுவைப் போன்ற மிகப் பெரிய அளவு வலுவை அளப்பதற்கு மெகாவாற்று (MW) என்னும் அலகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு மெகாவாற்று என்பது 1 000 000 வாற்று ஆகும். எனவே,

$$10^3 W = 1 \text{ kW}$$

$$10^6 W = 1 \text{ MW}$$

அண்மைக்காலத்தில் ஆரம்பித்துவைக்கப்பட்ட விக்டோரியா நீர் மின்சக்தி நிலையத்திலுள்ள மின்பிறப்பாக்கி மூலம் பிறப்பிக்கப்படும் வலு 310 MW ஆகும்.

#### உதாரணம் 4

வெப்பச் சுருளானது 3 kg திணிவுள்ள நீரை 10 நிமிடங்களில் 30°C வெப்பநிலையில் ருந்து 80°C வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தியது. நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு 4 200 J/kg°C ஆகவிருப்பின் வெப்பச் சுருளின் வலுவைக் காண்க.

வெப்பநிலை ஏற்றம் ( $\theta$ )

$$= 80^\circ - 30^\circ = 50^\circ \text{C}$$

வெப்பநிலை அதிகரிப்பதற்குத்

தேவையான முழு வெப்ப அளவு Q

$$= ms\theta$$

$$= 3 \times 4200 \times 50$$

வெப்பச் சுருளால் பிறப்பிக்கப்படும் முழு வெப்பமும், நீரை வெப்பமேற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டால், வெப்பச்சுருளால் பிறப்பிக்கப்படும் முழு வெப்பத்தினதும் அளவு

$$= 3 \times 4200 \times 50 \text{ J}$$

இதற்காக எடுத்த நேரம்

$$= 10 \times 60 \text{ s}$$

1 செக்கனில் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பம்

$$\frac{3 \times 4200 \times 50}{10 \times 60} \text{ J/s}$$

சுருளின் வலு = 1050 W

#### உதாரணம் 5

240 V மின்வழங்கி ஒன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ள வெப்பச்சுருள் ஒன்று 2.5 A ஓட்டத்தைப் பெறுகின்றது. அச்சுருள், 10 செக்கன்களில் பிறப்பிக்கும் வெப்பத்தையும் சுருளின் வலுவையும் கணிக்க.

10 செக்கனில் சுருள்பிறப்பிக்கும் வெப்பம்

$$= E$$

$$E = IVt$$

$$= 2.5 \times 240 \times 10 \text{ J}$$

$$= 6000 \text{ J}$$

$$= 6 \text{ kJ}$$

1 செக்கனில் சுருள் பிறப்பிக்கும் சக்தி, அதன் வலுவாகும்.

$$\text{சுருளின் வலு } P = \frac{E}{t}$$

$$= \frac{6000}{10} \text{ J/s}$$

$$= 600 \text{ W}$$

அண்மைக்காலம்வரை, பிரித்தானிய, அலகு முறையைச் சேர்ந்த பரிவலு என்றும் அலகிலேயே வலு அளக்கப்பட்டது. பரிவலுவானது 746 வாற்றுக்குச் சமனானது.

அதாவது, 1 பரிவலு = 746 வாற்று. இன்னும் மின்மோட்டர்கள் சிலவற்றின் வலு, பரிவலு என்ற அலகிலேயே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளதை சிலவேளை நீங்கள் அறிந்திருப்பீர்கள்.

உங்கள் வீட்டில் உள்ள எந்தவொரு மின் உபகரணத்தையேனும் கவனமாகப் பாருங்கள். அது தொடுக்கப்படவேண்டிய மின்வழங்கியின் வோல்ட்றளவும் அவ்வாறு தொடுக்கப்படுமையில் பெறப்படும் வலுவும் அதில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இழை விளக்காக (குமிழ் விளக்கு) இருப்பின், அதன் கண்ணாடியில் 230 V, 40 W என்றவாறு குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். இதனால் புரிந்து கொள்ளக் கூடியது என்ன என்பது உங்களுக்கு இப்போது விளங்கியிருக்கும். வழங்கியிலிருந்து இழை விளக்கு பெறும் வலுவானது ஒளியாகவும், வெப்பமாகவும் காணப்படுகின்றது. ஒரு செக்கனில் இதிலிருந்து காலப்படும் இச்சக்தி வடிவங்கள் இரண்டினதும் மொத்த அளவு 40 W ஆகும். 40 W

வலு எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள புளோ ரொளிர்வு விளக்கொன்று ஒரு செக்கனில் காலும் முழுச் சக்தியின் அளவு 40 J ஆகும். ஆயினும், அதிலிருந்து காலப்படும் வெப்பத்தின் அளவு மிகக் குறைவானது. எனவே, அதிலிருந்து காலப்படும் ஒளிச் சக்தியானது பெரும்பாலும் 40 J இற் குச் சமனாகும்.

வீட்டில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் மின் உபகரணங்கள் சிலவற்றில் குறிக்கப்பட்டுள்ள வலுக்கள் வருமாறு:

மின்விளக்கு: 40 W/ 60 W/ 100 W

மின்னழுத்தி: 750W/ 1 000 W

அமிழ்த்தி வெப்பமாக்கி: 1000W/ 1500W

குளிர்நேற்றி: 60 W

மின்கேத்தல்: 1 500W

தொலைக்காட்சி (நிறம்): 100W

தொலைக்காட்சி (கறுப்பு வெள்ளை): 40W

மின் அடுப்பு: 2 000 W

நீர்ப்பம்பி: 750 W

நீங்கள் இந்தப் பெறுமானங்களின் கூட்டத்தைக் கவனித்துப் பார்த்தால், பல்வேறு வேலைகளுக்கு வெப்பத்தைப் பிறப்பிப்பதற்காகவே வீட்டில் அதிக மின் சக்தி செலவாகின்றது என்பதை உணர்ந்து கொள்ளமுடியும்.

## வெப்பத்தைப் பிறப்பிக்கும்

### உபகரணங்கள்

அதிக தடையையுடைய கலப்புலோகக் கடத்தி ஒன்றி ஊடாக மின்னோட்டம் பாய்வதன் காரணமாகவே, வெப்பத்தைப் பிறப்பிக்கும் சகல உபகரணங்களிலும் வெப்பம் உண்டாகின்றது. இக்கடத்தியே வெப்பமாக்கியின் பிரதான உறுப்பாகும்.

வெப்பமாக்கியின் பிரதான உறுப்பாகப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படும் கலப்புலோகம் நிக்ரோம் ஆகும். இதைத் தவிர மங்களின், யேமன்வெள்ளி, கொன்சுதாந்தன் போன்ற கலப்புலோகங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்குமிழின் இழை தங்குதனினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த உபகரணங்களுக்கு மின்னைக் கொண்டு வரும் இணைப்புக் கம்பிகளின் தடை மிகக் குறைவானதால், அவற்றில் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பம் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறிதளவாகும்.

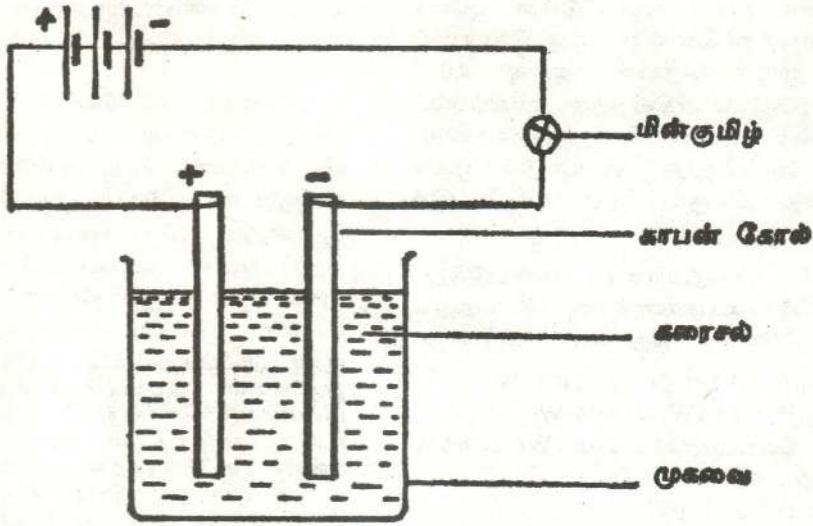
## 15.3 மின்னின் இரசாயன விளைவுகள்

உலோகக் கம்பியொன்றினூடாக மின் பாய்ந்து செல்லும்போது, வெப்பம் வெளி விடப்படுவதை நாம் அறிவோம். கரைசல்களினூடாக மின் பாய்ந்து செல்லும்போதோன்றும் விளைவுகள் யாவை? இது தொடர்பான அடிப்படையான விடயங்களை ஆண்டு 9 இல் நீங்கள் கற்றுக்கொண்டீர்கள். செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலினுள் அமிழ்த்தப்பட்ட இரண்டு செப்புத் தகடுகளை, அம்பியர்மான் ஒன்றிற்கூடாக மின்கலவடுக்கொன்றின் இரு முனைகளுடன் தொடுத்ததும் அம்பியர்மான் திரும்பலைக் காட்டுகின்றது. இணைப்புக் கம்பிகளின் ஊடாக, மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்கின்றது என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது. செப்புத் தகடுகள் இரண்டிற்கு மிடையிலான தொடர்பு, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலின் ஊடாகவே ஏற்படுகின்ற மையால், மேற்குறிப்பிட்ட ஓட்டம், அக்கரைசலின் ஊடாகவே பயணஞ் செய்கின்றமை தெளிவாகின்றது. மின்னோட்டத்தை இவ்வாறாக, சிறிது நேரம் பாய்ந்து செல்ல இடமளித்தால் ஒரு தகட்டின் மீது செம்பு படிவதைக் காணமுடிகின்றது. எனவே மின்னோட்டம் காரணமாக, இரசாயன விளைவுகளும் தோன்றுகின்றன என நாம் கூறமுடியும்.

பதார்த்தங்கள் ஈரமாக இருக்கையில் அவற்றின் ஊடாக மின் இலகுவாகப் பயணஞ் செய்கின்றது. நாம் காணும் எல்லாப் பதார்த்தங்களின் ஊடாகவும், எல்லாக் கரைசல்களின் ஊடாகவும் மின் கடத்தப்படுகின்றதா? இது பற்றி அறிந்து கொள்வதற்காக நாம் ஒரு பரிசோதனையை நடத்துவோம்.

### பரிசோதனை 1

இலகுவாகப் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய, சில திரவங்கள், சில கரைசல்கள், 3 உலர் மின் கலங்கள், மின்கூழ் மின்குமிழ் ஒன்று 2 காபன்கோல்கள், செப்புக்கம்பி என்பன இப்பரிசோதனைக்குத் தேவைப்படுகின்றன. பயன்படுத்திக் கழிக்கப்பட்ட உலர் மின் கலங்களிலிருந்து காபன் கோல்களைக் கழற்றிக்கொள்ள முடியும். இப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி, படம் 15.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றை அமைத்துக்



படம் 15.2 திரவங்கள் கரைசல்கள் ஆகியவற்றின் ஊடாக மின் கடத்தப்படுகின்றதா எனச் சோதித்தறிதல்

கொள்ளுங்கள். காபன் கோல்களுடன் செப்புக் கம்பிகளை இணைப்பதற்காக, முதலாவாய்க் கெளவிகள் இரண்டைப் பயன்படுத்துவது ஏற்றதாகும்.

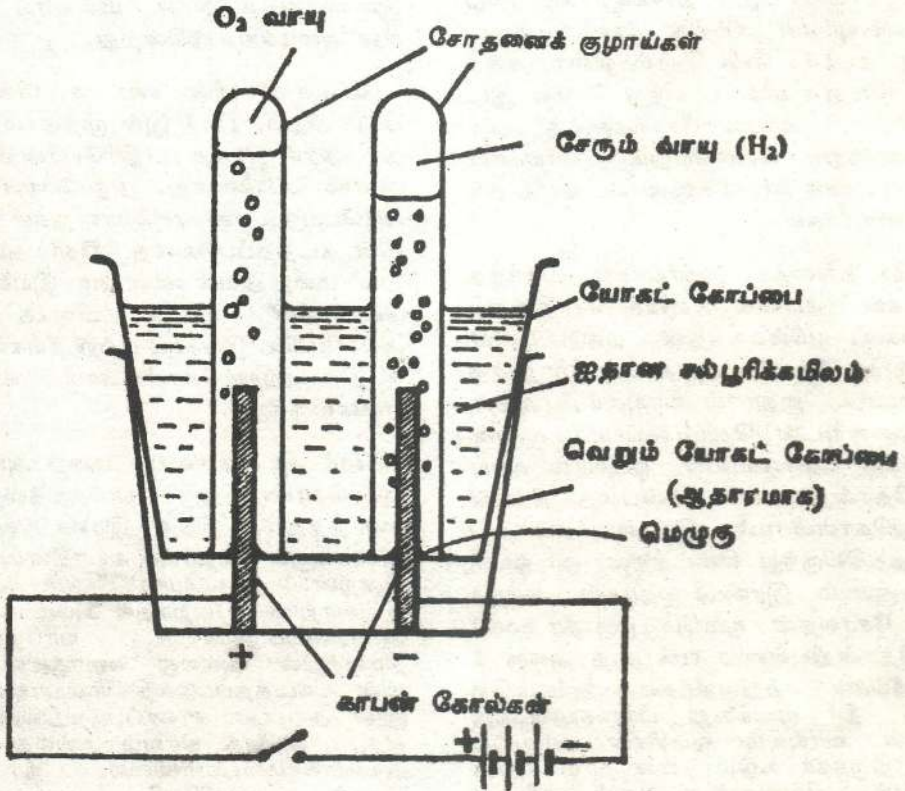
முறையே காய்ச்சிவடித்த நீர், மண்ணெண்ணெய், மதுசாரம், ஐதான சல்பூரிக்கமிலம், எலுமிச்சஞாற்றுக் கரைசல், வெல்லக் கரைசல், வினாக்சிரி, உப்புக் கரைசல், ஆகியவற்றை முகவையில் இட்டு, ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் காபன் கோல்களை உலர்மின்கலங்களுடன் இணையுங்கள். முகவையினுள் இடப்பட்ட கரைசல் (அல்லது) திரவம் மின்னைக் கடத்துகின்றதெனின், சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்குமிழ் ஒளிர்வதைக் காண்பீர்கள். அத்தோடு காபன் கோல்களுக்கு அண்மையிலயாதேனும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருப்பின் அவற்றையும் அவதானித்துப் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். உங்களது அவதானிப்புகளை அட்டவணை 15.1 ஐப் போன்றதொரு அட்டவணையில் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள். ஒரு திரவத்தைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனையை நடாத்திய பின்னர், அத்திரவத்தை முகவையிலிருந்து அகற்றி அடுத்த திரவத்தை அதனுள் இடமுன்னர், முகவையையும் காபன் கோல்களையும் நன்கு கழுவி உலர்த்திக் கொள்ளுங்கள்.

இப்பரிசோதனையின் மூலம் கிடைத்த அவதானிப்புகளின்படி, ஐதான சல்பூரிக்கமிலம், வினாக்சிரி, உப்புக் கரைசல், எலுமிச்சஞாற்றுக் கரைசல் ஆகிய திரவங்களினூடாக மின் கடத்தப்படுகின்றது (அல்லது மின் பயணஞ் செய்கின்றது) என நாம் கூற முடியும். காய்ச்சி வடித்த நீர், மண்ணெண்ணெய், மதுசாரம், வெல்லக்கரைசல் ஆகிய திரவங்கள், கரைசல்களின் ஊடாக மின் கடத்தப்படுவதில்லை என்பது தெரிகின்றது. சில திரவங்களுக்கும் சில கரைசல்களுக்கும் ஊடாக மின் கடத்தப்படுகின்றதெனினும், மற்றும் சில திரவங்களுக்கும், சில கரைசல்களுக்கும் ஊடாக மின் கடத்தப்படுவதில்லை.

மின்னைக் கடத்தும் கரைசல்களின் ஊடாக மின் பயணஞ் செய்யும்போது, காபன் கோல்களுக்கு அண்மையில் வாயுக் குமிழிகள் தோன்றியதை நீங்கள் அவதானித்திருப்பீர்கள். அவ்வக் கரைசல்களின் ஊடாக மின் கடத்தப்படும்போது, வெளிவரும் வாயுக்களைச் சேகரித்துக் கொள்ளுவதற்கு ஏற்ற ஓர் அமைப்பு படம் 15.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நிரவம்/	குமிழ் ஒளிர்கின் றது / ஒளிர வில்லை	மின்கலத்தின் நேர்முனை யுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ள காபன் கோலுக்கு அண்மை யில் நிகழும் வேறுபாடுகள்	மின்கலத்தின் எதிர் முனையுடன் தொடுக்கப்பட் பட்டுள்ள காபன் கோலுக்கு அண்மையில் நிகழும் வேறு பாடுகள்.
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

அட்டவணை 15.1



படம் 15.3 ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் சேர்க்கப்பட்ட, நீரின் ஊடாக மின் கடத்தப்படும்போது வெளிவரும் வாயுக்களைச் சேகரித்தல்

யோகற் பாத்திரம் போன்ற சிறிய பிளாத்திக்குப் பாத்திரமொன்றின் அடியில் துளைக்கப்பட்ட இரண்டு துவாரங்களின் ஊடாக, காபன் கோல்கள் இரண்டைப் புகுத்துங்கள். காபன் கோல்கள் புகுத்தப் பட்ட துவாரங்களின் மூலம் திரவம் கசிவதைத் தவிர்ப்பதற்காக, உருக்கிய மெழுகை இட்டுக் காபன் கோல்கள் இரண்டையும் படத்திற் காட்டியவாறு மின்சுற்றுடன் இணையுங்கள். பாத்திரம் சாய்ந்து விழா வண்ணம் அதை மற்றுமொரு பாத்திரத்தின் மீது வையுங்கள். பின்னர் காபன் கோல்கள் அமிழும்வரை, பிளாத்திக்குப் பாத்திரத்தினுள் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரை நிரப்புகள். பரிசோதனைக் குழாய்கள் (அல்லது கொதி குழாய்கள்) இரண்டைப்பெற்று அவற்றையும் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரினால் நிரப்பி, ஒவ்வொரு காபன்கோலின் மீதும் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து வையுங்கள். சுற்றின் ஆளியை மூடி, ஏறத்தாழ 15 நிமிடநேரம் வரை, கரைசலின் ஊடாக மின் பாய்ந்து செல்ல இடமளியுங்கள். காபன் கோல்களுக்கு அண்மையிலிருந்து வெளியேறும் வாயுக்கள் பரிசோதனைக் குழாய்களுள் சேர்வதை நீங்கள் காண்பீர்கள்.

பரிசோதனைக் குழாய்களுட் சேர்ந்த வாயுக்கள் யாவை எனச் சோதித்துப் பாருங்கள். மின்கலத்தின் மறை முனையுடன் தொடுக்கப்பட்ட காபன் கோலுக்கு அண்மையில் ஐதரசன் வாயுவும், அதன் நேர் முனையுடன் தொடுக்கப்பட்ட காபன் கோலுக்கு அண்மையில் ஓட்சிசன் வாயுவும் தோன்றியுள்ளன என்பதை நீங்கள் அறிந்துகொள்வீர்கள். இவ்வாயுக்கள் எப்பதார்த்தத்திலிருந்து கிடைத்தன? ஓர் ஓட்சிசன் அணுவும் இரண்டு ஐதரசன் அணுக்களும் சேர்வதன் மூலமே ஒரு நீர் மூலக் கூறு தோன்றியுள்ளது என்பதை அலகு 1 இல் நீங்கள் கற்றுள்ளீர்கள். அவ்வாறெனின், நீர் மூலக்கூறு பிரிகையடைந்து ஐதரசன் வாயுவும் ஓட்சிசன் வாயுவும் கிடைத்திருக்கக் கூடும் என நாம் சந்தேகிக்கலாம். மின்னைக் கடத்தும் தன்மையுடைய வேறு கரைசல்களையும் பெற்று மேலே பரீட்சித்தது போன்று பரீட்சித்துப் பாருங்கள். மின்னோட்டம் காரண

மாக அவற்றின் கூறுகளும் பிரிகையடைகின்றன என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். பிறிதொரு சந்தர்ப்பத்தில் இதுபற்றி நீங்கள் மேலும் அறிந்து கொள்வீர்கள்.

கரைசலொன்றின் ஊடாக மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்வதன் காரணமாக அதில் அடங்கியுள்ள பதார்த்தங்கள் பிரிகையடைதலானது மின்பகுப்பு என்னும் பெயரால் அழைக்கப்படுகின்றது. அவ்வாறாக மின்பகுப்புக்குள்ளாகும் கரைசல் மின்பகுபொருள் என அழைக்கப்படுகின்றது. மின்பகுபொருளுள் மின்னோட்டம் புகும் முனையாகவும் வெளியேறும் முனையாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள உலோகத்தகடுகள் அல்லது கோல்கள் மின்வாய்கள் எனவும், மின்பகுபொருள் அடங்கியுள்ள பாத்திரம் வோல்ட்நாமானி (இது வோல்ட்நாமானியன்று) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. மின்கலத்தின் நேர் முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்வாய் கதோட் என அழைக்கப்படுகின்றது.

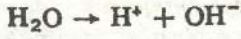
உலோகங்களின் ஊடாக மின்கடத்தப்படும் விதம், 15.1 இன் முதலாம் பந்தியில் டுலத்திரன் இயக்க மாதிரியொன்றின் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது. அது போன்றே, மின்பகுபொருட் கரைசலொன்றுக்கு ஊடாக மின் கடத்தப்படுவதை நேர் அயன்களினதும் மறை அயன்களினதும் இயக்க மாதிரியொன்றின் மூலம் விளக்க முடியும். அயன்களின் இயக்கம் பற்றி நீங்கள் விண்டு 9 இற் கற்றுக்கொண்டவை உங்களுக்கு நினைவிருக்கும்.

நேர் அயன்களையும் மறை அயன்களையும் கொண்ட ஒரு பதார்த்தத்தை நீரிற் கரைத்ததும், இந்த இரண்டு வகையான அயன்களும் வேறாய்ச் சுயாதீனமாக அசைகின்றன. திரவமொன்றினுள் அயன்கள் இவ்வாறாக வேறாதல் அயனாக்கம் என அழைக்கப்படுகின்றது. யாதேனுமொரு திரவத்தின் அல்லது கரைசலின் ஊடாக மின் கடத்தப்படுவதில்லையாயின் அதனுள் அயன்கள் காணப்படுவதில்லை. அதாவது, அந்தத் திரவம் அல்லது கரைசல் அயனாக்கமடையவில்லை. நீர் மிகச் சொற்ப அளவிலேயே அயனாக்கமடைகின்றது. நீரின் ஊடாக மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச் செய்வதற்கு அது போதுமான தன்று, பரிசோதனை 1 இலே

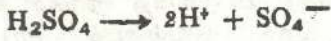


காய்ச்சிவடித்த நீரின் ஊடாக மின் கடத்தப்படுகின்றது எனச் சோதித்தபோது, மின்குமிழ் ஒளிராமைக்கான காரணம் இதுவாகும்.

பரிசோதனை 2 இன் போது சல்பூரிக் கமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரின் மூலக்கூறுகள் இவ்வாறாக அயனாக்கமடைகின்றன.



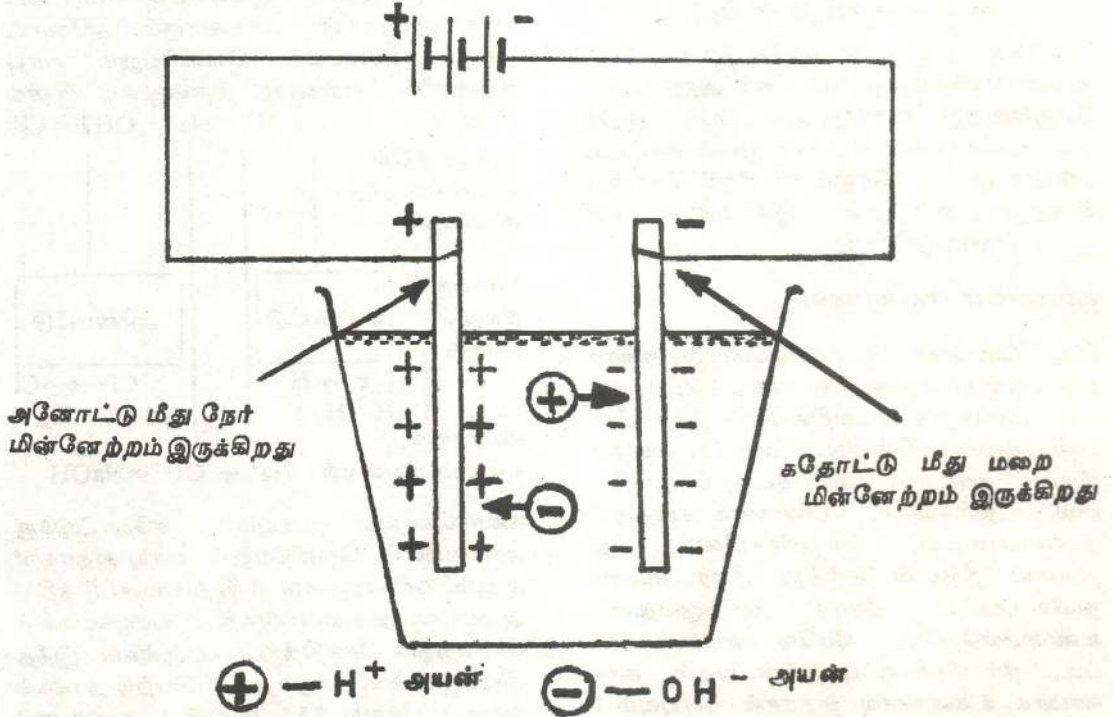
சல்பூரிக் கமில அயன்களும் பின்வரும் விதத்தில் அயனாக்கமடைகின்றன.



கொண்ட  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$  ஆகிய அயன்கள் அனோட்டை நோக்கியும் நேர் ஏற்றங் கொண்ட  $H^+$  அயன்கள் கதோட்டை நோக்கியும் செல்கின்றன.

கதோட்டுக்கு அண்மையில் நிகழ்பவை

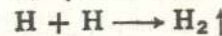
கதோட்டை நோக்கிக் கவரப்படும்  $H^+$  அயன்கள் ஒவ்வொன்றும் கதோட்டி விருந்து ஒவ்வொரு இலத்திரன் வீதம் பெற்று, ஐதரசன் அணுக்களாக மாறுகின்றன. பின்னர், ஐதரசன் அணுக்கள் சேர்ந்து ஐதரசன் மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிப்பதால் அது ஐதரசன் வாயு



படம் 15.4 சல்பூரிக் கமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீருக்கு ஊடாக மின்னின் பயணத்தை நடத்தும் அயன் இயக்கம்

எனவே அக்கரைசலினுள்  $H^+$  அயன்களும்  $OH^-$  அயன்களும்  $SO_4^{2-}$  அயன்களும் காணப்படுகின்றன. இந்த அயன்களைக் கொண்ட கரைசலினுள் அமிழ்த்தப்பட்ட இரண்டு மின்வாய்களை மின்கலத்தின் முனைகளுடன் இணைத்ததும், நேர் ஏற்றம் கொண்ட அயன்கள் கதோட்டை நோக்கியும் மறை ஏற்றம் கொண்ட அயன்கள் அனோட்டை நோக்கியும் கவரப்படுகின்றன. அதாவது மறை ஏற்றங்

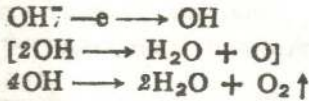
வாக வெளிவிடப்படுகின்றது இத்தொழிற் பாட்டைச் சமன்பாட்டின் மூலம் பின்வருமாறு காட்ட முடியும்



அனோட்டுக்கு அண்மையில் நிகழ்பவை

மறை ஏற்றங் கொண்ட  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$  அயன்கள் அனோட்டை நோக்கிக் கவரப்

படுகின்றன. எனினும், இந்த இரண்டு வகையான அயன்களிலும் மிக எளிதாக இறக்கமடையும் தன்மையைக் கொண்ட அயன், OH<sup>-</sup> ஆகும். எனவே, இந்த OH<sup>-</sup> அயன்கள் ஒவ்வொன்றும் அனோட்டுக்கு ஒவ்வொரு இலத்திரன் வீதம் வழங்கியபடி அங்கு இறக்கமடைகின்றன. இதனால் ஓட்சிசனும் நீரும் கிடைக்கின்றன. அனோட்டுக்கு அண்மையில் நடைபெறும் தொழிற்பாட்டைச் சமன்பாடுகள் மூலம் இவ்வாறாகக் காட்டலாம்.



அனோட்டுக்கு அண்மையில் இரண்டு OH<sup>-</sup> அயன்களிலிருந்து ஓர் ஓட்சிசன் அணு வெளியேறுகின்றது என்பது அடைப்புக் குறிக் குள் உள்ள சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டப் படுகின்றது. ஓட்சிசனுடன் நீரும் தோன்று கின்றது என்பதும் இச்சமன்பாட்டின் மூலம் தென்படுகின்றது.

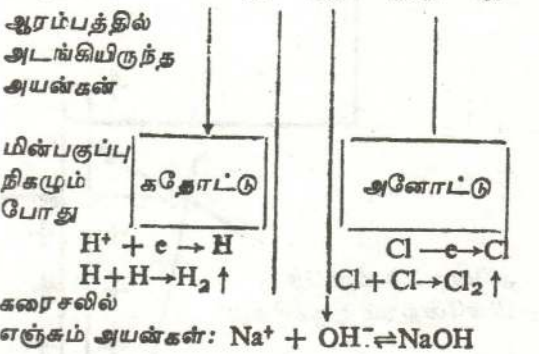
கரைசலில் எஞ்சுபவை

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> அயன்கள் இறக்கமடையாது, கரைச லில் எஞ்சுகின்றன. எனவே, சல்பூரிக் கமி லம் மின்பகுப்படைவதில்லை. நீரே மின்ப குப்புக்குள்ளாகின்றது. காய்ச்சி வடித்த நீருக்கு ஊடாக, மின் கடத்தப்படுவதில் லை. ஆகையால், மின்னைக் கடத்தும் தன்மையுடைய, சல்பூரிக் கமிலம் சிறி தளவை நீருடன் சேர்த்து நீரை அமிலம் துமிக்கப்பட்ட நீராக மாற்றுவதால், உண்மையிலேயே, மேலே காட்டப்பட்ட படி, நீர் மின்பகுப்புக்குள்ளாவதன் கார ணமாக 2 கனவளவு ஐதரசன் வாயுவும் 1 கனவளவு ஓட்சிசன் வாயுவும் கிடைக் கின்றன.

சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசலை மின்பகுத்தல் பரிசோதனை 3

சோடியங் குளோரைட்டுப் பளிங்குகளை நீரிற் கரைத்துச் செறிந்த சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசலொன்றினைத் தயாரித்துக்கொள்ளுங்கள். சோடியங்

குளோரைட்டுக் கரைசலை மின்பகுப்பதற் காகவும் பரிசோதனை 2 இற் பயன்படுத் திய உபகரண அமைப்பையே பயன்படுத் துங்கள். இவ்வாறாக மின்பகுக்கும்போது மின்வாய்களுக்கு அண்மையில் வாயுக் குமிழிகள் வெளியேறுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். அனோட்டுக்கு அண்மையில் வெளியேறும் வாயு மூக்கை அரிக்கும் மணமுடையது. இவ்வாயுவைக் கொண்ட குழாயினுள் நனைக்கப்பட்ட பாசிச்சாயத் தாள் துண்டொன்றினைப் புகுத்துங்கள். சிறிது நேரத்தில் அப்பாசிச் சாயத்தாளின் நிறம் வெளிற்றப்படுவதை நீங்கள் காண் பீர்கள். இந்த இயல்பைக் காட்டும் வாயு குளோரின் வாயுவாகும். அனோட் டுக்கு அண்மையில் வெளியேறும் வாயு குளோரின் என்பதை இதன்மூலம் இனங் கரைசலில்



கண்டுகொள்ள முடியும். கதோட்டுக்கு அண்மையில் வெளியேறும் வாயு ஐதரசன் ஆகும். பரிசோதனை 2 இற் பயன்படுத்திய அமைப்பைப் பயன்படுத்தி, வாயுக்களைச் சேரிகத்துச் சோதித்துப் பாருங்கள். இந்த மின்பகுப்பின்போது நடை பெற்ற தாக்கங் களைப் பக்கம் 215 இலுள்ள சமன்பாடு களின்மூலம் காட்ட முடியும்.

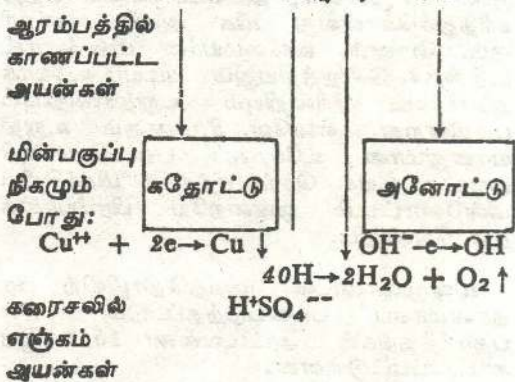
கதோட்டுக்கு அண்மையில் Na<sup>+</sup> அயன் கள் இறக்கமடைவதில்லை. அனோட்டுக்கு அண்மையில் OH<sup>-</sup> அயன்கள் இறக்க மடைவதில்லை. சோடியங் குளோரைட் டுக் கரைசல் படிப்படியாகச் சேடியமை தரொட்டைட்டுக் கரைசலாக மாறுகின்றது கதோட்டுக்கு அண்மையில், செம்பாசிச் சாயத் தாள் துண்டொன்றினை அமிழ்த் தியதும் அது நீல நிறமாக மாறுவதைக் காண முடிகின்றது.

மின்பகுப்பின் பின்னர் எஞ்சும் கரைசல், பிரதானமாகச் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலாகும். எனினும், எஞ்சிய சோடியங் குளோரைட்டும் அதில் அடங்கியுள்ளது.

கைத்தொழில்களுக்குத் தேவையான சோடியமைதரொட்சைட்டும் குளோரீனும் கூடல் நீரை மின்பகுப்பதன் மூலமே பெறப்படுகின்றன.

**காபன் மின்வாய்களைப் பயன்படுத்திச் செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல் ஒன்றை மின்பகுத்தல் பரிசோதனை 4**

செப்புச் சல்பேற்று பளிங்குகளை நீரிற் கரைத்து, நிரம்பிய செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலொன்றைத் தயாரித்துக்கொள்ளுங்கள். பரிசோதனை 1 இற் பயன்படுத்திய அமைப்பைப் பயன்படுத்திக் காபன் மின்வாய்களுக்கிடையே அதனை மின்பகுப்புக்கு உட்படுத்துங்கள். அனோட்டின் அண்மையில் ஒரு வாயுவளிவருவதைக் காண்பீர்கள். அது ஓட்சிசன் வாயுவாகும். இங்கு, கதோட்டுக்கு அண்மையில் வாயு ஏதும் வெளியேறுவதில்லை. கதோட்டாகப் பயன்படுத்திய காபன் கோல் செந்நிறமாவதைக் காண முடிகின்றது. அதன் மீது செம்பு படிவதனாலேயே அது செந்நிறத்தைப் பெறுகின்றது. மின்வாய்களுக்கு அண்மையில் நடை பெறும் இரக்கங்களைச் சமன்பாடுகள் மூலம் தவ்வாறாகக் காட்ட முடியும். கரைசலில்  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{OH}^-$



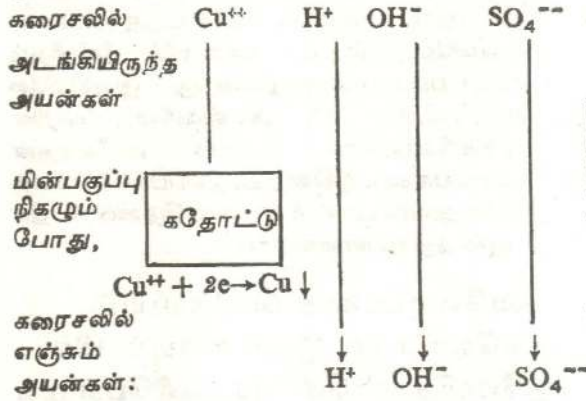
அனோட்டுக்கு அண்மையில் ஒவ்வொரு  $\text{OH}^-$  அயனின் மூலமும் ஒவ்வொரு இலத்திரன் வீதம் அனோட்டுக்கு வழங்கப் படுவதால், அவை இறக்கமடைந்து ஓட்சிசன் வெளியேறுகின்றது. கரைசலின் நீல நிறம் படிப் படியாகக் குறைகின்றது. இறுதியிலே கரைசலினுள்  $\text{H}^+$  அயன்களின் செறிவு அதிகரிப்பதனால், கரைசல் அமிலத்தன்மையைக் காட்டுகின்றது. நீலப்பாசிச் சாயத்தாள் துண்டொன்றின் மூலம் இதனைத் தீர்மானித்துக்கொள்ளலாம்.

**அனோட்டாகச் செம்பையும் கதோட்டாக இரும்பையும் பிரயோகித்து செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலொன்றை மின்பகுத்தல் பரிசோதனை 5**

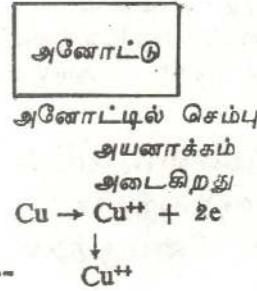
நிரம்பிய செப்புச் சல்பேற்று நீர்க் கரைசலொன்றைத் தயாரித்துக்கொள்ளுங்கள். ஏற்கெனவே நிறை அறியப்பட்ட செப்புத் தகடொன்றை அனோட்டாகவும் (அரத்தாளினால் உரோஞ்சி நன்கு சுத்திகரிக்கப்பட்ட) இரும்பு ஆணி ஒன்றைக் கதோட்டாகவும் பிரயோகித்துச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புக்கு உட்படுத்துங்கள். இதற்காக, பரிசோதனை 1 இற் பயன்படுத்திய உபகரண அமைப்பையே பயன்படுத்த முடியும்.

சிறிது நேரத்தின் பின்னர், இரும்பு ஆணி செந்நிறமாக மாறுவதைக் காண்பீர்கள். நீண்ட நேரம் வரை மின்பகுப்பு நடைபெற்ற பின்னர் கூடக் கரைசலின் நிறம் வேறுபடுவதில்லை. அனோட்டாகப் பயன்படுத்திய செப்புத்தகட்டை அப்புறப்படுத்திச் சோதித்துப் பார்த்தால், செப்புத் தகடு முன்னரைவிட மிகச்சுத்தமான நிறத்தைக் கொண்டிருப்பதைக் காண்பீர்கள். அனோட்டாகப் பயன்படுத்திய செப்புத் தகட்டைப் பரிசோதனைக்கு முன்னரும் பரிசோதனையின் பின்னரும் நன்கு உலர்த்தி நிறுத்துக்கொள்ளுங்கள். பரிசோதனையின் பின்னர் அதன் திணிவு குறைவடைந்திருப்பதை இதன் மூலம் அறிய முடியும். அவ்வாறெனின், அனோட்டாகப் பயன்படுத்திய செம்பு கதோட்டினை அடைந்து அதன் மீது படிந்துள்ளதா?

இங்கு நடைபெறும் தாக்கங்களைக் கவனிப்பதன் மூலம் இவ்வினாவுக்கு விடை காண முயல்வோம்.



பொருள்களின் மீது நிக்கல், குரோமியம் போன்ற உலோகங்களும், விலை குறைந்த



மின்பகுப்பின் பின்னர் கூட கரைசலில் மின்பகுப்புக்கு முன்னர் காணப்பட்ட அயன்களே எஞ்சுகின்றன என்பது சமன்பாடுகள் மூலம் தென்படுகின்றது. கரைசலில் அடங்கியிருந்த  $Cu^{++}$  இறக்கமடைந்து கதோட்டின்மீது செம்பாகப் படிவதும், அனோட்டில் அடங்கியிருந்த செம்பு அயனாக்கமடைந்து  $Cu^{++}$  அயன்களாகக் கரைசலுட் சேருவதும் மாத்திரமே இங்கு நடைபெற்றுள்ளவையாகும். இங்கு, மின்னோட்டம் மூலம் இரும்பு ஆணியின் மீது செம்பு படியச் செய்யப்பட்டது. இது மின் முலாமிடல் என அழைக்கப்படுகின்றது.

நிரம்பிய செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலினுள் இடப்பட்ட சுத்தமான இரும்பு ஆணி ஒன்றின் மீது செம்பு படிக்கின்றது என்பதை ஏற்கெனவே நீங்கள் கற்றுள்ளீர்கள். எனினும், இது அவ்வாறானதொரு உலோக இடப் பெயர்ச்சித் தாக்கம் காரணமாக நடைபெறுவதொன்றன்று.

வெள்ளி நாணயம், வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசல், சில உலர் மின்கலங்கள், செப்புக் கம்பி என்பவற்றைப் பயன்படுத்திப் பித்தளை நாணயம் ஒன்றின் மீது வெள்ளியைப் படியச் செய்ய முடியுமா என முயன்று பாருங்கள்.

### 15.4 மின்பகுப்பு பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள். மின் உலோக முலாமிடல்

இரும்பு ஆணியொன்றின் மீது செம்பைப் படியச் செய்ய முடியும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள், பல்வேறு பாவனைப்

உலோகங்களினால் ஆக்கப்பட்ட ஆபரணங்களின் மீது வெள்ளி, பொன் போன்ற உலோகங்களும் முலாமிடப்படுகின்றன என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். பாவனைப் பொருள்கள் செய்யப்பட்டுள்ள உலோகங்கள் அரிப்படைவதைத் தவிர்ப்பதற்காகவும், அப்பாவனைப் பொருள்களுக்குப் பெறுமதிமிக்க "தோற்றத்தைப்" பெற்றுக் கொடுப்பதற்காகவும் அவற்றின் மீது மின்முலாமிடப்படுகின்றது.

பித்தளை நாணயமொன்றின் மீது வெள்ளியைப் படியச் செய்வதற்காக நீங்கள் முயன்றபோது சிறந்த நிறைவுப் பொருளாக அதனைப் பெறுவது அவ்வளவு இலகுவான காரியமன்று என்பதை நீங்கள் உணர்ந்துகொண்டிருப்பீர்கள். கைத்தொழிற்றுறையில் இவ்வாறான உலோக முலாமிடும் கருமங்களின்போது விசேட நுட்பமுறைகளும் விசேட இரசாயனப் பதார்த்தங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எவ்வாறெனினும் யாதேனும் பாவனைப் பொருளொன்றின் மீது உலோக முலாமிடு முன்னர், அப்பொருளைச் சுத்திகரித்துக்கொள்வது மிக அவசியமானதாகும். மேலும், வலிமையான மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தியதும் படியும் உலோகக் படை சீரின்றியும் உறுதியின்றியும் படிக்கின்றது. எனவே, சீரானதும் உறுதியானதுமான உலோகப் படையொன்றினைப் படியச் செய்வதற்காக மிகச்சிறிய மின்னோட்டம் ஒன்றையே பிரயோகித்தல் வேண்டும்.

மின்முலாமிடல் கைத்தொழிலிற் பிரதானமாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில பதார்த்தங்கள் அட்டவணை 15.2 இற்காட்டப்பட்டுள்ளன.

	முலாமிடப்படும உலோகம்	அனோட்டு	மின்பகுபொருள்
1	செம்பு	செம்பு	செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல்
2	வெள்ளி	வெள்ளி	வெள்ளி நைத்திரேற்று, பொற்றாசியம் சயனைட்டுக் கரைசல்களின் கலவை (இப்பதார்த்தங்கள் அதிக நச்சுத் தன்மையுடையவை)
3	குரோமியம்	நிக்கல் குரோமியம்	குரோமிக்கமில்ம் + குரோமியம் சல் பேற்றுக் கரைசலுடன் சிறிதளவு குரோ மியங் காபனேற்று சேர்க்கப்பட்டுத் தயாரிக்கப்பட்ட கரைசல்
4	நிக்கல்	நிக்கல்	நிக்கல் அமோனியஞ் சல்பேற்றுக் கரைசல் + அமோனியஞ் சல்பேற்றுக் கரைசல் சேர்ந்த கலவை
5	பொன்	பொன்	பொன் சயனைட்டுக் கரைசல் + பொற்றாசியம் சயனைட்டுக் கரைசல் சேர்ந்த கலவை

### அட்டவணை 15.2

சைக்கிள், மோட்டர் வாகனங்கள் போன்றவற்றின் சில பகுதிகளிலும் சில வீட்டுப்பாவனைப் பொருள்களிலும் குரோமியம் முலாமிடப்பட்டுள்ளதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். இரும்பின் மீது நேரடியாகக் குரோமியம் முலாமிட முடியாது. குரோமியத்தை நிக்கலின் மீதே முலாமிட முடியும். நிக்கலைச் செம்பின் மீதே முலாமிட முடியும். எனவே, இரும்பின் மீது குரோமியம் முலாமிட வேண்டுமெனின், முதலாவதாக அதன் மீது செம்பையும் பின்னர் நிக்கலையும் முலாமிட்டுக்கொள்ளல் வேண்டும்.

வெள்ளியினால் அல்லது உலோகக் கலவைகளால் ஆக்கப்பட்ட ஆபரணங்களின் மீது உலோக முலாமிடல் மூலம் பொன்னைப் படியச் செய்ததும், அவை பொன்னாபரணங்கள் போன்று காட்சியளிக்கின்றன. மெல்லிய உருக்குத் தகடு

களின்மீது வெள்ளிய உலோகத்தை முலாமிடுவதன் மூலம், உணவுப் பொருள்களை அடைப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் தகர்ப்பேணிகள் செய்யப்படுகின்றன. வெள்ளி முலாம் காரணமாக, இரும்புத் தகடு துருப்பிடியாது பாதுகாக்கப்படுகின்றது, எனினும், இத்தகர மூலகம் சிராய்ப்புற்றால் அவ்விடத்தில் மிக வேகமாகத் துருப்பிடிக்கின்றது. குடைப் பிடிகள், மோட்டர் வாகனங்களின் சில பகுதிகள் போன்ற பிளாத்திக்கினாலாக்கப்பட்ட சில பாவனைப் பொருள்களின் மீது குரோமியம் முலாமிடப்பட்டுள்ளது. பிளாத்திக்கினூடாக மின் செல்வதில்லை. ஆகையால், இவ்வாறான பொருள்களின் மீது காரியத்தைத் தடவி, அவற்றின் மேற்பரப்புகளை மின்னைக் கடத்தும் மேற்பரப்புகளாக மாற்றிக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

## உலோகப் பிரித்தெடுப்பு

புவியில் உள்ள சில உலோகப் படிவுகள் வேறு உலோகங்களுடன் கலந்து காணப்படுகின்றன. தூய உலோகங்களல்லாத இவ்வாறான உலோகங்களைச் சுத்திகரித்துக் கொள்வதற்காகப் பயன்படுத்தும் பல்வேறு முறைகளுள் மின்பகுப்பு முறைகளும் அடங்குகின்றன.

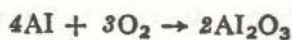
கடல் நீரிற் சிறிய அளவிலே கரைந்து காணப்படும் மக்னீசியத்தைப் பிரித்தெடுப்பதற்காகவும் மின்பகுப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலகின் சில பிரதேசங்களிலே புவியிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்படும் பொக்சைட்டு எனப்படும் கலப்புலோகப் படிவுகளிலிருந்து அலுமினியத்தைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகவும் மின்பகுப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்காக மின்பகுப்பு முறையைப் பிரயோகிக்க முடியும் என்பது அறியப்படுமுன்னர் அலுமினிய உலோகம் பொன்னை விட விலையுயர்ந்த பொருளாகக் கருதப்பட்டது எனக் கூறப்படுகின்றது. சேர்ஹம் பரி டேவி, உருக்கிய (வெப்ப மேற்றித் திரவமாக்கப்பட்ட) எரி சோடா, எரிபொற்றாசு ஆகியவற்றை மின்பகுப்பதன் மூலமே சோடியம், பொற்றாசியம் ஆகிய மூலகங்களைக் கண்டு பிடித்தார்.

## உலோகங்களைச் சுத்திகரித்தல்

மின்னைக் கடத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் வடங்களை, அதாவது செப்புக் கம்பிகளை அமைப்பதற்காக மிகச் சுத்தமான செம்பு அவசியமாகின்றது. எனினும், புவியிலிருந்து தோண்டி எடுக்கப்படும் செம்பு சுத்தமான செம்பு அன்று. செம்பைச் சுத்திகரிப்பதற்காகச் செப்புச்சல் சல்பேற்றுக் கரைசலொன்று மின்பகுப்பிற் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. சுத்திகரிக்கப்படாத செப்புக் குற்றி அனோட்டாகவும், மெல்லிய தூய செப்புத் தகடு கதோட்டாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்பகுப்பு நடைபெறும் போயு, அனோட்டிற் காணப்படும் கழிவுப் பொருள்கள் பாத்திரத்தின் அடியிற் படியுகின்றன. பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் இக்கழிவுப் பொருள்களுள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பொன், வெள்ளி ஆகியனவும் அடங்கியிருக்கக் காணப்படுகின்றன.

## அலுமினிய அனோட்டாக்கம்

பொதுவாக, அலுமினிய உலோகமேற்பரப்புகள் மிக மெல்லிய அலுமினிய ஓட்சைட்டுப் படையொன்றினால் மூடப்படுகின்றன. இரும்பைப் போன்றல்லாது அலுமினிய ஓட்சைட்டுப்படை அவ்வுலோகத்தின்மீது மிக உறுதியாக அணைத்துக் காணப்படுகின்றமையால், அப்படைக்குக் கீழே உள்ள உலோகம் அரிப்படையாது பாதுகாக்கப்படுகின்றது. இந்த ஓட்சைட்டுப்படை மிகவும் மெல்லியது. எனவே, சமையலறைகளிற் பயன்படுத்தப்படும் அலுமினியத்தாலான பாவனைப் பொருள்களையும் பாத்திரங்களையும் சுத்திகரிக்கும் போது மேலே குறிப்பிட்ட ஓட்சைட்டுப் படை அகற்றப்படுகின்றது. இதனால், உலோகம் அரிப்புக்குள்ளாகின்றது. மின்பகுப்பு முறையொன்றின் மூலம் இந்த ஓட்சைட்டுப் படையின் தடிப்பை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். இம் முறையின்போது, மின்பகுப்பொருளாக, ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் பிரயோகிக்கப்படுகிறது. அலுமினியப் பாத்திரத்தை அனோட்டாகவும், காபன் கோலொன்றைக் கதோட்டாகவும் பயன்படுத்தல் வேண்டும். கதோட்டின் அண்மையில் ஐதரசன் வாயு வெளியேறுகின்றது. அனோட்டுக்கு அண்மையில் இறக்கமடையும் ஓட்சிசன் வாயு அனோட்டிலுள்ள அலுமினியத்துடன் தாக்கம் புரிந்து தடிப்புக் கூடிய அலுமினிய மொட்சைட்டுப் படையை அமைக்கின்றது. இத்தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.



இவ்வாறாக, அனோட்டில் ஓட்சியேற்றத்தை நடத்துவதன் மூலம் ஓட்சைட்டுப்படை ஒன்றை அமைத்தலானது அனோட்டாக்கம் எனப்படுகின்றது. பாத்திரமொன்றின் மேற்பரப்பின் மீது படியச் செய்யப்பட்ட இவ்வாறான ஓட்சைட்டுப் படையானது, அப்பாத்திரத்தைச் சுத்திகரிக்கும்போது கூட அகற்றப்படுவதில்லை. அத்தோடு, இந்த ஓட்சைட்டுப் படையை மிக இலகுவாக வர்ணமூட்டவும் முடியும். வீடுகளிற் பயன்படுத்தப்படும் வர்ணங்கொண்ட அலுமினியப் பாத்திரங்கள் இவ்வாறாகத் தயாரிக்கப்பட்டவையாகும்.

## இரசாயன பதார்த்தங்களை உற்பத்தி செய்தல்

உப்புக் கரைசலை மின்பகுக்கும்போது சோடியமெதரொட்சைட்டு, குளோரீன், ஐதரசன் என்பன கிடைக்கின்றன. கைத் தொழிற்றுறையில் சோடியமெதரொட்சைட்டு உற்பத்தி செய்வதற்காகக் கடல் நீர் மின்பகுக்கப்படுகின்றது. பக்க விளைவுகளாகக் குளோரீன் வாயுவும் ஐதரசன் வாயுவும் கிடைக்கின்றன. அத்தோடு பிற உற்பத்திப் பொருளாக ஐதரோக் குளோரீக்கமிலமும் கிடைக்கின்றது. பக்க விளைவாகக் கிடைக்கும் குளோரீனை, நிறாத சுண்ணாம்பிற்கூடாகச் செலுத்துவதன் மூலம் வெளிற்றுந் தூள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. இது தொடர்பாக, அடுத்துவரும் அத்தியாயமொன்றில் நீங்கள் மேலும் கற்றுக் கொள்வீர்கள்.

### 15.5 மின்னின் காந்த விளைவுகள்

மெல்லிரும்பொன்றின் மீது சுற்றப்பட்ட பெருமளவு சுற்றுக்களைக்கொண்ட சுருளொன்றிற்கூடாக மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சும்ததும் அம்மின் இரும்பு, இரும்பாலான பொருள்கள் ஆகியவற்றைக் கவர்ந்த விதத்தை 9 ஆம் ஆண்டில் நீங்கள் கண்டீர்கள். மின்னோட்டம் காந்த விளைவைக்கொண்டது என்பதை நீங்கள் அப்போது கற்றுக்கொண்டீர்கள். அக்காந்த விளைவு பற்றி மேலும் கற்றுக் கொள்ள முயல்வோம்.

### பரிசோதனை 6

சிறிய திசைகாட்டியொன்றை மேசையின் மீது வைப்புகள். அதன்காந்த ஊசி அண்ணளவாக வடக்கு தெற்குத் திசையில் அமைவதைக் காண்பீர்கள். தடித்த நேரிய செப்புக் கம்பி ஒன்றைப் பெற்று அதனைத் திசைகாட்டியின் ஊசிக்கு நேராக அதன் மேலே வைப்புகள் [படம் 15.5 (அ)].

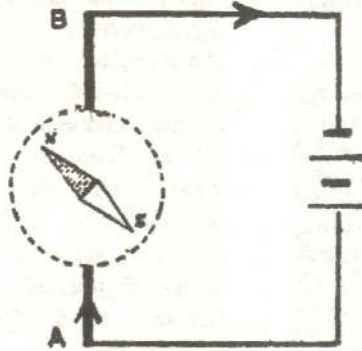
இரண்டு முதலைவாய்க் கௌவிகள், இரண்டு உலர் மின்கலங்கள், ஆளி, செப்புக் கம்பி ஆகியவற்றைக் கொண்டு 15.5 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றைத் தயார்படுத்துங்கள். பின்னர் ஆளியை மூடுவதன்மூலம் கம்பியினூடாக திசை AB யில் (நியம) ஓட்டமொன்றைப் பாய்ச்சும்ததங்கள். இப்போது திசைகாட்டி ஊசியின் வடமுனை இடதுகைப் பக்கமாகத் திரும்பலடைவதை [படம் 15.5

(ஆ)] காண முடியும். பின்னர் ஓட்டத்தை நிறுத்துங்கள். ஓட்டத்தை நிறுத்தியதும் திசைகாட்டி ஊசி மீண்டும் வடக்குதெற்குத் திசையில் அமைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். பின்னர் திசைகாட்டியைக் கம்பிக்கு மேலே கிடையாக வைத்து ஆளியை மூடி திசை AB யில் ஓட்டத்தைப் பாய்ச்சும்ததங்கள். இப்போது திசைகாட்டி ஊசியின் வட முனைவு வலதுகைப் பக்கமாகத் திரும்பலடைவதைக் காண்பீர்கள் (படம் 15.5 (இ)). இந்த அவதானிப்புக் களிவிருந்து நாம் என்ன முடிவுக்கு வரலாம்?

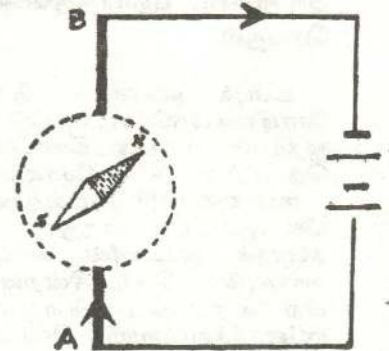
காந்த ஊசி, புறக் காந்தத் தாக்கம் ஒன்றிற்குள்ளானதாலேயே காந்த ஊசியிலே திரும்பல் ஏற்பட்டது. கம்பி AB மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் போது மாத்திரமே காந்த ஊசி திரும்பலடைந்தமையால், அவ்வாறு ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கம்பி AB க்கு அயலிலே காந்தத் தாக்கம் ஒன்று ஏற்படுகின்றது என நாம் முடிவுசெய்யலாம். இக்காந்தத்தாக்கம் காந்தத்தைச் சூழவுள்ள வெளியில் குறிப்பிட்ட ஒரு பிரதேசத்துட் காணப்படுகின்றது. இவ்வாறாகக் காணப்படும் தாக்கம் அக்காந்தத்தின் காந்தப் புலம் எனப்படுகின்றது. காந்தப் புலமானது காந்தப் பாயம் எனப்படும் ஏதோவொன்றினால் நிரம்பியுள்ளது எனவும், காந்தப் பாயம் காரணமாகவே காந்தப் புலத்தினுள் காந்த விசை பரம்பியுள்ளது எனவும் கருதப்படுகின்றது. காந்தப்பாயம் ஒரு காவிக் காணியமாகும். அது பருமனையும் திசையையும் கொண்டது. காந்தப்பாயத்தைக் காந்தப் புலக்கோடுகள் மூலம் காட்ட முடியும். காந்தப் புலத்தின் யாதேனுமோர் இடத்தில் வைக்கப்பட்ட காந்த வட முனையொன்றின்மீது தொழிற்படும் விசை காரணமாக அது அசைய முனையும் திசையினால், அப்புள்ளியிலே காந்தப் பாயத்தின் திசை, அதாவது காந்தப் புலத்தின் திசை காட்டப்படுகின்றது. அவ்வாறான காந்த முனைவொன்று புலத்துட் செல்லும் பாதை காந்தப் புலக்கோட்டின் பாதையாகும். யாதேனும் இரண்டு காந்தப் புலக் கோடுகள் ஒருபோதும் ஒன்றையொன்று வெட்டிச்செல்லவில்லை. காந்தப் புலமொன்றிற் காணப்படும் காந்தப் புலக்கோடுகளின் கோலத்தைப் பரிசோதனை 2 இன் மூலம் நீங்கள் கண்டு கொள்ளலாம்.



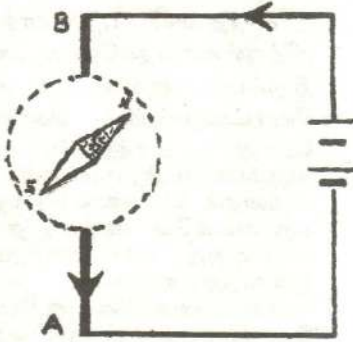
(அ)



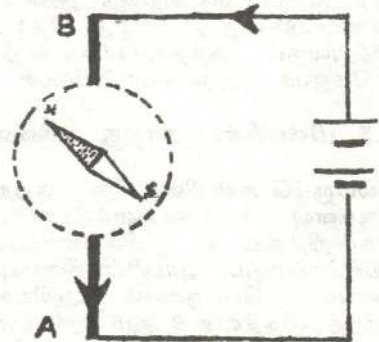
(ஆ)



(இ)



(ஈ)



(உ)

படம் 15.5 ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்திக்கு அருகிலே தோன்றும் “காந்த விளைவை” காந்த ஊசியின் திரும்பல் மூலம் அவதானித்தல்

பரிசோதனை 6 இலே திசைகாட்டி ஊசியின் வட முனை திரும்பிய திசையின் மூலம் காந்தப் புலத்தின் திசை காட்டப் பட்டது. ஓட்டம் திசை AB யிற் பாயும் போது கம்பிக்குக் கீழான புலம் இடக்கைத் திசையிலும் கம்பிக்கு மேலான புலம் வலக்கைத் திசையிலும் காணப்படுகின்றன.

இப்போது, படம் 15.5 (ஈ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு திசைகாட்டியைக் கம்பி பிக்குக் கீழே வைத்து ஓட்டத்தை திசை BA யிற் செலுத்துங்கள். காந்தப் புலத்தின் பாயம் எத்திசையிற் காணப்படுகின்றது எனக் கவனியுங்கள். பின்னர் படம் [15.5] (உ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு திசைகாட்டியைக் கம்பிக்கு மேலே வைத்து மீண்டும் திசை BA யில் ஓட்டத்தைச் செலுத்துங்கள். காந்தப்பாயம் இப்போது எத்திசையில் அமைகின்றது எனக் கவனியுங்கள். யாதேனுமொரு புள்ளியிலே, காந்தப் பாயத்தின் திசையானது அப்புள்ளி கம்பிக்கு மேலே

அமைந்துள்ளதா, கம்பிக்குக் கீழாக அமைந்துள்ளதா என்பதன் மீதிலும் ஓட்டம் பாய்வது திசை AB யிலா அல்லது திசை BA யிலா என்பதன் மீதிலும் தங்கியுள்ளது என்பதை இந்த அதவானிப்பினி ருந்து நீங்கள் முடிவு செய்யலாம்.

காந்தப் புலம் கம்பிக்கு மேலாகவும் கீழாகவும் மாத்திரமன்றி கம்பியைச் சூழவும் தோன்றுகின்றது என்பதைப் பரிசோதனை 7 இன் மூலம் நீங்கள் அறிந்துகொள்ளலாம்.

### பரிசோதனை 7

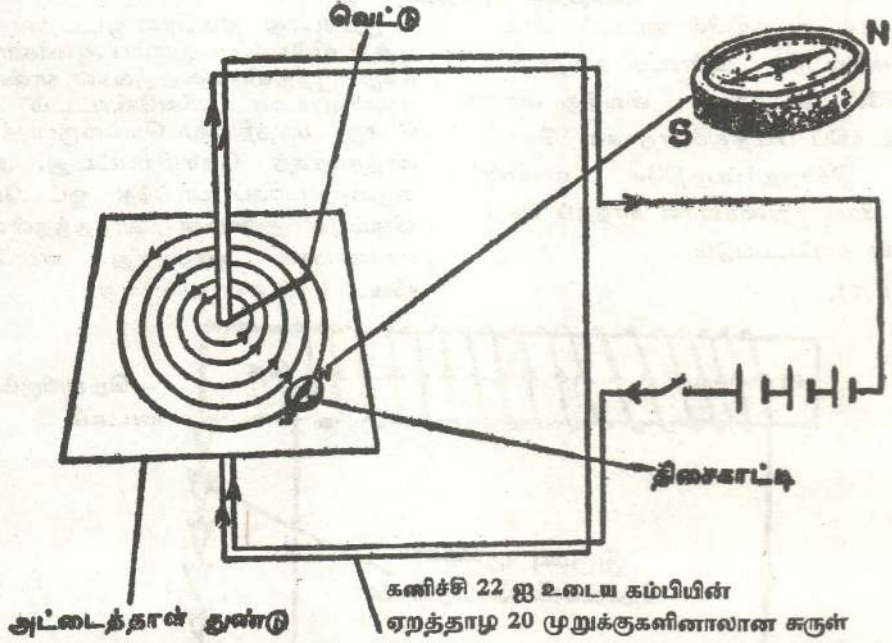
நியமக் கம்பி இல. 22. (SMG) அளவுடைய எனமல் பூசப்பட்ட செப்புக் கம்பினால் படம் 15.6 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று 15 cm x 15 cm அளவுடைய 20 சுற்றுகளைக் கொண்ட செவ்வகச் சுருளொன்றைத் தயார்படுத்திக் கொள்ளுங்கள். நூல் துண்டுகளாற் கட்டுவதன் மூலம் அல்லது செலோரேப்பி



னால் ஒட்டுவதன் மூலம் சுருளின் சுற்று கள் கலைந்து செல்லாதவாறு அமைத்து ஒவ்வொரு புயமும் நிலைக்குத்தாக இருக் கும் வண்ணம் சுருளை உறுதியாக இணை த்துக்கொள்ளுங்கள். 15 cm x 15 cm அளவுடைய அட்டைத்தாள் துண்டொன் றைப் பெற்று அதன் சரிமத்தியில் 3 mm விட்டமுடைய துவாரமொன்றைத் துளை த்துக் கொள்ளுங்கள். அட்டைத்தாள் துண்டின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மத்தியி லுள்ள துளைவரை வெட்டொன்றை வெட்டுங்கள். சுருளின் நிலைக்குத்துப் புயத்தை அவ்வெட்டுக்கூடாகத் துளை யினுட்புருத்திக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் அட்டைத்தாள் துண்டு கிடையாக அமை யும் வண்ணம் தாங்கியொன்றின் உதவி யுடன் அதனை நிறுத்திக் கொள்ளுங்கள்.

சேமிப்புக் கலமொன்றையும் ஆளி யொன்றையும் சுருளுடன் தொடராக இணைத்துக் கொள்ளுங்கள். சிறிய திசை காட்டியொன்றைச் சுருளுக்கு அருகில் அட் டைத்தாள் துண்டின் மீது வைத்து ஆளியை மூடுங்கள். திசைகாட்டி ஊசி திரும் பலைக் காட்டுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். ஊசியின் அந்தங்கள் இரண்டினதும் அமை வைப் பென்சிலால் அடையாளமிட்டுக் கொள்ளுங்கள். இப்போது ஊசியின் வட முனைவைக் காட்டுவதற்காகத் துளைத்த புள்ளியின் மீது அதன் தென் முனைவு அமையும் வண்ணம் திசைகாட்டியை முன்னோக்கி நகர்த்துங்கள். பின்னர் அந்த

அமைவின் வடமுனைவின் அமைவைக் காட்டுவதற்காகப் பென்சிலினால் ஒரு புள்ளியை இட்டுக்கொள்ளுங்கள். இவ் வாறாகத் திசை காட்டியைப் படிப்படியாக முன்னோக்கிக் கொண்டு சென்று ஊசியின் பின்னரும் அமைவுகளை அடையாள மிட்டுக் கொண்டதும் அப்புள்ளிகளின் பாதை கம்பியை மையமாகக் கொண்ட ஒரு வட்டமாக அமைகின்றதை நீங்கள் காண்பீர்கள். அவ்வாறாக படம் 15.6 இற் காட்டப்பட்டது போன்ற வட்டப் பாதைகள் பலவற்றை நீங்கள் பெற்றுக் கொள்ளலாம். இப்போது ஒட்டத்தை நிறுத்திவிட்டு அட்டைத்தாளின் மீது சீராகப் பரம்பும்வண்ணம் இரும்புப் பொடியைத் தூவுங்கள். பின்னர் ஆளியை முடி, அட்டைத்தாளின் மீது பென்சிலால் மெதுவாகத் தட்டுங்கள். இப்போது படம் 15.6 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இரும்புத்தூள் வட்டப் பாதையில் அமை வதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இவ்வட்டப் பாதைகள் கம்பியைச் சூழவுள்ள காந்தப்புல கோடுகளாகும். காந்தப் புலமானது கம் பியின் சகல துணிக்கைகளை சூழவும் காண ப்படுகின்றது. அது அத்துணிக்கைக்கூடாக ஒட்டம் பாயும் திசைக்குச் செங்குத்தான தளத்தில் அமைகின்றது. மேற்படி பரிசோ தனையில் தனி ஒரு கம்பிச் சுற்றைப் பயன் படுத்தாதுபல கம்பிச் சுற்றுகளைப் பயன் படுத்தியமைக்கான காரணம் தனிக் கம்பிச் சுற்றிறின்மூலம் கிடைக்கும் காந்த விளைவு



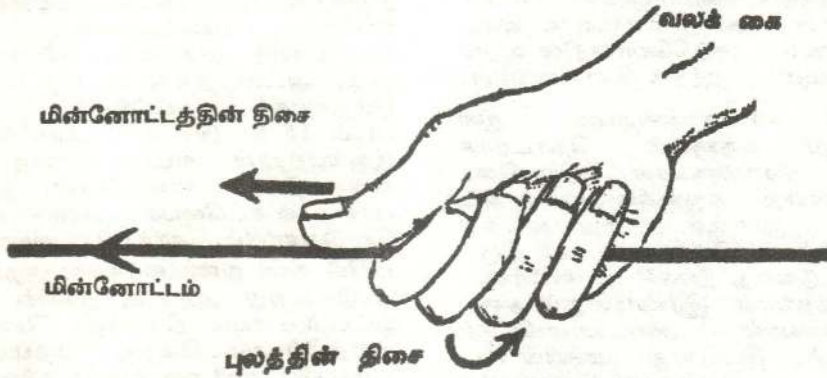
படம் 15.6 ஒட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைச் சூழவுள்ள காந்தப்புலம்

மிகச்சிறியதாகக் காணப்படுவதேயாகும். ஓட்டமொன்றைக் கொண்டுசெல்லும் கடத்திக்கு அண்மையில் யாதேனுமொரு புள்ளியின் காந்தப் பாயத்தின் திசையானது அக்கடத்தியினூடாக ஓட்டம் பாயும் திசையிலே தங்கியுள்ளது என்பதைப் பரிசோதனை 6 இன் போது கிடைத்த பேறுகளிலிருந்து நாம் முடிவு செய்தோம்.

காந்த புலத்தின் திசையை அறிந்து கொள்வதற்கான இலகுவான விதியொன்று கீழே தரப்படுகின்றது.

## பரிசோதனை 8

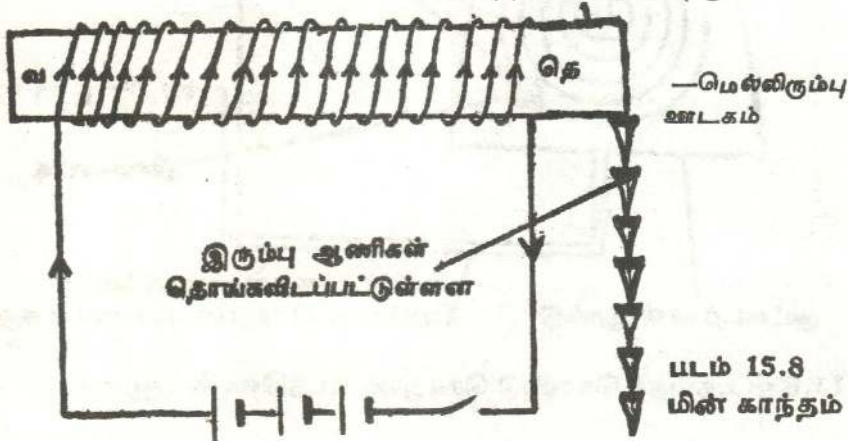
மெல்லிரும்புக் கோல் துண்டொன்றைப் பெற்று நியமக் கம்பி இல 28 அளவுடைய அவலரக்கு பூசப்பட்ட கம்பியினால் மெல்லிருப்புக் கோலின் மீது பெருமளவு சுற்று களை ஒரே திசையிற் சுற்றிக்கொள்ளுங்கள். கம்பியின் இரு நுனிகளையும் சேமிப்புக்கலமொன்றுடன் இணையுங்கள். மெல்லிரும்புக் கோல் காந்தமாக மாறியுள்ளதை அவதானியுங்கள், சில இரும்பு ஆணிகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அக்காந்தத் திலே தொங்கவிடுங்கள் (படம் 15.8)

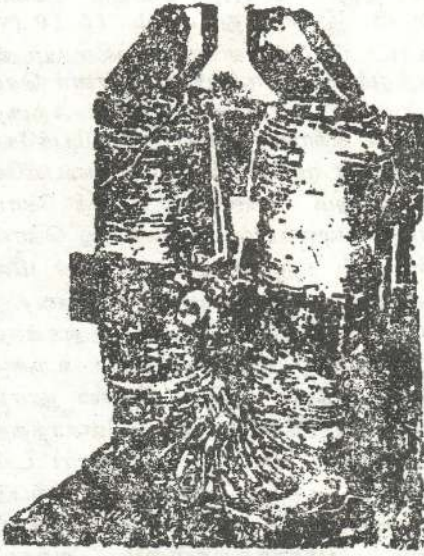


படம் 15.7 ஓட்டத்தின் திசைக்கு ஏற்ப காந்தப் புலத்தின் திசையை துணியும் விதி பெருவிரலினால் மின்னோட்டத்தின் திசை ஏனைய விரலினால்—  
காந்தப் புலத்தின் திசை.

பெருவிரல் கடத்தியில் ஓட்டம் பாயும் திசையைக்காட்டும் வண்ணம் வலது உள்ளங்கையிலே கடத்தியை வைத்து விரல்களை மடக்கிப் பிடித்துள்ளதாகக் கொள்ளுங்கள். இச்சந்தர்ப்பத்திலே கையின் ஏனைய விரல் நுனிகளால் காந்தப் புலத்தின் திசை காட்டப்படும் (படம் 15.7).

இப்போது திடீரென ஓட்டத்தைத் துண்டித்து விடுங்கள். இரும்பு ஆணிகள் யாவும் கீழேவிழுந்துவிடுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். சுருளினூடாக மின்னோட்டம் பாயும் போது மாத்திரமே மெல்லிரும்புத் துண்டு காந்தமாகத் தொழிற்பட்டது. அதாவது சுருளினூடாகப் பாய்ந்த ஓட்டமே மெல்லிரும்புத் துண்டின் காந்தத்தன்மைக்குக் காரணமாக அமைந்தது. எனவே இது மின்காந்தம் எனப்படுகிறது.





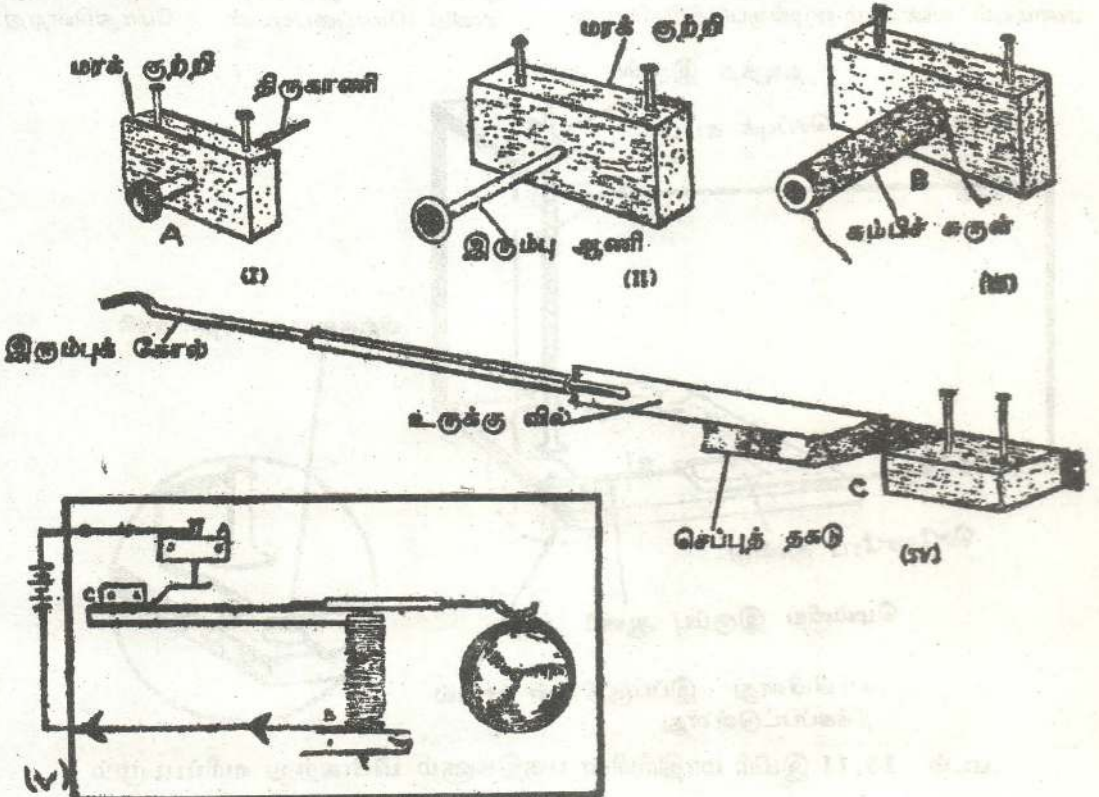
படம் 15.9 பரடேயினால் அமைக்கப்பட்ட மின்காந்தம். இது இங்கிலாந்தின் அரச நிறுவகத்திற் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டுள்ளது.

லங்காசயரில் வாழ்ந்த விலியம் ஸ்டர்ஜன் என்பவரே முதன்முதலாக மின்காந்தத்தைக் கண்டுபிடித்தார். U வடிவில் வளைக்கப்பட்ட மெல்லிரும்புக்கோலின் இரு புயங்களின்மீதும் காவலிடப்பட்ட செப்புக் கம்பியொன்றை எதிர்த்திசைகளிற் சுற்றிய தன் மூலம் அவர் அக்காந்தத்தை அமைத்தார். பின்னர் ஐக்கிய அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த ஜோசெப் ஹென்றி என்பவராலும் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த மைக்கல் பரடே என்பவராலும் வலிமைமிக்க மின் காந்தங்கள் அமைக்கப்பட்டன.

### 15.5.1 மின்காந்தம் பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள்

மின் மணி

பெரிய இரும்பு ஆணி ஒன்று, எனாமல் தடவப்பட்ட நியமக் கம்பி இல. 32 அளவுடைய செப்புக் கம்பி சில மீற்றர்கள், மணிக் கோப்பை ஒன்று, மெல்லிய வில், நாடாத்துண்டு, இரும்புக் கோல், திருகாணி சில பலகைத் துண்டுகள் ஆகிய வற்றை நீங்கள் தேடிப் பெற்றுக்கொள்ள முடியும். படம் 15.10 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பெரிய இரும்பு ஆணியைப் பல



படம் 15.10 மின்மணியும் பகுதிகளும் மின் சுற்றும்

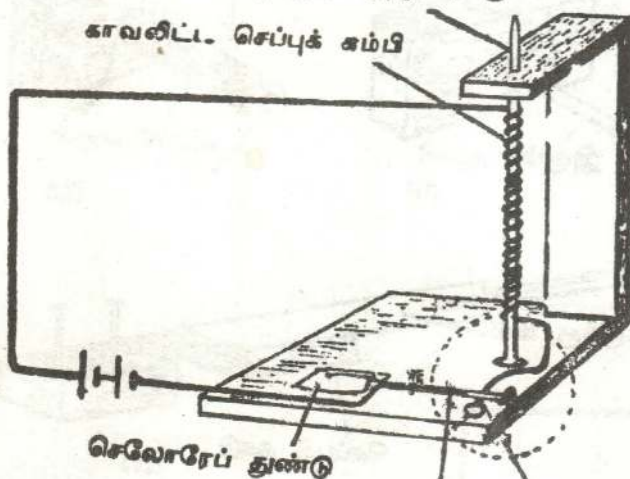
கைத் துண்டில் அறைந்து அவ்வாணிமீது பெருமளவு சுற்றுகளைக் கொண்ட செப்புக் கம்பிச்சுருளொன்றைச் சுற்றிக்கொள்ளுங்கள்.

இவ்வாறாகத் தயார்படுத்திய சுருள் B யைக் கொண்ட பலகைத் துண்டை 20cm x 12cm அளவுடைய மற்றுமொரு பலகைத் துண்டின்மீது இணைத்துக்கொள்ளுங்கள். உருக்கினாலான வில் நாடாவின் ஒரு அந்தத்துடன் இரும்புக் கோலை இணைத்து அதன் மற்றைய அந்தத்திலே படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு செப்பு நாடாத்துண்டொன்றுடன் ஒன்றாக அமையும் வண்ணம் வைத்து அதனை C என்னும் மற்றுமொருபலகைத் துண்டின் இணைத்துக்கொள்ளுங்கள் [படம் 15.10] (iv). உருக்கு வில் நாடாவுடன் இணைக்கப்பட்ட இரும்புக் கோல்சுருள் சுற்றப்பட்டுள்ள இரும்பு ஆணியின் தலைக்கு அண்மையில் அமையும் வண்ணம் அவ்வமைப்பைச் சுருளுக்கும் இரும்புக் கோலுக்கும் இடையே சிறு இடைவெளி அமையும் வண்ணம் ஒழுங்குபடுத்திக்கொள்

ளுங்கள். திருகாணி (A) யையும் பலகை துண்டுடன் இணைத்து, படம் 15.10 (v) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பலகையுடன் இணைத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் செப்புக்கம்பிகளைப் பயன்படுத்திச் சுற்றை அமைத்துக் கொள்ளுங்கள். இரும்புக்கோலின் சுயாதீன முனை மணிக்கோப்பையிலே தொடுகையுறும் வண்ணம் மணிக் கோப்பையையும் பலகையில் இணைத்து கொள்ளுங்கள். மின் சுற்றில் மூன்று உலர் மின் கலங்களையும் ஆளியையும் இணைத்து ஆளியை மூடுங்கள். மணி அடிக்கத் தொடங்கும்வரை திருகாணிக்கும் உருக்கு வில் நாடாவுக்கும் இடையிலான தூரத்தைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். மின்காந்தத்தின் சுருளின் ஊடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது காந்தத்தன்மை ஏற்படுவதன் மூலமும், ஓட்டம் துண்டிக்கப்பட்டதும் அக்காந்தத்தன்மை அற்றுப் போனதன் மூலமுமே மின்மணி தொழிற்படுகின்றது. சுற்றிற் காணப்படும் சுருளிலே காந்தத்தன்மை ஏற்படும் போது இரும்புக் கோல், சுருளை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றது. இதனால் இரும்புக் கோலின் அந்தம் மணிக் கோப்பையுடன் மோதுகின்றது.

தடித்த இரும்பு ஆணி

காவலிட்ட செப்புக் கம்பி



செலோரேப் துண்டு

மெல்லிய இரும்பு ஆணி

கம்பியினது இப்பகுதியின் காவல் நீக்கப்பட்டுள்ளது

பித்தளை வரைதல் நாசி



படம் 15.11 இமிரி மாதிரியின் பகுதிகளும் மின்சுற்று வரிப்படமும்

இரும்புக் கோல் சுருளை நோக்கி ஈர்க்கப் பட்டதும் அது திருகாணியிலிருந்து அப்பாற் செல்கின்றமையால், சுற்றில் ஷன்னோட்டம் துண்டிக்கப்படுகின்றது. எனவே, சுருளின் காந்தத்தன்மை அற்றுப் போகின்றது. அவ்வாறாக காந்தத்தன்மை அற்றுப் போனதும், வில் நாடாவின் மீள்தன்மை காரணமாக அது மீண்டும் பின்னோக்கிச் சென்று திருகாணியுடன் தொடுகையறுகின்றது. மீண்டும் மின் தொடர்பு ஏற்படுவதால், சுற்று முற்றுப் பெற்று ஓட்டம் பாய்வதனால் மின் காந்தத்தில் மீண்டும் காந்தத்தன்மை ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறாக ஓட்டம் விட்டு விட்டுப் பாய்வதன் காரணமாக இரும்புக்கோல் முன்னும் பின்னும் அசைகின்றது. எனவே மின்மணி தொடர்ந்து ஒலிக்கின்றது.

இமிரியும் (buzzer) ஒரு வகை மின் மணியாகும். நீங்கள் எளிதாக அமைத்துக் கொள்ளக் கூடிய இமிரி மாதிரியொன்றும் அதன் மின்சுற்றும் படம் 15.11 இலே தரப்பட்டுள்ளன.

இதன் ஆமேச்சராக மெல்லிய இரும்பு ஆணி பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பெருமளவு சுற்றுகளைக் கொண்ட சுருள் சுற்றப் பட்ட தடித்த இரும்பு ஆணியொன்று மின் காந்தமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

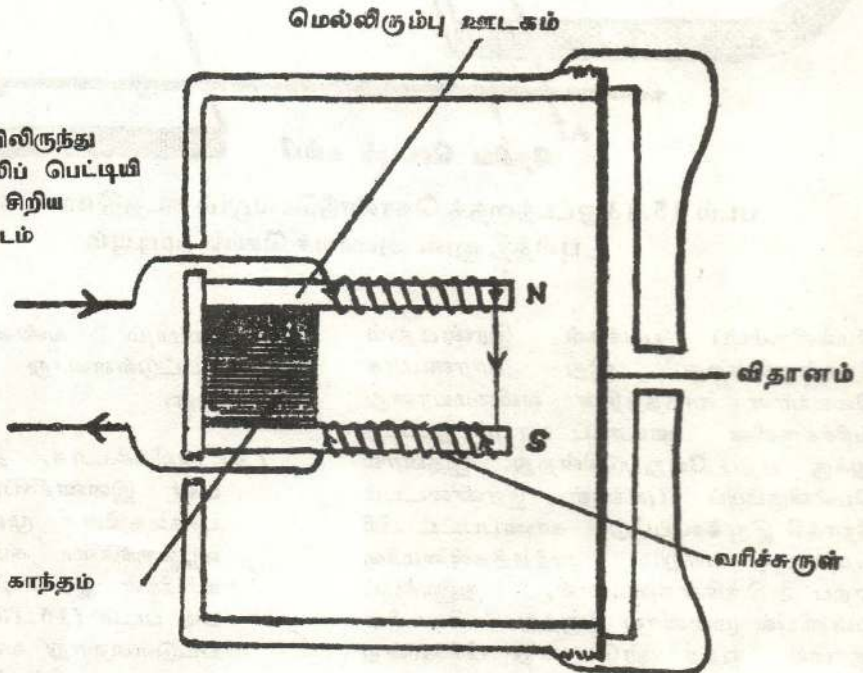
ஷன்காந்தத்தின் சுருளின் ஊடாக ஓட்டம் பாயும்போது மெல்லிய ஆணி மேல்நோக்கி அசைந்து, தடித்த ஆணியினது தலையுடன் தொடுகையறுகின்றது. இதனால் சுற்று துண்டிக்கப்படுவதனால் ஓட்டம் பாய்வது தடைப்பட்டு, பெரிய ஆணியின் காந்தத்தன்மை அற்றுப்போகின்றது. இதன்கல் சிறிய ஆணி கீழ் நோக்கி அசைகின்றது. இதன் சுற்று மீண்டும் முற்றுப் பெறுவதால் மீண்டும் ஓட்டம் பாய்கின்றது. இது காரணமாகச் சிறிய ஆணி வேகமாக மேலும் கீழும் அசைவதனால் இமிரி ஒலி பிறக்கின்றது.

### செவிப்பன்னி

நிலையான காந்தமொன்றின் இரு அந்தங்களுடன் இரண்டு மெல்லிரும்புத் துண்டுகளை இணைந்து அமைத்த U வடிவக் காந்த மொன்று செவிப்பன்னியிற் காணப்படுகின்றது (படம் 15.12). நிலையான காந்தத்தின் இரு அந்தங்களினதும் அமைவு காரணமாக, மெல்லிரும்புத் துண்டுகள் இரண்டும் காந்தங்களாக மாறியுள்ளன. அக்காந்த முனைவுகள் இரண்டிற்கும் முன்னால் இணைக்கப்பட்டுள்ள மிக மெல்லிய மெல்லிரும்புத் தகடொன்று (இது பிரி

நுணுக்குப் பன்னியிலிருந்து அல்லது வானொலிப் பெட்டியிலிருந்து கிடைக்கும் சிறிய மாறும் மின்னோட்டம்

நிலைபேறான காந்தம்



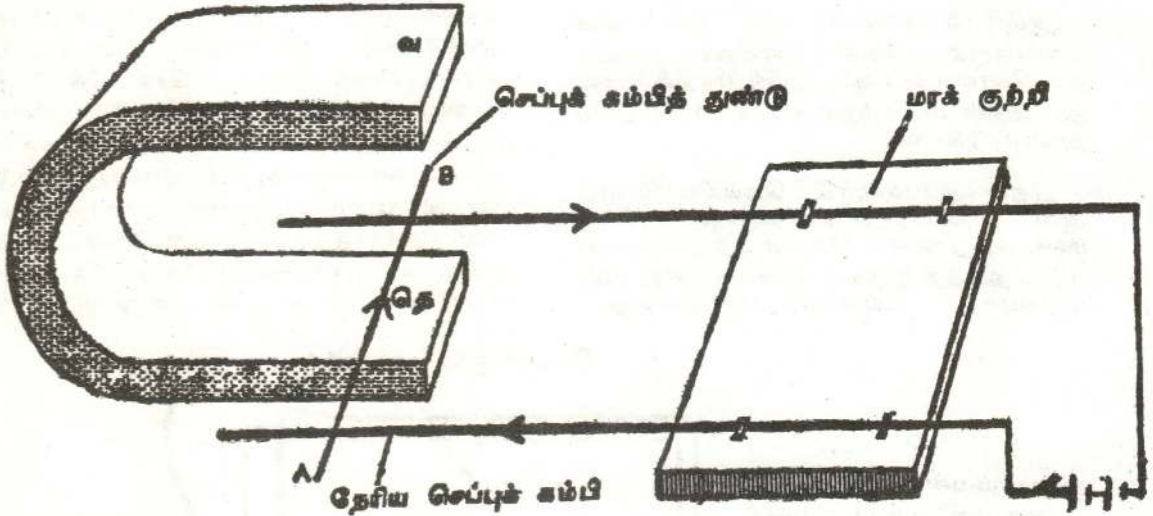
படம் 15.12 செவிப்பன்னி - சுற்று வரிப்படம்

மென்றகடு எனப்படுகின்றது) இரு காந்தங்களே நோக்கியும் வலுவாகக் கவரப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது. மெல்லிரும்புப் புயங்கள் இரண்டைச் சுற்றியும், எதிர்த்திசைகளிற் சுற்றப்பட்ட இரண்டு வரிச்சுருள்கள் உள்ளன. வரிச்சுருள்கள் இரண்டினதும் அந்தங்கள் நுணுக்குப்பன்னியுடன் அல்லது ரேடியோவுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒருவர் நுணுக்குப்பன்னிக்கு முன்னால் இருந்து பேசும்போது அவரது குரலுக்கு ஏற்ப மாறும் ஓட்டமொன்று அதிற் பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. அம்மாறும் ஓட்டத்தைச் செவிப்பன்னியின் வரிச்சுருள்களுக்கு ஊடாகச் செலுத்தியதும் அதற்கு ஏற்றவாறு மாறும் மின்காந்தத்தன்மை

ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியின் மீதான விசை

பரிசோதனை 9

படம் 15.13 இற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு தடித்த, நேரான இரண்டு செப்புக் கம்பிகளை அவை கிடையாக அமையும் வண்ணம் பலகைத் துண்டொன்றுடன் இணைத்துக் கொள்ளுங்கள். அவற்றின்மீது குறுக்காக அமையும் வண்ணம் AB எனும் நேரான U வடிவமுடைய வலிமை மிக்க காந்த மொன்றைப் பெற்று அதன் முனைவுகள் இரண்டுக்கும் மத்தியிலே கம்பி



படம் 15.13 ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைக் காந்தப் புலத்தினுள் அசையச் செய்ய முடியும்

மெல்லிரும்புப் புயங்கள் இரண்டிலும் தோன்றுகின்றது. இது காரணமாக நிலையான காந்தத்தின் வலிமையானது வரிச்சுருளின் ஊடாகப் பாயும் ஓட்டத்துக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. இதனால் மெல்லிரும்புப் புயங்கள் இரண்டையும் நோக்கி இழுக்கப்பட்டுக் காணப்பட்ட பிரிமென்றகடு மாறும் காந்தத்தன்மைக்கு ஏற்ப அதிருகின்றமையால், நுணுக்குப்பன்னியில் முன்னால் இருந்து பேசியவரின் குரலை ஒத்த குரலொன்று பிரிமென்றகட்டிலிருந்து பிறக்கின்றது.

AB அமையும் வண்ணம் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அக்காந்தத்தை வையுங்கள்.

(அ) ஆளிக்கூடாக, தடித்த கம்பிகளுடன் இணைக்கப்பட்ட சேமிப்புக் புக்கலத்தின் மூலம் ஓட்டத்தை வழங்குங்கள். கம்பி AB தடித்த கம்பிகள் இரண்டின் மீது உருண்ட படி படம் (15.13) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு வலியிருந்து இடமாக அசைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள்.

இச்சந்தர்ப்பத்திற் காந்தப் புலம் தொழிற்பட்ட திசை, ஓட்டத்தின் திசை, இயக்கம் நிகழ்த திசை என்பன படம் 15.14 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மூன்று திசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானவை. சிறிய வட்டம் W வினாற், கம்பி B யின் குறுக்கு வெட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது. அதனுட் காணப்படும் புள்ளியினால் ஓட்டம் கடதாசியினுள் (அதாவது திசை AB யில்) பாய்கின்றது என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.

(ஆ) இப்போது ஓட்டத்தைத் திசை மாற்றுங்கள். அதாவது. முன்னர் ஓட்டம் பாய்ந்த திசைக்கு எதிர்த் திசையில் ஓட்டத்தைச் செலுத்துங்கள். கம்பி AB ஆனது எதிர்த் திசையில், அதாவது படத்தில் இடமிருந்து வலமாக அசைவதைக் காண்பீர்கள். இச்சந்தர்ப்பத்திலே காந்தப் புலத்தின் திசையும் ஓட்டத்தின் திசையும் கம்பியின் இயக்கத் திசையும் அமையும் விதம் படம் 15.14 (ஆ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. கம்பி AB யைக் காட்டும் வட்டத்தினுள் காணப்படும் புள்ளியினால் ஓட்டம் புத்தகத்தின் கடதாசிலிருந்து வெளிப்புறமான திசையிற் செல்கிறது என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.

(இ) அடுத்ததாக, காந்தத்தின் முனைவுகள் இரண்டையும் இடம் மாற்றுங்கள். அதாவது, முன்னர் வட முனைவு இருந்த இடத்திலே தென் முனைவும், தென் முனைவு காணப்பட்ட இடத்தில் வட முனைவும் அமையும் வண்ணம் காந்தத்தை வைபுங்கள். பின்னர் ஓட்டத்தைத் திசை AB யிற் செலுத்துங்கள். இப்போது கம்பி AB எத்திசையில் அசைகின்றது எனக்கவனியுங்கள். இது இடமிருந்து வலமாக அசைந்து செல்வதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இச்சந்தர்ப்பத்திலே புலத்தின் திசை

ஓட்டத்தின் திசை, கம்பி AB யின் இயக்கத் திசை என்பன படம் 15.14. (இ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமையும்.

(ஈ) இறுதியாக, ஓட்டத்தைத் திசை மாற்றுங்கள். அதாவது ஓட்டத்தை திசை AB யிற் பாயச் செய்யுங்கள். இப்போது கம்பி AB எத்திசையில் அசைகின்றது எனக் கவனியுங்கள். அது வலமிருந்து இடமாக அசைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இச்சந்தர்ப்பத்திலே புலத்தினதும் ஓட்டத்தினதும் இயக்கத்தினதும் திசைகள் படம் 15.14 (ஈ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமையும்.

(அ) திசை AB யிற் பாய்ந்த ஓட்டம் கடதாசியினுள் செல்வதுபோன்று இங்கு காட்டப்பட்டுள்ளது.

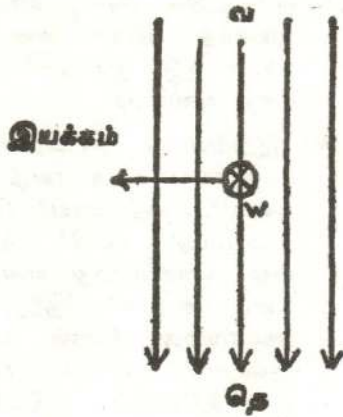
(ஆ) ஓட்டம் திசை BA யிற் பாய்கின்றது. அது கடதாசியினுட் செல்வது போன்று இங்கு காட்டப்பட்டுள்ளது.

(இ) திசை AB யிற் பாயும் ஓட்டம் கடதாசியிலிருந்து வெளியே பாய்வது போன்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

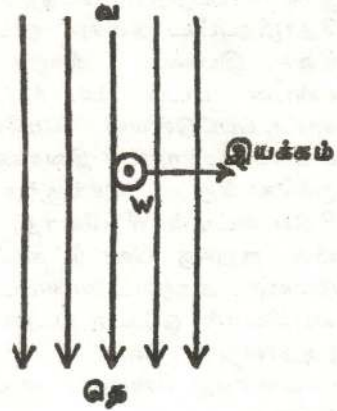
(ஈ) ஓட்டம் திசை BA யிற் பாய்கின்றது. அது கடதாசியிலிருந்து வெளியே பாய்வது போன்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்டது போன்ற பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களிலே கம்பியின் இயக்கத்திசையை அறிய உதவும் விதியொன்று பிளெமிங் என்ற பெளதிக விஞ்ஞானியினாற் சமர்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இது பிளெமிங்கின் இடக் கை விதி எனப்படுகின்றது.

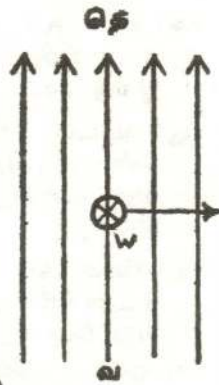
இடது கையின் பெருவிரலையும் சுட்டுவிரலையும் நடுவிரலையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அமையும் வண்ணம் வைத்து நடுவிரல், ஓட்டத்தின் திசையையும் சுட்டுவிரல் காந்தப் புலத்தின் திசையையும் காட்டும் வண்ணம் கையைத் திருப்புங்கள். இப்போது பெருவிரலினாற் காட்டப்படும் திசை இயக்கத் திசையாகும் (படம் 15.15).



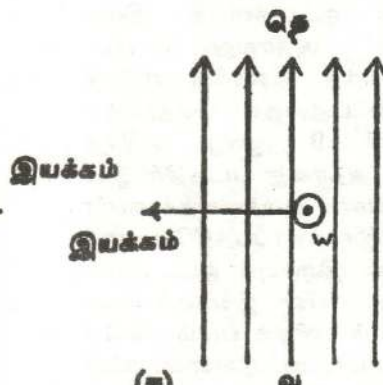
(அ)



(ஆ)



(இ)

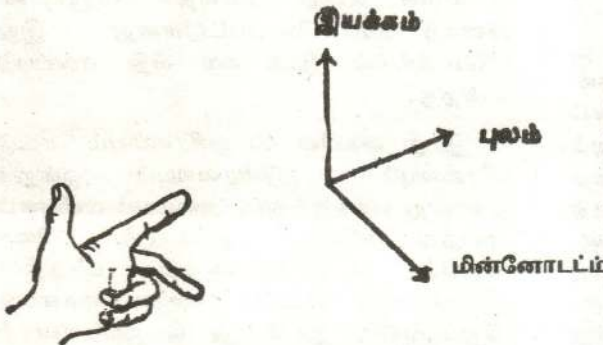


(ஈ)

படம் 15.14 காந்தப் புலத்தின் திசை, கம்பி AB யினூடாகப் பாயும் ஓட்டம் என்பன வற்றின் வேறுபாட்டுக்கு ஏற்ப அக்கம்பியின் இயக்கத் திசை வேறுபடும் விதம்

### எளிய நேரோட்ட மோட்டர் ஒன்றை அமைத்தல்

ஒரளவு பெரிய தக்கை அடைப்பா னொன்றைப் பெற்று, அதன் வட்ட முகப் புகளின் சரி மத்தியினூடாகச் சைக்கிள் சிலைக்கம்பி (ஸ்போக் கம்பி) ஒன்றைச் செலுத்துங்கள். நியமக் கம்பி 26 ஆம் இலக்க எனாமல் பூசப்பட்ட செப்புக் கம்பி யின் ஏறத்தாழ 25 சுற்றுகளைக் கொண்ட ஒரு சுருள் தனிப்படையாக அமையும் வண்ணம் தக்கை அடைப்பானின் நீளப் பக்கத்திற் சுற்றிக்கொள்ளுங்கள் (படம் 15.16). சுருள் நெகிழ்ச்சியடையாது தக்கை யுடன் இறுக்கமாகக் காணப்படுவதற்காக, தடித்த நூலினால் இரண்டு கட்டுகளை இடு

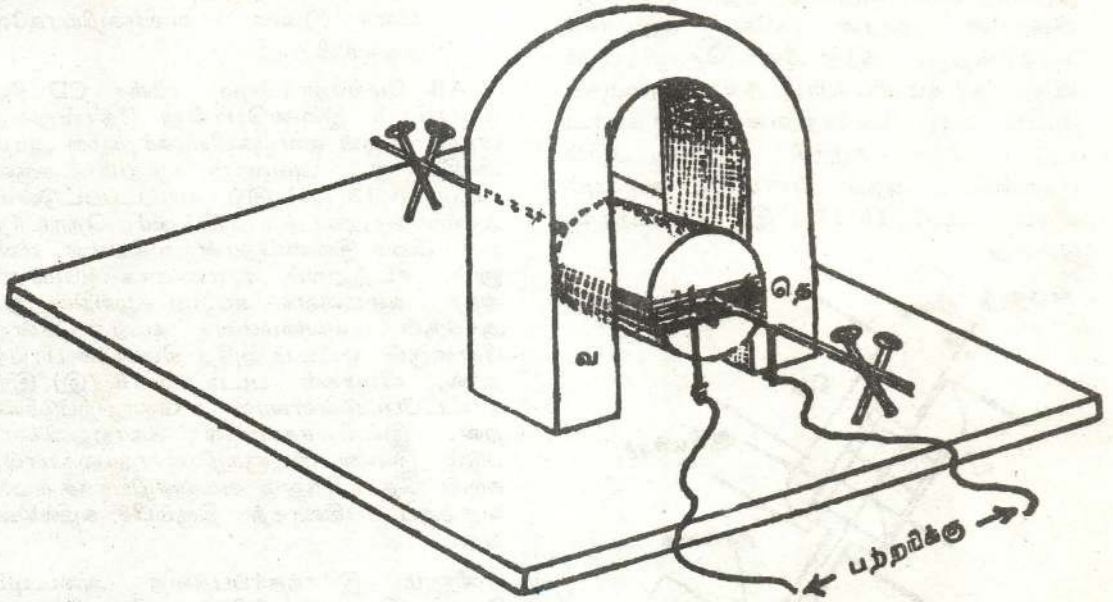


படம் 15.15 பிளேமிங்கின் இடக்கைவிதி



ங்கள். சிலைக் கம்பியின் இரு பக்கங்களிலும் ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து ஏறத்தாழ 2 cm தூரத்திலே சுருளின் தளத்திலேயே அமையும் வண்ணம் இரண்டு குண்டுகளைத் தக்கை மூடியின் ஒரு முகப்பில் இறுக்கமாகப் புகுத்திக்கொள்ளுங்கள். சுருளின் இரண்டு அந்தங்களிலும் காவலிப் பூச்சைச் சுரண்டி அகற்றிய பின்னர், அவ்

தக்கையின் மட்டம் வரை உயர்த்த வேண்டி ஏற்படின் அவற்றைத் தீப்பெட்டிகளின் மீது வைக்கலாம். பின்னர் உலர் மின்கலங்கள் மூன்றைச் செப்புக் கம்பிகளின் மூலம் காகிதக் கௌவிக் கம்பிகளுடன் இணையுங்கள். பின்னர், சிலைக்கம்பியை விரல்களாற் சுழற்றித் தக்கை அடைப்பான் சுழலுவதற்கான ஆரம்பச் சுழற்சியை வழங்



### படம் 15.16 நீங்கள் இலகுவாகத் தயார்படுத்திக் கொள்ளக்கூடிய சிறிய மோட்டர்

வந்தங்கள் இரண்டையும் குண்டுசிகளுடன் சேர்த்துப் பற்றாக பிடித்து ஓட்டுங்கள். புள்ளடி வடிவில் அமையும் வண்ணம் பலகைத் துண்டொன்றில் அறையப்பட்ட இரும்பு ஆணிச் சோடிகள் இரண்டின் மீது சிலைக்கம்பியை நிறுத்திச் சுருளுடன் கூடிய அடைப்பான் கிடையாகச் சுழலக் கூடியவாறாக அமைத்துக்கொள்ளுங்கள்.

காகிதக் கௌவிகள் இரண்டை விரித்து நீட்டிப் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு வளைத்துத் தக்கை அடைப்பான் சுழலும் போது குண்டுசிகளுடன் இடைக்கிடை தொடுகையுறும் வண்ணம் அவற்றைப் பலகையில் இணைத்துக்கொள்ளுங்கள். வலிமையான சட்டக் காந்தங்கள் இரண்டின் எதிர் முனைகள் இரண்டைப் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு தக்கை அடைப்பானின் இரு பக்கங்களிலும் வையுங்கள்.

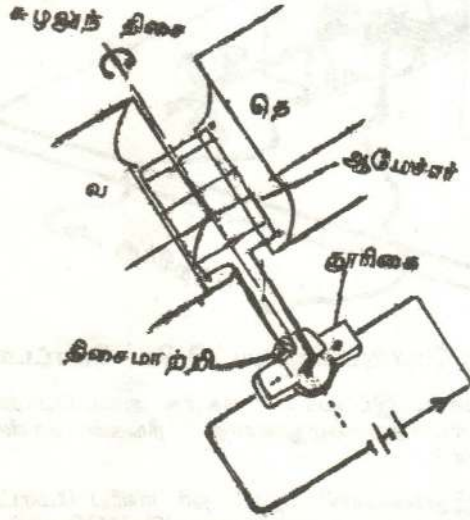
குங்கள். இப்போது தக்கை அடைப்பான் தொடர்ந்து சுழலுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள்.

இதுவரையில் நாம் ஓர் எளிய மோட்டரை அமைத்து அதனை இயக்கினோம். சுருளுக்கு ஓட்டத்தை வழங்கும் காகிதக் கௌவிகள் சுழலும் குண்டுசிகளிலே தொடுகையடைந்து தூரிகை போன்று தொழிற்படுகின்றன. இவ்வாறாகத் தூரிகைகளுடன் தொடுகை அடைந்து ஒரு சுழற்சியின் சுருளுக்கு ஓட்டத்தை விட்டுவிட்டு வழங்கும் குண்டுசிகள் ஒரு சுழற்சியின் போது இரண்டு தடவைகள் வீதம் சுருளினுள் ஓட்டத் திசையைப் புறமாறச் செய்கின்றன. செய்முறை மோட்டர்களில் உள்ள இவ்வாறான பகுதி திசைமாற்றி எனப்படுகின்றது. நீங்கள் அமைத்த மோட்டரிற் காணப்படும் குண்டுசிகளுக்குப் பதிலாகச் செய்முறை மோட்டர்களில் உள்ள செப்புத் தகடுகள் நழுவு வளை

யங்கள் எனப்படுகின்றன. சுருள் உட்படச் சுழலும் பகுதிகள் யாவும் ஆமேச்சர் எனப்படுகின்றது.

### எளிய நேரோட்ட மோட்டரின் தொழிற்பாடு

ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் சுருள் காந்தப் புலத்துக்குச் செங்குத்தாக அமைந்திருப்பதனால், சுருளில் ஏற்படுத்தப்படும் விசையின் காரணமாகவே ஆமேச்சர் சுழல்கின்றது. அந்த விசை தொழிற்படும் விதத்தைக் கவனிப்போம். நீங்கள் அமைத்த மோட்டரைப் போன்ற வகைக்குரிய மோட்டரொன்றிலே சுழற்சி இயக்கம் ஆரம்பிக்கையில் அதன் மோட்டர் அசையும் விதம் படம் 15.17 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



### படம் 15.17 நேரோட்ட மோட்டரின் வரைபடம்

சுருள் வெவ்வேறு அமைவுகளில் இருக்கையில் கடத்தியின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசைகளின் திசைகள் சுருளினதும் காந்தங்களினதும் நிலைக்குத்து வெட்டைக் காட்டும் படம் 15.18 இற் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. அதிலே கடத்தி AB யின் குறுக்கு வெட்டு a யின் மூலமும் கடத்தி CD யின் குறுக்கு வெட்டு d யின் மூலமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. படம் 15.18 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு சுருள் தொழிற்படும்போது, விசை AB (பிளேமிங் இடக்கை விதிக்கேற்ப):

(அ) விசைகளினால் வலஞ்சுழியான இணை தோன்றுகிறது.

(ஆ) விசைகளினால் இணை தோன்றுவதில்லை.

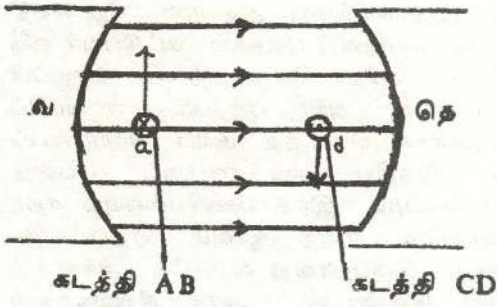
(இ) சுருளின் ஓட்டம் முன்னைய திசையிலேயே பாய்ந்தால் இடஞ்சுழியான இணை தோன்றுகிறது.

(ஈ) ஓட்டம் ஆடுவதன் காரணமாக விசை இணை வலஞ்சுழியாகவே நிலவுகின்றது.

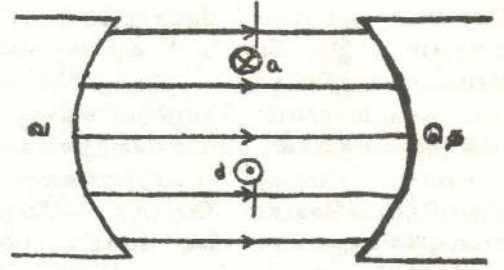
AB மேல்நோக்கியும் விசை CD கீழ் நோக்கியும் இணையொன்று தோன்றுவதனால், சுருள் வலஞ்சுழியாகச் சுழல ஆரம்பிக்கின்றது. அவ்வாறு சுழலும் சுருள் படம் 15.18 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ள அமைவை அடைந்த பின்னர், தொடர்ந்தும் விசை இணைதோன்றுவதில்லை. எனினும், சடத்துவம் காரணமாக ஆமேச்சர் அந்த அமைவைக் கடந்து சுழல்கின்றது. அச்சுருள் அவ்வமைவைக் கடந்து சென்ற பின்னரும் ஓட்டம் அதே திசையில் பாய்ந்தால், விசைகள் படம் 15.18 (இ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு தொழிற்படுகின்றன. இவ்விசைகளாலே தோற்றுவிக்கப்படும் இணை இடஞ்சுழியானதாகையால், சுருள் தொடர்ந்தும் வலஞ்சுழியாகச் சுழல்வதற்குப் பதிலாகத் திரும்பிச் சுழல்கின்றது.

எனினும் இச்சந்தர்ப்பத்தை அடையும் போது திசைமாற்றியின் தொழிற்பாடு காரணமாகச் சுருளினுள் ஓட்டம் திசை மாறி திசை DCBA யிற் பாய ஆரம்பிக்கின்றது. அச்சந்தர்ப்பத்தில் விசைகள் தொழிற்படும் விதம் படம் 15.18 (ஈ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்விசைகளால் வலஞ்சுழியான இணை தோன்றுவதனால் ஆமேச்சரானது தொடர்ந்தும் வலஞ்சுழியாகவே சுழல்கின்றது.

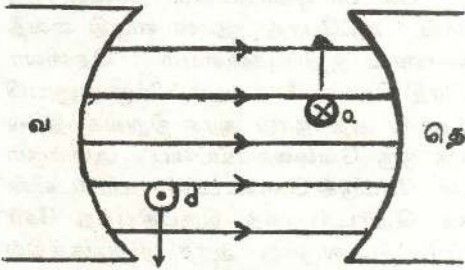
செய்முறை நேரோட்ட மோட்டர்கள் இதனை விடச் சிக்கலானவையாகும். ஆமேச்சரைச் சுற்றிப் பல தளங்களில் அமையும் பல சுருள்கள் அவற்றில் காணப்படுகின்றன. அதற்கேற்ப பல திசைமாற்றித் துண்டச் சோடிகளும் அவற்றில் உள்ளன. அத்தோடு பெரும்பாலான செய்முறை மோட்டர்களில் நிலையான காந்தங்களால்லாது மின் காந்தங்களினாலேயே காந்தப்புலம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. அவ்வாறானதொரு செய்முறை மோட்டரின் நீள்வெட்டு படம் 15.19 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



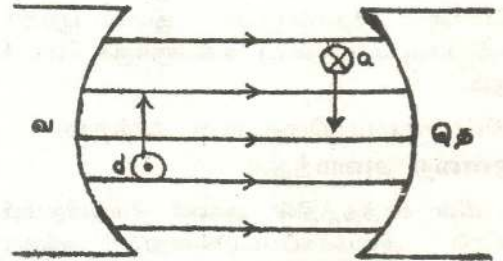
(அ)



(ஆ)

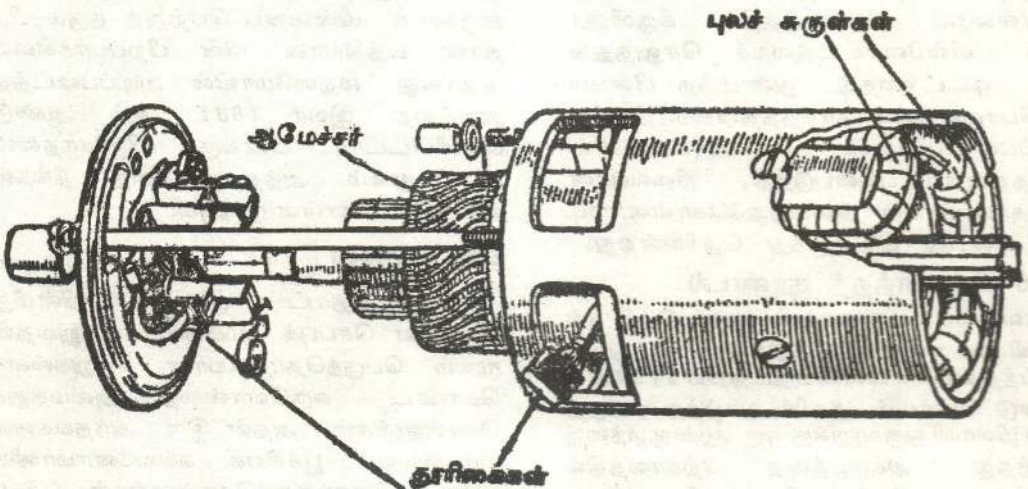


(இ)



(ஈ)

படம் 15.18 சுருளின் வெவ்வேறு அமைவுகளிலே கடத்தியின் மீது விசைகள் தொழிற்படும் விதம்



படம் 15.19 செய்முறை எளிய நேரோட்ட மோட்டரொன்றின் உட்புறத் தோற்றம். மின்காந்தம் மூலமே இம் மோட்டரிலே காந்தப் புலம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது

மோட்டர் வாகனத்தின் தொடக்கு மோட்டர் ஓர் எளிய நேரோட்ட மோட்டராகும். இது மோட்டர் வகானத்தின் சேமிப்புக்கலத்திலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளும் ஓட்டம் மூலம் தொழிற்படுகின்றது. மின் துளைகருவிகள், கடைச்சலெந்திரங்கள் மின்வாள் போன்ற உபகரணங்களைத் தொழிற்படச்செய்தல் போன்ற பல்வேறு நடவடிக்கைகளுக்காக மின் மோட்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றமையை நீங்கள் அறிவீர்கள். ஆனால், அவை நேரோட்ட மோட்டர்களல்ல. அவ்வாறான சுருள்களிற் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பவை ஆடலோட்ட மோட்டர்களாகும். பின்னொரு சந்தர்ப்பத்தில் இவை பற்றிக் கற்கக்கூடிய வாய்ப்பு உங்களுக்குக் கிடைக்கும்.

### மின் மூலம் நிலையான காந்தம் ஒன்றை அமைத்தல்

மின் காந்தத்தின் அகணி மெல்லிரும்பினால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறான காந்தமொன்றின் சுருளினூடாக ஓட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் வரை மெல்லிரும்பு அகணி வன்மையான காந்தமாகத் தொழிற்படுகின்றது. எனினும், ஓட்டம் துண்டிக்கப்பட்டதும் காந்தத்தன்மை அற்றுப் போகின்றது. மின்காந்தத்தின் அகணியாக ஊசி அல்லது வாள் அலகு போன்ற உருக்கினாலான பொருளொன்றைப் பயன்படுத்திச் சுருளினூடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துங்கள். ஓட்டத்தைத் துண்டித்த பின்பும் அப்பொருள்களின் காந்தத்தன்மை நிலைத்திருப்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். மின் காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி, நிலையான காந்தங்களையும் அமைத்துக்கொள்ள முடியும் என்பது இதிலிருந்து தெரிகின்றது.

### 15.6 மின் காந்தத் தூண்டல்

தவளைக் கால்களைப் பயன்படுத்தி கல்வானி அவருடைய சரித்திர முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பரிசோதனையை நடத்திய 1791ஆம் ஆண்டு லண்டன் நகரில் வாழ்ந்த ஏழைத் தொழிலாளி ஒருவனுக்கு ஒரு ஆண்குழந்தை பிறந்தது. அக்குழந்தை பிற்காலத்தில் உலகின் தலைசிறந்த விஞ்ஞானிகளுள் ஒருவரான மைக்கல் பரடேயாவார். மைக்கலுக்குக் கல்வியறிவைப் பெற்றுக் கொடு

க்கக்கூடிய வசதிகள் அவனது தகப்பனாருக்கு இருக்கவில்லை. ஆதலால், சிறு வயதிலேயே அவனைப் புத்தகம் கட்டுபவர் ஒருவரிடம் பயிற்சி பெறுவதற்காக அனுப்பிவைத்தார். அங்கு புத்தகங்களை வாசிப்பதற்காகக் கிடைத்த அரிய வாய்ப்பைப் பயன்படுத்திய மைக்கலுக்குப் பௌதிகவியலையும் இரசாயனவியலையும் கற்கவேண்டும் என்ற ஆர்வம் ஏற்பட்டது. தனது இருபதாவது வயதிலே அக்காலத்தில் இலண்டன், அரச நிறுவகத்தின் தலைவராக இருந்த பிரபல விஞ்ஞானியான சேர் ஹம்பிரி டேவியினால் ஆற்றப்பட்ட பல விரிவுரைகளைச் சேவிமடுத்த மைக்கல், அப்போது தான் எழுதி வைத்துக்கொண்ட குறிப்புகளையும் தெளிவாகப் பிரதி செய்து சேர் ஹம்பரிக்கு அனுப்பிவைத்தார். அத்தோடு அரச நிறுவகத்திலே தனக்கு ஒரு வேலைவாய்ப்பை அளிக்கும்படியும் கேட்டுக் கொண்டார். பரடேயின் ஆக்கந் தொடர்பாகத் திருப்தியுற்ற சேர் ஹம்பரி, அவருக்கு அரச நிறுவகத்தில் ஆய்கூட உதவியாளராகப் பணியாற்றுவதற்கான வாய்ப்பை அளித்தார். ஆய்கூடப் பணியாளர் பதவியிலிருந்து ஆரம்பித்து 33 வயதை அடைந்தபோது அரச நிறுவகத்தின் பணிப்பாளர் பதவி வரை பதவியேற்றம் பெற்ற இவ்விஞ்ஞானி விஞ்ஞானத்தின் விருத்திக்காகப் பெருஞ்சேவை ஆற்றியுள்ளார். பல்வேறு தேவைகளுக்காக மின்னைப் பெற்றுத் தரும் பிரதான உத்தியான மின் பிறப்பாக்கியை அதாவது தைனமோவின் அடிப்படைத்துவத்தை இவர் 1831 ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். பின்வரும் பிரிசோதனையின் மூலம் அத்தத்துவத்தை நீங்கள் விளங்கிக் கொள்ள முடியும்.

### பரிசோதனை 10

அட்டைத்தாட் குழாயொன்றின்மீது மெல்லிய செப்புக் கம்பியைச் சுற்றுவதன் மூலம் பெருந்தொகையான சுற்றுகளைக் கொண்ட சுருளொன்றை அமைத்துக் கொள்ளுங்கள். அதன் இரு அந்தங்களையும் மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியுடன் இணைத்துக்கொள்ளுங்கள் (படம் 15.20). இப்போது படம் 15.20 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு வலிமை

யான சட்டக் காந்தமொன்றின் வட முனைவை விரைவாகச் சுருளினுட் புகுத்துங்கள். கல்வனோமானியின் காட்டி கணப் பொழுதில் ஒரு பக்கத்துக்குத் திரும்பலடைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். காந்தத்தைச் சுருளினுட் புகுத்தும்போது சுருளில் ஓட்டம் பாய்ந்தது என்பது இதிலிருந்து தெரிகின்றது. சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய வேண்டுமெனின், சுற்றுக்கு மின் இயக்க விசையை வழங்கும் மின்கலம் போன்ற யாதேனுமொன்று இருத்தல் வேண்டும் என்பதை நாம் அறிவோம். அவ்வாறான எதுவும் இச்சுற்றிலே காணப்படவில்லையாதலால், இங்கு தோன்றும் ஓட்டம் தூண்டப்பட ஓட்டம் எனப்படுகின்றது. தூண்டப்பட்ட மின் இயக்க விசை காரணமாகவே தூண்டப்பட்ட ஓட்டம் தோன்றியது என நாம் குறிப்பிடுகின்றோம். காந்தத்தின் அசைவு காரணமாக, கடத்தியிலே தூண்டப்பட்ட மின் இயக்க விசை தோன்றும் தோற்றப்பாடு மின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படுகின்றது.

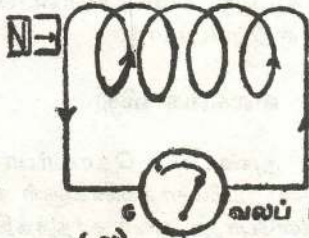
சுருளினுட் புகுத்தப்பட்ட வடமுனைவைச் சிறிது நேரம் வரை சுருளினுள் வைத்திருந்து, கல்வனோமானியிலே திரும்பல் காணப்படுகின்றதா என அவதானியங்கள் [படம் 15.20 (ஆ)] திரும்பல் ஏற்படுவதில்லை என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். பின்னர், கல்வனோமானியிலே பார்வையைச் செலுத்தியவாறு காந்தத்தை விரைவாக வெளியே எடுங்கள் [படம் 15.20 (இ)] கல்வனோமானியின் காட்டி மீண்டும் திரும்பலடைவதையும் திரும்பல் எதிர்ப்புறமாக நிகழுவதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள்.

காந்தத்தை அசைக்கும்போது மாத்திரமே தூண்டப்பட்ட ஓட்டம் தோன்றுகின்றது என்பதையும், காந்தத்தைச் சுருளை நோக்கி அசைக்கையில் ஓட்டம் ஒரு புறமாகவும், காந்தத்தைச் சுருளிலிருந்து அப்பால் அசைக்கையில் ஓட்டம் எதிர்ப்புறமாகவும் பாய்கின்றது என்பதையும் மேலே பெற்ற அவதானிப்புகள் மூலம் நீங்கள் முடிவுசெய்யலாம்.

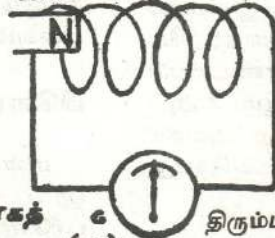
காந்தம் சுருளை நோக்கி இயங்குகிறது

காந்தம் இயங்காமல் இருக்கிறது

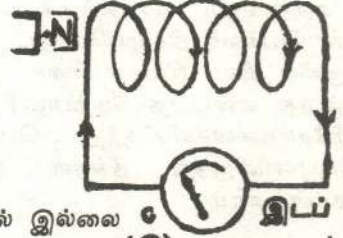
காந்தம் சுருளிலிருந்து அப்பால் இயங்குகிறது



(அ) வலப் பக்கமாகத் திரும்பல்

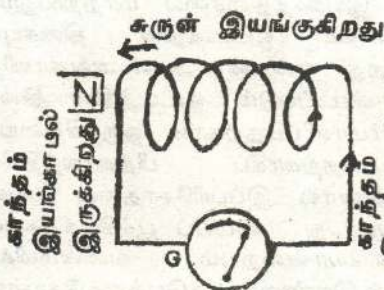


(ஆ) திரும்பல் இல்லை

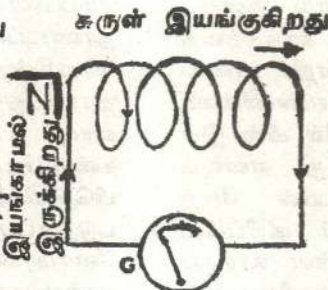


(இ) இடப் பக்கமாகத் திரும்பல்

படம் 15.20 சுருளில் ஓட்டம் தூண்டப்படல் (காந்தம் அசையும்போது)

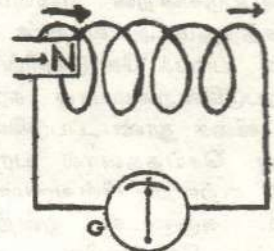


(அ) வலப் பக்கமாகத் திரும்பல்



(ஆ) திரும்பல் இல்லை

சுருளும் காந்தமும் ஒன்றாக இயங்குகின்றன



(இ) வலப் பக்கமாகத் திரும்பல்

படம் 15.21 சுருளில் ஓட்டம் தூண்டப்படல் (சுருள் அசையும்போது)

இப்போது சட்டக்காந்தத்தை அசையா வண்ணம் தாங்கி ஒன்றுடன் இணைத்து அதன் வட முனைவை நோக்கிச் சுருளை விரைவாகக் கொண்டு செல்லுங்கள் [படம் 15.21 (அ)]. கல்வனோமானியின் காட்டி ஒரு புறமாகத் திரும்பலடைவதைக் காண் பீர்கள். பின்னர் சுருளை வட முனைவிலிருந்து விரைவாக அப்புறப்படுத்துங்கள் (படம் 15.21 (ஆ)). இப்போதும் காட்டி திரும்பலடைவதையும் திரும்பல் எதிர்த்திசையிலானது என்பதையும் நீங்கள் காண் பீர்கள். பின்னர் சுருளுக்கும் காந்தத்துக்குமிடையே சார் இயக்கம் ஏற்படா வாறு அவ்விரண்டையும் ஒரேயடியாக அசைத்தபடி (படம் 15.21 (இ)) கல்வனோமானியிலே திரும்பல் காணப்படுகின்றதா என அவதானியுங்கள். திரும்பல் ஏற்படுவதில்லை என்பதை நீங்கள் காண் பீர்கள்.

சுருளுக்கும் காந்தத்துக்கும் இடையே சார் இயக்கம் நிகழும்போது மாத்திரமே சுருளில் மின் இயக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது என்பதை மேற்படி 1 ஆம், 2 ஆம் பரிசோதனைகளிலிருந்து பெற்ற அவதானிப்புகளிலிருந்து நீங்கள் முடிவுசெய்து கொள்ளலாம்.

நீங்கள் நடத்திய பரிசோதனைகளைப் போன்ற பல பரிசோதனைகளை நடத்தி அவற்றின் விளைவுகளைக் கவனத்திற் கொண்ட பரடே கம்பிச் சுருளுக்கு அருகில் ஒரு காந்தத்தை வைத்ததும், அதிலிருந்து தோன்றும் "காந்தப் பாயக் கோடுகள்" சுருளின் சுற்றுக்களோடு ஒன்றிக் காணப்படுகின்றன எனவும், காந்தத்தை அசைத்ததும் அவ்வாறாக ஒன்றிக் காணப்படும் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகின்றமையால் சுருளில் மின் இயக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது எனவும் முடிவு செய்ததனால் பரடேயின் மேற்படிக் கூற்றைப் பின்வருமாறும் குறிப்பிடலாம். சுருளுடன் ஒன்றியுள்ள காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கையில் யாதேனும் வேறுபாடு ஏற்படின் சுருளில் மின் இயக்கவிசை தூண்டப்படுகின்றது.

## 15.6.1 மின்காந்தத்தூண்டல் விதி

வெவ்வேறு வகையான காந்தங்களையும் சுருள்களையும் பயன்படுத்தி, ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து நடாத்திய பரடே, சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசையானது

(அ) சுருளிலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை

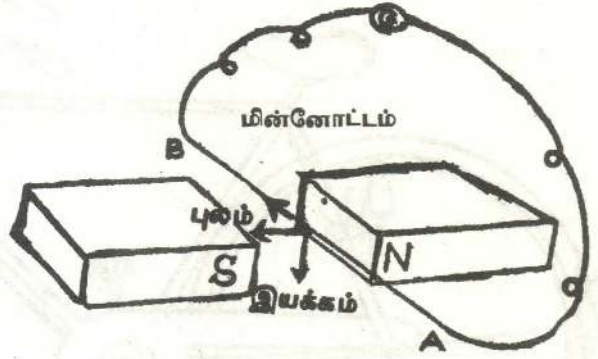
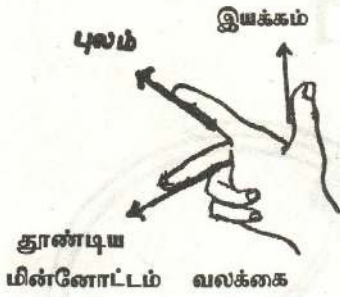
(ஆ) காந்தத்தின் வலிமை

(இ) காந்தத்தை அசைக்கும் வேகம்

என்பவற்றிலே தங்கியுள்ளது என அறிந்து கொண்டார். அப்பேறுகளைச் சுருக்கமாகத் திரட்டி, சுற்றாடல் ஒன்றிற் காணப்படும் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கையில் யாதேனும் வேறுபாடு நிகழும் எல்லாச் சந்தர்ப்பத்திலும், அச்சுற்றில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது எனவும் அதன் வலிமையானது அவ்வேறுபாடுகள் நிகழும் விதத்துக்கு விகிதசமானானது எனவும் அவர் குறிப்பிட்டார்.

### பிளெமிங்கின் வலக்கை விதி

மின்காந்தத் தூண்டல் தொடர்பாகப் பரடே நடாத்திய பரிசோதனைகளுள் ஒரு பரிசோதனையின்போது, அவர் காந்தத்தின் பாயக்கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாக, நேரான நீண்ட கம்பியொன்றை வைத்தார். பின்னர் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் திசைக்கும் கம்பியின் திசைக்கும் செங்குத்தாகக் கம்பியை அசைத்ததும் அதில் ஒரு ஓட்டம் தூண்டப்பட்டதை அவர் கண்டார். பின்னர் கம்பியின் இயக்கத்திசையை மாற்றியதும், தூண்டப்படும் ஓட்டத்தின் திசையும் மாறுகின்றது என்பதை அவர் அவதானித்தார். தூண்டப்படும் ஓட்டத்தின் திசையைத் தீர்மானிப்பதற்கான ஒரு விதியைக் கண்டுபிடிப்பதற்காகப் பிற்காலத்திலே பிளெமிங்கினால் இப்பரிசோதனை பயன்படுத்தப்பட்டது. மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியொன்றையும் வலிமைமிக்க காந்தங்கள் இரண்டையும் பெற்றுக்கொள்ள முடியுமாயின் இப்பரிசோதனையை நீங்கள் நடத்தமுடியும்.



படம் 15.22 பிளெமிங்கின் வலக்கை விதி

பரிசோதனை 12

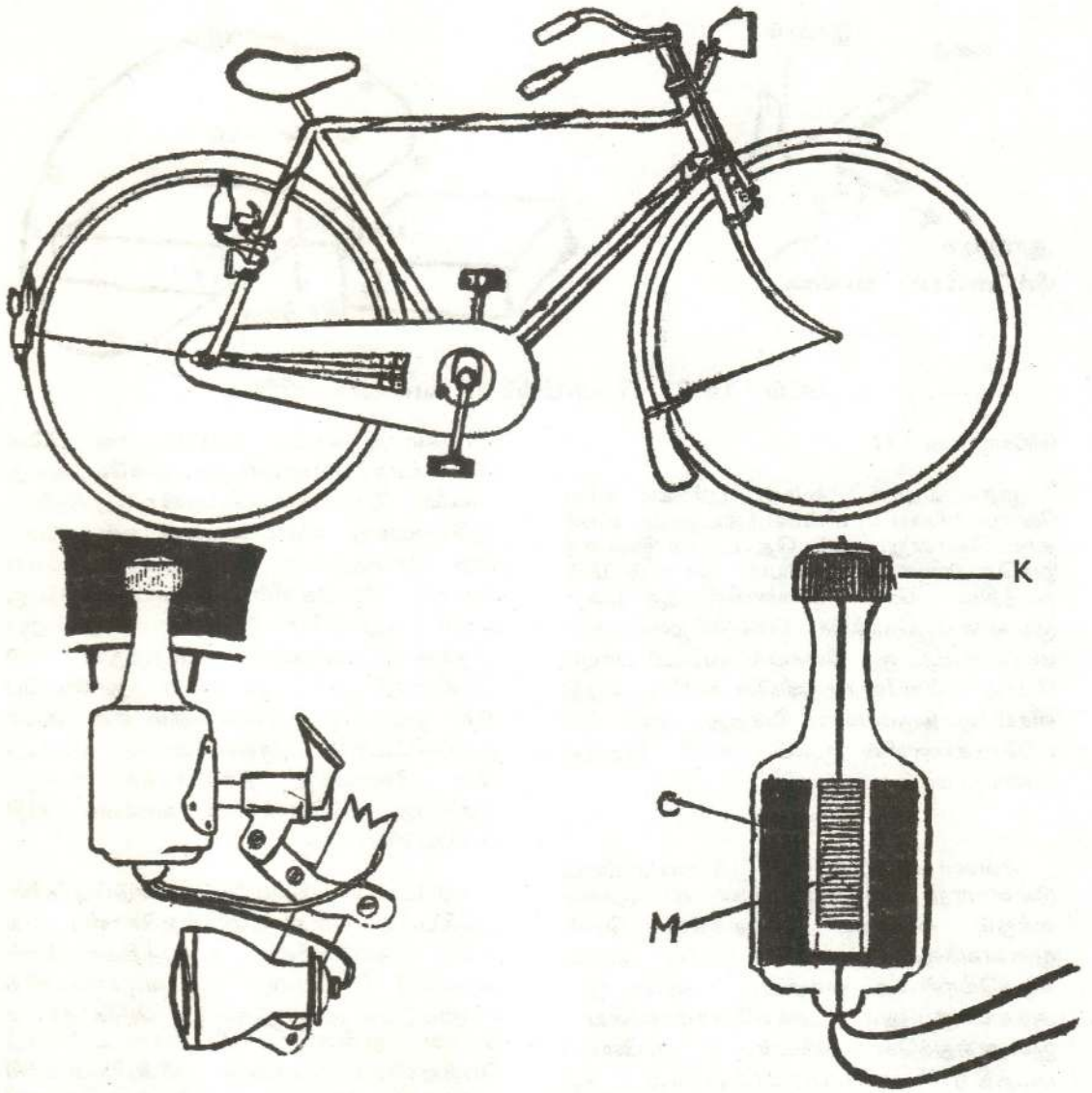
முதலாவதாக, மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியை மின்கலத்துடனும் உயர் தடையொன்றுடனும் தொடராக இணைத்துக்கொள்ளுங்கள். நியம ஓட்டம் மின்கலத்தின் நேர் முனைவிலிருந்து மறைமுனையை நோக்கிச் செல்கின்றமையால், அறியப்பட்ட ஒரு திசையில் ஓட்டம் பாயும் போது கல்வனோமானியின் காட்டி எத்திசையிலே திரும்பலடைகின்றது என இப்பரிசோதனையின் மூலம் நாம் அறிந்துகொள்ளலாம்.

பின்னர் படம் 15.22 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு காந்தத்தின் வட முனைவுக்கும் மற்றைய காந்தத்தின் தென் முனைவுக்கும் இடையே நேரிய நீண்ட கம்பியொன்றை வைத்து, அதன் இரு அந்தங்களுடனும் கல்வனோமானியை இணைத்துக்கொள்ளுங்கள். கம்பியைப் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கீழ் நோக்கி அசைத்ததும், தூண்டப்படும் ஓட்டம் A யிலிருந்து B யை நோக்கியும், அதை மேல்நோக்கி அசைத்ததும் ஓட்டம் B யிலிருந்து A யை நோக்கியும் செல்கின்றது என்பதைக் கல்வனோமானி திரும்பலடையும் திசைக்கு ஏற்ப நீங்கள் முடிவு செய்துகொள்ளலாம்.

இப்பரிசோதனையின்போது நீங்கள் அவதானித்ததைப் போன்றே கடத்தி அசைக்கப்பட்ட திசைக்கும், தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசைக்கும் இடையேயான தொடர்பைத் தமது வலக்கையின் மூலம்

விரல்களாற் காட்ட முடியும் என பிளெமிங் உணர்ந்துகொண்டார். எனவே, வலதுகையின் பெருவிரல், சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்று விரல்களையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக வைத்தபடி சுட்டுவிரல் விசைக் கோடுகளின் திசையிலும் பெருவிரல் கடத்தியின் இயக்கத் திசையிலும் இருக்கும் வண்ணம் பிடித்ததும் நடுவிரலினாற் காட்டப்படுவது தூண்டப்படும் ஓட்டத்தின் திசையாகும் என அவர் குறிப்பிட்டார். தூண்டப்படும் ஓட்டத்தின் திசையைத் தீர்மானிக்க உதவும் இக்கூற்று பிளெமிங்கின் வலக்கை விதி எனப்படுகின்றது.

பரடேயின் இவ்வரிய கண்டுபிடிப்பின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்துகொண்ட பல உலக நாடுகளின் உற்பத்தியாளர்கள் அதனைச் செய்முறை நடவடிக்கைகளிற் பயன்படுத்த முனைந்தனர். அதிக காலம் செல்ல முன்னரே மின்னோட்டத்தைப் பெற்றுக்கொள்வதற்கான மின்பிறப்பாக்கி அதாவது, தைனமோ உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. ஆரம்ப காலத்திலே தயாரிக்கப்பட்ட மின்பிறப்பாக்கிகள் பிரதானமாக மின் முலாமிடலுக்கு அவசியமான மின்னைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகவே பயன்படுத்தப்பட்டன. பின்னர் பரடேயின் வாழ்க்கைக் காலத்திலேயே கலங்கரை விளக்கங்களில் வில் விளக்குகளை ஒளிற்றுவதற்காக தைனமோக்கள் தயாரிக்கப்பட்டு இணைக்கப்பட்டன. வீட்டுப் பயன்பாட்டுக்கான மின்னைப் பிறப்பிக்கும் முதலாவது பிறப்பாக்கியானது 1802 ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்து நாட்டின் டெப்டிப் பேர்டில் அமைக்கப்பட்டது.



படம் 15. 23 சைக்கிள் தைனமோ

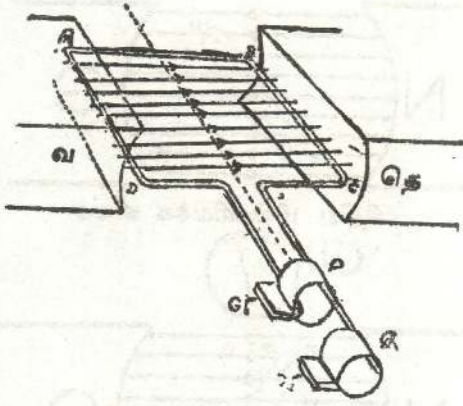
### 15.6.2 மின்காந்தத் தூண்டலின் பிரயோகங்கள்

#### சைக்கிள் தைனமோ

இன்று எமது வீடுகளுக்கு மின்னை வழங்குகின்ற மின்விசையாலைகளிற் காணப்படும் மின் பிறப்பாக்கிகள் மிகச் சிக்கலானவையாகும். மின் பிறப்பாக்கியின்

தொழிற்பாட்டை அறிந்துகொள்வதற்காக உதவக்கூடிய எளிய உபகரணம் சைக்கிள் தைனமோ ஆகும். அதன் அத்தியாவசியமான பகுதிகள் படம் 15.23 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. சைக்கிளின் சில்லில் இணைக்கப்பட்டுள்ள தயருடன் தொடுகையுறும் தலை K வேகமாகச் சுழலும் போது உருளைவடிவக் காந்தம் M உம் அதனுடன் சுழல்கின்றது. அப்போது, U





**படம் 15.24 எளிய ஆடலோட்ட தைன மோவின் பிரதான பகுதிகள்**

வடிவ மெல்லிரும்பு அகணியிற் சுற்றப் பட்டுள்ளதும் பெருந்தொகையான சுற்று களைக் கொண்டதுமான சுருள் — க்கு ஊடாக விழும் காந்த விசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுவதன் காரணமாக அச்சுருளில் மின்னியக்க விசையொன்று தூண்டப்படுகின்றது. எனவே, சுருளின் இரு அந்தங்களையும் சிறிய மீன்குமிப மொன்றுடன் தொடுத்ததும் மீன்குமிழ் ஒளிர்கின்றது. காந்த விசைக் கோடுகளை ஒன்று சேர்த்துச் சுருளுக்கூடாக அனுப்புவதற்காகவே சுருள் C மெல்லிரும்பு அகணியைச் சுற்றிச் சுற்றப்பட்டுள்ளது. இது காரணமாகச் சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றமையால், காந்தம் சுழலும்போது, சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் வீதமும் அதிகரிக்கின்றது. இதன் விளைவாக, பாரிய மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது.

**ஆடலோட்ட தைனமோ**

சைக்கிள் தைனமோவிலே சுருள் நிலையாக இருக்கையில் அதன் காந்தம் சுழல்கின்றது. பொதுவாக ஆடலோட்ட தைனமோலில் நடை பெறுவது இதன் மறுதலையாகும். அதாவது, காந்தம் அசையாதிருக்கையில் அதன் முனைவுகளுக்கு மத்தியிலே சுருள் சுழல்கின்றது.

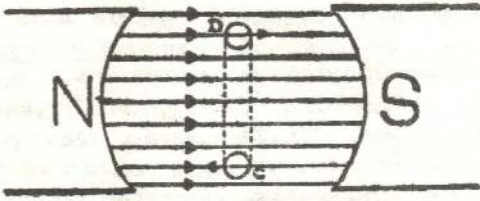
எளிய ஆடலோட்ட தைனமோவொன்றினது பிரதான பகுதிகள் படம் 15.24 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. தைனமோவின் சுருள்

சுழலுகையில் அதனுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப்பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுவது காரணமாக, சுருளில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது. சுருள் CD யின் குறுக்கு வெட்டும் அதன் பிரதானமான ஆறு அமைவுகளின் போது மின்னியக்க விசையின் பருமன், திசை என்பனவும் படம் 15.25 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

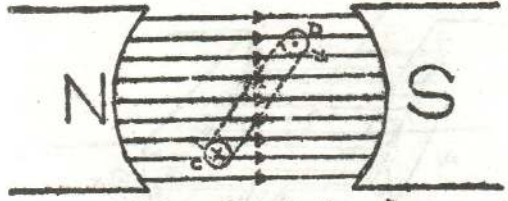
படம் 15.25 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, சுருள் நிலைக்குத்து அமைவைத் தாண்டி அசையும் போது அதன் கடத்திகள் DA, CB இரண்டும் காந்தப் பாயக் கோடுகளுக்குச் சமாந்தரமாக அசைகின்றன. அக்கணத்திலே சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் வீதம் பூச்சியமாகையால், தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை பூச்சியமாகும். பின்னர் சுருள் வலஞ்சுழியாகச் சுழலுகையில் சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் வீதம் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது..

படம் 15.25 (iii) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, அது கிடை அமைவைத் தாண்டிச் சுழலுகையில் கடத்திகள் DA, CB இரண்டும் காந்த விசைக் கோடுகளுக்குச் செங்கோணத்தில் அமையும் திசையிலேயே, அசைகின்றன. இச்சந்தர்ப்பத்திலே, சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்த விசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் வீதம் உச்சத்தை அடைகின்றது. எனவே, தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசையும் உச்சத்தை அடைகின்றது. பின்னர் சுருள் மீண்டும் நிலைக்குத்து அமைவை அடையும் வரை, சுருளுடன் ஒன்றிய பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் வீதம் படிப்படியாகக் குறைகின்றது. எனவே, சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசையும் குறைவடைந்து செல்கின்றது.

பின்னர் படம் 15.25 (V) இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு சுருள் மீண்டும் நிலைக்குத்து அமைவை அடைந்ததும் தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை மீண்டும் பூச்சியமாகின்றது. அவ்வமைவைக் கடந்து சுருள் சுழலுகையில் கடத்திகள் DA, CB ஆகியவற்றின் இயக்கத் திசைகள் வேறுபடுகின்றன. அதாவது, இதுவரை கீழ்நோக்கி அசைந்த கடத்தி CB மேல்நோக்கி



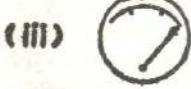
பூச்சிய மின்னியக்க விசை



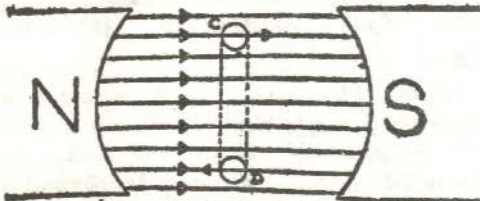
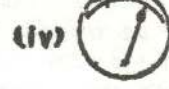
சிறிய மின்னியக்க விசை



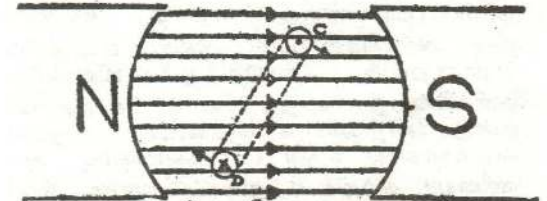
உயர் மின்னியக்க விசை



சிறிய மின்னியக்க விசை



பூச்சிய மின்னியக்க விசை



மின்னியக்க விசை புறமாறுகிறது



படம் 15.25 ஆடலோட்ட

தைனமோவின் தத்துவம்

யும் இதுவரை மேல்நோக்கி அசைந்த கடத்தி DA கீழ்நோக்கியும் அசைய ஆரம்பிக்கின்றன. எனவே படம் 15.25 (v) இற் காட்டப்பட்டுள்ள அமைவைத் தாண்டியதும் தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசையின் திசை புறமாறுகின்றது.

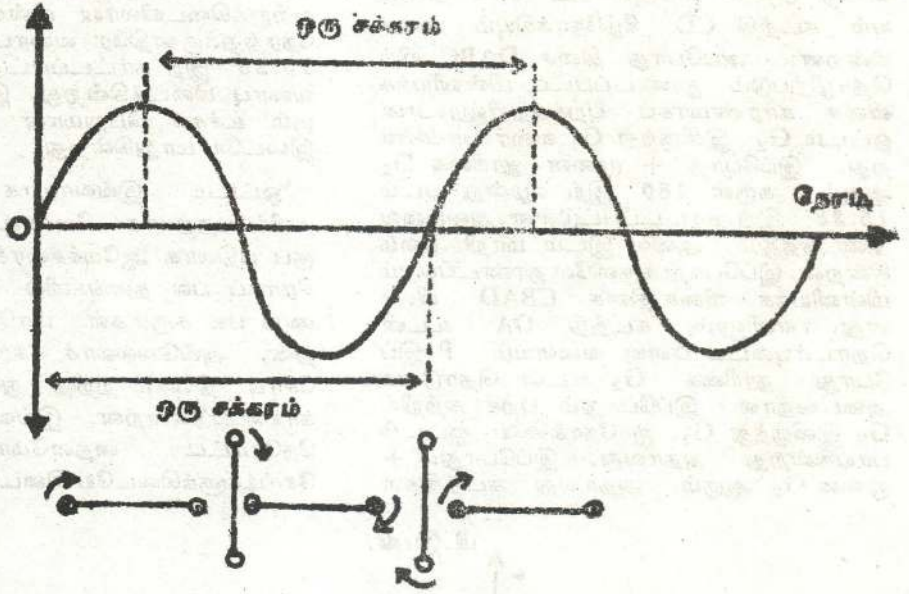
சுருளினது சுழற்சியின் பாதிளவை மாத்திரமே இதுவரை நாம் கவனித்தோம். அடுத்த பாதிப் பகுதியையும் கவனிப்பின் அப்பாதி யின் இறுதியிலும் மின்னியக்க விசையின் திசை மீண்டும் புறமாறுவதை நீங்கள் அறிந்துகொள்வீர்கள். இவ்வாறாக, சுருளின் ஒரு சுழற்சிக்கு இரண்டு தடவைகள் வீதம் மின்னியக்க விசை புறமாறுகின்றது. தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை நேரத்துக்கு ஏற்ப வேறுபடும் வீதத்தை வரைபொன்

றிலே காட்டினால் அவ்வரைப்பு படம் 15.26 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமையும்.

இவ்வாறான மின்னியக்க விசை ஆடல் மின்னியக்க விசை எனப்படுகின்றது. ஆடல் மின்னியக்க விசை காரணமாகத் தோன்றும் ஓட்டம் ஆடலோட்டம் ஆகும்.

சுழலும் சுருளிலே தூண்டப்படும் ஆடல் மின்னியக்க விசையைச் சுழலாத வெளிச் சுற்றிற் பிரயோகிக்கும் தொழிற்பாடு படம் 15.27 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உத்தி PQ மூலம் நிகழ்த்தப்படுகின்றது. சுருளின் இரு அந்தங்களும் ஒன்றினாலொன்று மூடப்படுகின்ற PQ நழுவுவல் வளையங்கள் இரண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுடன் தொடுகை

+ வி. இ. வி.



சுருளின் அமைவுகள்

படம் 15.26 ஆடல் மின்னியக்க விசை நேரத்துக்கு ஏற்ப வேறுபடும் விதம்

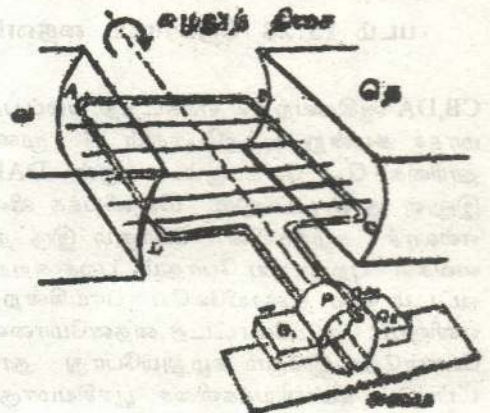
யடையும் காபன் தூரிகைகள்  $G_1$ ,  $G_2$  இரண்டிற்குடாக ஓட்டம் வெளியே பாய வகை செய்யப்படுகின்றது. இலங்கையில் விசையாலைகளிற் பிறப்பிக்கப்பட்டு வலுமுதல்களினூடாக எமது வீடுகளுக்குக் கிடைக்கப்பெறும் ஓட்டம் ஆடலோட்டமாகும். அதன் வோல்ட்ஜை 230 V உம் மீட்டர் 50 Hz உம் ஆகும். அவ்வோட்டம் செக்கனுக்கு ஐம்பது தடவைகள் விதம் புறமாறுகின்றது.

### நேரோட்ட தைனமோ

மின்பிறப்பாக்கியின், அதாவது தைனமோவின் சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை ஆடல் மின்னியக்க விசையாகும் என்பதையும், நழுவுல் வளையங்கள், தூரிகைகள் ஆகியவற்றின் மூலம் அம்மின்னியக்க விசையைப் புறச் சுற்றுக்கு வழங்கியதும் அதிலே பாயும் ஓட்டமும் ஆடலோட்டமாகும் என்பதையும் நாம் கற்றுக்கொண்டோம்.

எனினும், மின்கலத்தை யாதேனுமொரு சுற்றுடன் இணைத்ததும் அச்சுற்றிலே பாயும் ஓட்டம் நேரோட்டமாகும். இங்கு பாயும் ஓட்டம் ஆடலோட்டமன்று. தைனமோவின் சுருளிலே தூண்டப்படும் ஆடல் மின்னியக்க விசையை

நழுவுல் வளையங்களுக்கும் தூரிகைகளுக்கும் ஊடாக அனுப்புவதற்குப் பதிலாகத் திசைமாற்றிக்கு ஊடாகப் புறச் சுற்றுக்கு வழங்குவதால் அச்சுற்றில் நேரோட்டத்தைப் பாயச் செய்யலாம். இது எவ்வாறு சாத்தியமாகின்றது என்பதை அறிந்து கொள்வதற்காக எளிய நேரோட்டத் தைனமோவொன்றைக் கவனிப்போம். இந்தத் தைனமோ ஒரு தனிச் சுருளையும் இரண்டாகப் பிளக்கப்பட்ட வளையமொன்றையும் ஒரு சோடி தூரிகைகளையும் உடைய திசைமாற்றியைக் கொண்

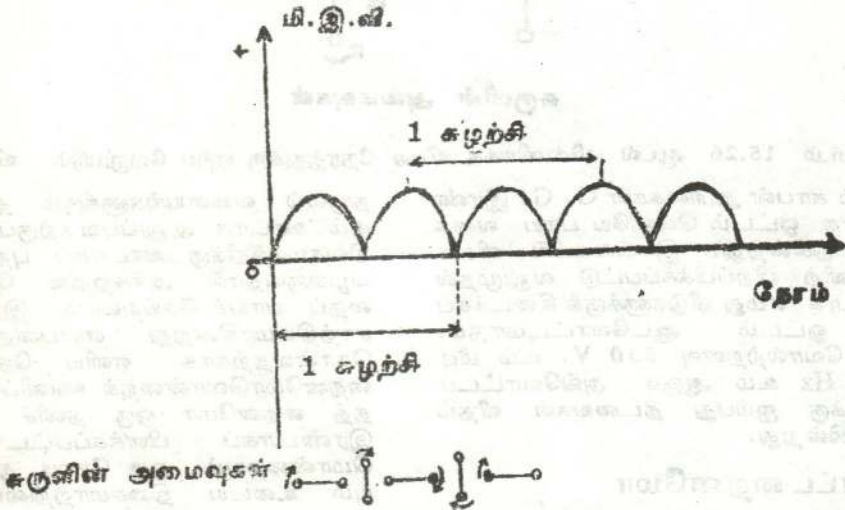


படம் 15.27 எளிய நேரோட்ட தைனமோவின் அமைப்பு

படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள அமைவில் நிலவும் சுருள் வலஞ்சுழியாகச் சுழலும் போது அதன் கடத்தி AB மேல்நோக்கியும் கடத்தி CD கீழ்நோக்கியும் அசைகின்றன. அப்போது திசை DABC யிற் தொழிற்படும் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசை காரணமாகப் புறச்சுற்றினூடான ஓட்டம்  $G_2$  இலிருந்து  $G_1$  வரை பாய்கின்றது. இப்போது + முனை தூரிகை  $G_2$  ஆகும். சுருள்  $180^\circ$  இற் சுழன்று படம் 15.28 இற் காட்டப்பட்டுள்ள அமைவை அடைந்ததும் அவை இடம் மாறி அமைகின்றன. இப்போது சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை திசை CBAD யிலானது. எனினும், கடத்தி DA உடன் தொடர்புடைய பிளவு வளையம் P இப்போது தூரிகை  $G_2$  உடன் தொடுகை அடைவதால் இப்போதும் புறச் சுற்றில்  $G_2$  இலிருந்து  $G_1$  ஐ நோக்கியே ஓட்டம் பாய்கின்றது. அதாவது, இப்போதும் + முனை  $G_2$  ஆகும். அதாவது கடத்திகள்

எல்லாச் சுழற்சிகளின் போதும் இது இரண்டு தடவைகள் வீதம் நடைபெறுகின்றது. எனவே தூரிகைகள்  $G_2$ ,  $G_1$ , ஆகிய வற்றுக்கிடையிலான மின்னியக்க விசையை நேரத்துக்கு ஏதிரே வரைபாக்கியதும் படம் 15.26 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற வரைபு கிடைக்கின்றது. இது பூச்சியத்திற்கும் உச்சப் பெறுமான மொன்றுக்கும் இடையே மாறுகின்றது.

ஓட்டம் இவ்வாறாக மாறுவதைத் தவிர்ப்பதற்காக வேண்டி, தனிச் சுருளுக்குப் பதிலாக ஆமேச்சரைச் சூழவும் சமச்சீராகப் பல தளங்களில் அமையும் வண்ணம் பல சுருள்கள் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. அவ்வெல்லாச் சுருள்களுக்கும் ஒரு சோடி திசைமாற்றித் துண்டங்கள் வீதம் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறாக அமைந்த நேரோட்ட தைனமோவில் தூரிகைச் சோடிகளுக்கிடையே கிடைக்கப்பெறும் மின்



படம் 15.28 நேரோட்ட தைனமோவின் மூலம் கிடைக்கும் மின்னியக்க விசை

CB,DA ஆகியவற்றில் எக்கடத்தி வலப்பக்கமாகச் சுழன்று வந்தபோதும் + முனை தூரிகை  $G_2$  வேயாகும். சுருள் DABC இனுள் தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை எல்லாச் சுழற்சியின் போதும் இரு தடவைகள் புறமாறிய போதும், புறச் சுற்றில் ஓட்டம் ஒரே திசையிலேயே பாய்கின்றது. எனினும், ஆடலோட்டத் தைனமோவைப் போன்றே இங்கும் சுழலும்போது தூண்டப்படும் மின்னியக்கவிசை பூச்சியமாகும்.

னியக்க விசையானது மின்கலத்தின் மூலம் கிடைக்கும் ஓட்டத்தைப் போன்று காணப்படாவிட்டாலும் அதன் ஓட்டம் பெரும் அளவுக்குக் குறைந்து காணப்படுகின்றது.

அண்மைக் காலம் வரை மோட்டர் வாகன என்சின்களில் நேரோட்ட தைனமோவே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. மோட்டர் வாகனத்தின் மின்கலவடுக்கை மின்னேற்றுவதே அதன் பிரதான தொழிலாகும். எனினும், ஆடலோட்டத்தை

நேரோட்டமாக மாற்றக் கூடிய இலகுவான உத்திகள் அறியப்பட்டுள்ள மையால் தற்போது காணப்படும் மோட்டர் வாகனங்களில் ஆடலோட்டப் பிறப்பாக்கிகளே பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

நேரோட்ட தைனமோவின் அமைப்பு நேரோட்ட மோட்டரின் அமைப்புக்குப் பெருமளவுக்குச் சமனானதாகும். உண்மையில் நேரோட்ட மோட்டரை நேரோட்ட தைனமோவாகவும் நேரோட்ட தைனமோவை நோரோட்ட மோட்டராகவும் பயன்படுத்த முடியும்.

அதாவது, கடத்தியொன்றினூடாக மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்லும்போது அதைச் சூழவும் காந்தப் புலம் தோன்றுகின்றது. ஓட்டத்தின் திசையை மாற்றியதும் காந்தப்புலமும் புறமாறுகிறது. எனவே, கம்பிச் சுருளுக்கூடாக ஆடலோட்டமொன்றைச் செலுத்தியதும் அச்சுருளைச் சூழவும் ஆடலோட்டக் காந்தப் புலமொன்று தோன்றுகின்றது.

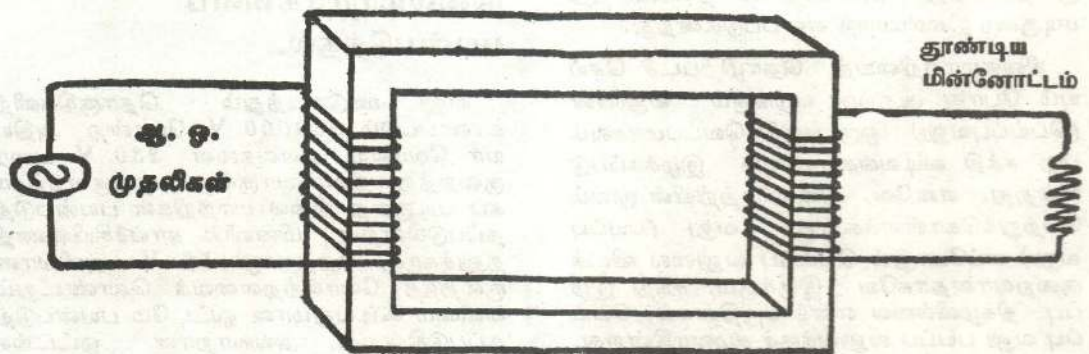
## நிலைமாற்றி

சுருளுடன் ஒன்றிய காந்தப் பாயத்தில் யாதேனும் வேறுபாடு ஏற்பட்டதும் சுருளில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். மின்பிறப்பாக்கியிலே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசையொன்றைப் பிறப்பிப்பதற்காகக் காந்தத்திற்கும் சுருளிற்ும் இடையே

சார் இயக்கம் ஒன்றை ஏற்படுத்துவதன் மூலமே சுருளுடன் ஒன்றிய காந்தப்பாயம் வேறுபடுத்தப்படுகின்றது.

மின்னோட்டம் காந்த விளைவைக் கொண்டது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். எனவே, சுருளொன்றினுள் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசையை உண்டாக்குவதற்காக, அச்சுருளுக்குச் சார்பாக, காந்தமொன்று அமைக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக, இரண்டாளு் சுருளிலே பாயும் ஆடலோட்டத்தின் காந்தப் புலத்தைப் பயன்படுத்த முடியும். இதனால், இரண்டாவது சுருளிலே பாயும் ஓட்டம் காரணமாகத் தோன்றி முதலாவது சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயம் மாறலடைகின்றமையால் முதலாவது சுருளில் ஆடல் மின்னியக்க விசையொன்று தூண்டப்படுகின்றது.

இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, மின்னியக்க விசையைப் பிறப்பிக்கும் உத்தி நிலைமாற்றி எனப்படுகின்றது. நிலைமாற்றியின் தத்துவம் படம் 15.29 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்படையாக இது மெல்லிரும்பு, வளையமொன்றைச் சுற்றிச் சுற்றப்பட்ட கம்பிச் சுருள்கள் இரண்டைக்கொண்டது. அவற்றுள் ஒன்று முதற் சுருள் எனவும் மற்றையது துணைச் சுருள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. காந்தப் பாயத்தை ஏற்படுத்துவதற்காகப் பிரியேயிக்கப்படும் ஆடல் மின்னியக்க விசை முதற் சுருளுக்கு வழங்கப்படுகின்றது. அப்போது தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசை



முதன்மைச் சுருள்  
முறுக்குகளின் எண்ணிக்கை  $N (p)$   
மின்னியக்க விசை  $V (p)$

துணைச் சுருள்  
முறுக்குகளின் எண்ணிக்கை  $N (s)$   
தூண்டிய மி. இ. வி.  $V (s)$

படம் 15.29 ஆடலோட்டம் மூலம் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசையைப் பெறல்

துணைச் சுருளின் அந்தங்களுக்கிடையே தோன்றுகின்றது. முதற் சுருளிற் பாயும் ஓட்டம் காரணமாகத் தோன்றும் காந்தப் பாயம் (ஏறத்தாழ) முழுவதையும் துணைச் சுருளுடன் ஒன்றச்செய்வதே மெல்லிரும்பு வளையத்தின் தொழிலாகும்.

செய்முறையிலே துணைச் சுருளின் மின்னியக்க விசை ( $V_s$ ) க்கும், முதல் சுருளின் மின்னியக்க விசை ( $V_p$ ) க்கு மாண விதிதம், துணைச் சுருளின் சுற்று களின் எண்ணிக்கை ( $N_s$ ) க்கும் முதற் சுருளின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை ( $N_p$ ) க்குமாண விகிதத்திற்குச் சமனாகக் காணப்படுகிறது.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

இதற்கேற்ப துணைச் சுருளின் சுற்று களின் எண்ணிக்கை முதற் சுருளின் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகரிப்பின், துணைச்சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை முதற் சுருளிற் பிரயோகிக்கப்படும் மின்னியக்க விசையை விட அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறான நிலை மாற்றியானது படி உயர்த்து நிலைமாற்றி எனப்படுகின்றது. துணைச் சுருளின் சுற்று களின் எண்ணிக்கை முதற் சுருளின் சுற்று களின் எண்ணிக்கையை விடக் குறைவாயின், துணைச் சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை முதற் சுருளிற் பிரயோ கிக்கப்படும் மின்னியக்க விசையை விடக் குறைகின்றது. அவ்வாறான நிலைமாற்றி படி குறை நிலைமாற்றி எனப்படுகின்றது.

நிலைமாற்றியைத் தொழிற்படச் செய்யும் போது அதற்கு வழங்கும் வலுவின் (பெய்ப்புவலு) ஒரு பகுதி வெப்பமாகவும் பிற சக்தி வடிவங்களாகவும் இழக்கப்படு கின்றது. எனவே, நிலைமாற்றியின் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய வலு (பயப்பு வலு) எப்போதும் பெய்ப்பு வலுவை விடக் குறைவானதாகவே இருக்கும். சக்தி இழப்பு நிகழவில்லை எனக் கருதினால், பெய்ப்பு வலு பயப்பு வலுவுக்குச் சமனாகின்றது. முதற் சுருளில் மின்னியக்க விசை  $V_p$  ஒன்றைப் பிரயோகித்ததும் அதிலே பாயும் ஓட்டம்  $I_p$  ஆயும், துணைச் சுருளிலே தூண்டப்படும் மின்னியக்க விசை  $V_s$  ஆயும், துணைச் சுருளிற் பாயும் ஓட்டம்  $I_s$  ஆயும் இருப்பின் மேற்குறிப்பிட்ட கருது

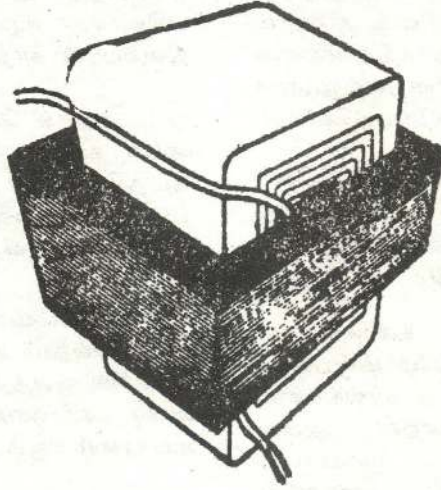
கோளுக்கு ஏற்ப

$$V_p I_p = V_s I_s \text{ ஆகும்.}$$

இதற்கேற்ப நிலைமாற்றி ஒரு படி உயர்த்து நிலைமாற்றியாய் இருப்பின், அதன் துணைச் சுருளின் மின்னியக்க விசை, பெய்ப்பு மின்னியக்க விசையை விடக் கூடுதலானதாயும் துணைச் சுருளிற் பாயும் ஓட்டம் முதற் சுருளின் ஓட்டத்தைவிடக் குறைவாயும் இருக்கும். மாறாக, நிலை மாற்றி ஒரு படி குறை நிலைமாற்றியாய் இருப்பின், அதன் துணைச் சுருளின் மின்னியக்க விசை பெய்ப்பு மின்னியக்க விசையை விடக் குறைவாயிருப்பதோடு துணைச் சுருளின் ஓட்டம் முதற்சுருளின் ஓட்டத்தை விடக் கூடுதலாக இருக்கும். மின்வலு நிலையத்தில் மின் பிறப்பாக்கிகளாற் பிறப்பிக்கப்படும் மின் ஏறத்தாழ 11 000 V உம் 2500 A உம் ஆகும். இது போன்ற மிகப் பெரிய ஓட்டுமொன்றை நீண்ட தூரத் துக்கு ஊடுகடத்துவதற்காகக் கூடிய குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவைக் கொண்ட வடங்கள் அவசியமாகின்றன. அவ்வாறான வடங்கள் விலை கூடியவை. எனவே, படி உயர்த்து நிலை மாற்றியின் மூலம் அவ்வலுவின் மின்னியக்க விசை 123000 V போன்ற பெறுமானம் வரை உயர்த்தப்படுகின்றது. இது காரணமாக ஓட்டத்தின் பெறுமானம் 200 A அளவான பெறுமானம் வரை குறைவடைவதால் விலை குறைந்த மெல்லிய வடங்கள் மூலம் அவ்வலுவை ஊடுகடத்த முடிகின்றது.

## நிலைமாற்றிகளைப் பயன்படுத்தல்.

வலு ஊடுகடத்தும் தொகுதிகளிற் காணப்படும் 132000 V போன்ற அதியுயர் வோல்ட் அளவுகளை 230 V வரை குறைத்து நுகர்வோருக்கு வழங்குவதற்காகப் படி குறை நிலை மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்னில் காய்ச்சியிணைத்தலுக்காக, ஏறத்தாழ 50 V அளவான குறைந்த வோல்ட்ற்றளவைக் கொண்டதும் வலிமை கூடியதுமான ஓட்டமே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவ்வாறான ஓட்டங்களைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகப் படி குறை நிலைமாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆடலோட்டங்களின் மின்னியக்க விசையை மாத்திரமே நிலைமாற்றிகளால் மாற்ற முடியும். எமது வீடுகளுக்கு வழங்கப்படும் ஓட்டம் ஆடலோட்டமாகக் காணப்படுவதா



### படம் 15.30 செய்முறையிற் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு நிலைமாற்றி

எது எவ்வளவு தூரம் எமக்கு அனுகூலமாக அமைந்துள்ளது என்று இப்போது உங்களுக்குப் புரிந்திருக்கும். உங்கள் வீட்டு நேடியோவினுட் காணப்படக்கூடியது போன்ற ஒரு படிமுறை நிலைமாற்றியைப் படம் 15.30 காட்டுகின்றது.

தொலைக்காட்சிக் கருவியிலே படக் குழாயை இயக்குவதற்கு அவசியமான அதியுயர்வோல்ற்றளவைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகப் படியுயர்த்து நிலைமாற்றி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

### பொழிப்பு

தடையை உடைய கடத்தியொன்றினூடாக மின்னோட்டம் செல்லும்போது, மின்சக்தியானது வெப்பச் சக்தியாக மாறும்.

பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவானது, பாய்ந்து செல்லும் ஓட்டம், கடத்தியின் தடை, ஓட்டம் பாய்கின்ற நேரம் ஆகியவற்றிலே தங்கியுள்ளது.

கடத்தியொன்று ஒரு செக்கனிற் செலவிடும் சக்தியின் அளவு, அக்கடத்தியின் வலுவாகும். வலுவை அளக்கும் அலகு வாற்று ஆகும்.

பொதுவாக வீடுகளில் வெப்பத்தைப் பிறப்பிப்பதற்காகவே அதிக அளவு மின் சக்தி செலவாகின்றது.

யாதேனும் கரைசலொன்றின் ஊடாக மின் பாய்ந்து செல்லும்போது அக்கரைசல் பிரிகையடைகின்றதெனின், அத்தொழிற்பாடு, மின்பகுப்பு என அழைக்கப்படுகின்றது.

அயனாக்கமடையும் கரைசல்களில் அல்லது திரவங்களில் மாத்திரமே மின்பகுப்பை நடத்த முடியும். மின்னைக் கடத்தாத திரவங்களும் கரைசல்களும் உள்ளன. அத்திரவங்கள் அல்லது கரைசல்கள் அயனாக்கலடையாமையே இதற்கான காரணமாகும். கரைசல்களுட் காணப்படும் நேர் அயன்கள், மறை அயன்கள் ஆகியன மூலமாகவே, கரைசல்களின் ஊடாக மின் கடத்தப்படுகின்றது

மின்பகுப்பின்போது, வாயு விளைவுகள் அல்லது பொருள் விளைவுகள் மின்வாய்களுக்கு அருகிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. மின்பகு கரைசல் படிப்படியாக மாற்றங்களுக்கு உட்படலாம்.

மின்மூலாமிடல், உலோகப் பிரித்தெடுப்பு, உலோகச் சுத்திகரிப்பு, அலுமினிய அனோட்டாக்கம், இரசாயனப் பதார்த்தங்களைப் பெற்றுக்கொள்ளல் போன்றவற்றுக்காக மின்பகுப்பு முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

யாதேனுமொரு கரைசல்லூடாக மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்லும் போது அக்கரைசல் பிரிகையடையின், அத்தொழிற்பாடு மின்பகுப்பு எனப்படுகின்றது.

அயனாக்கமடையக்கூடிய கரைசல்களை அல்லது திரவங்களை மட்டுமே மின்பகுக்க முடியும். மின்னைக் கடத்தாத திரவங்களும் கரைசல்களும் காணப்படுகின்றன. அவை அயனாக்கமடையவில்லை. ஆகையால், மின்னைக் கடத்துவதில்லை. கரைசலில் அடங்கியுள்ள நேர் அயன்களினாலும் மறை அயன்களினாலும் மின் கடத்தப்படுகின்றது.

மின்பகுப்பின்போது வாயு விளைவுகள் அல்லது பதார்த்த விளைவுகள் மின்வாய்களுக்கு அண்மையில் வெளிவிடப்படுகின்றன. மின்பகுபொருட் கரைசலும் படிப்படியாக வேறுபாடுகளுக்கு உள்ளாகலாம்.

மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியின் முழு நீளத்தைச் சூழவும் காந்தப் புலம் தோன்றுகின்றது. இக்காந்தப் புலம் கடத்திக்குச் செங்குத்தான தளத்தில் அமைந்திருக்கும்.

காந்தப் புலமானது காந்தப் பாயம் எனப்படும் யதோவொன்றினால் நிரம்பிக் காணப்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. காந்தப் புலம் பூராவும் காந்த விசையின் பரம்பலைப் புலக்கோடுகள் மூலம் காட்ட முடியும். காந்தப் புலத்தின் யாதேனுமொரு புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட சுயாதீனமான வடமுனைவு செல்லும் திசையானது அப்புள்ளியிலே புலத்தின் திசையாகும். மெல்லிரும்பு அகணியொன்றின் மீது சுற்றப்பட்ட, காவலிடப்பட்ட கம்பிச் சுருளினூடாக நேரோட்டமொன்றைச் செலுத்துவதன் மூலம் அம் மெல்லிரும்பு அகணியைத் தற்காலிகமாகக் காந்தமாக மாற்றமுடியும் இது மின்காந்தம் எனப்படுகின்றது மின்மானியில் இவ்வாறான மின்காந்தம் காணப்படுகின்றது.

மின்காந்த அகணியாக, மெல்லிரும்புக்கு பதிலாக, உருக்கு பயன்படுத்தப்படின் நிலையான காந்தம் தோன்றுகின்றது.

ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைக் காந்தப் புலத்தில் வைத்ததும் அக் கடத்தியின்மீது ஒரு விசை பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. அவ்விசையின் திசையை பிளேமிங் வலக்கை விதியின் மூலம் அறிய முடியும்.

மின்னோட்டமானது ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியொன்றைக் காந்தப் புலத்தில் வைத்தது அதன்மீது தோன்றும் விசை காரணமாகத் தொழிற்படும் ஒரு உபகரணமாகும்.

காந்தப் புலத்தில் அமைந்துள்ள சுருளுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயத்தில் யாதேனும் வேறுபாடு ஏற்படின், அந்தச் சுருளில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது. இத்தோற்றப்பாடு மின்னியக்க விசை எனப்படுகின்றது.

சுற்றுடன் ஒன்றிக் காணப்படும் காந்தப் பாயத்தில் வேறுபாடு ஏற்படும் எல்லாச் சந்தர்ப்பத்திலும் அச்சுற்றில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படுகின்றது என்பதும் அதன் வலிமை அவ்வேறுபாடு நிகழும் வீதத்திற்கு விகிதசமனானது என்பதும் மின்காந்தத் தூண்டல் தொடர்பான பரடே விதியினாற் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக அமையும் வண்ணம் வைக்கப்பட்ட நேரிய கடத்தியை அதன் நீளப்பாட்டுக் காந்தப் புலம் ஆகிய இரண்டுக்கும் செங்குத்தான திசையில் அசைக்கும்போது அதிலே தூண்டப்படும் ஓட்டத்தின் திசையைத் துணிவதற்கான ஒரு விதியை பிளேமிங் சமர்பித்தார். வலது கையின் பெருவிரல், சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஆகிய விரல்களை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அமையும் வண்ணம் வைத்து சுட்டு விரல் விசைக் கோட்டின் திசையிலும் பெருவிரல் கடத்தியின் இயக்கத் திசையிலும் இருக்கும் வண்ணம் பிடிப்பின், தூண்டப்பட்ட ஓட்டத்தின் திசை நடுவிரலினால் காட்டப்படும் என்பது பிளேமிங்கின் வலக்கை விதியாகும்.



தைனமோவானது மின்காந்தத் தூண்டல் பதன்ஈடுதப்படுதும் ஒரு உத்தியாகும், நழு வல் வளையங்களைக் கொண்ட ஒரு தைன மோவின் சுருளிலே தூண்டப்படுதும் மின்னியக்க விசையானது, சுருளின் ஒரு சுழற்சியின் போது இரு தடவைலீதம் புறமாறுகின்றது. இவ்வாறான மின்னியக்க விசை ஆடலோட் மின்னியக்க விசை காரணமாகத் தோன்றும். ஓட்டம் ஆடலோட்டம் ஆகும்.

இலங்கையில் வலு முதல்களுக்கூடாக எமது வீடுகளுக்கு வழங்கப்படுதும் மின்னோட்டம் 50 Hz மிடிறனையும் 230V வோல்ற்றள ளவையும் கொண்ட ஆடலோட்டமாகும்.

### பயிற்சி

1. 0.35mm விட்டமும் 10 m நீளமுங் கொண்ட நைக்குரோ கம்பியாற் செய் யப்பட்ட வெப்பச் சுருளொன்று 24V யின் வழங்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட டால், 10 நிமிடங்களிற் பிறப்பிக்கப் படும் வெப்பச் சக்தி யாது? நைக்கு ரோமின் தடைத்திறன்  $1.03 \times 10^{-6} \Omega m$

2. (அ) 220 V, 100 w எனக் குறிக்கப் பட்டுள்ள மின்குமிழினது இழை யின் தடை யாது?

(ஆ)—இந்த மின்குமிழ், 210 V வழங்கி யிலிருந்து அகற்றப்பட்டு 110 V வழங்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட டால், கிடைக்கும் வலு யாது?—

3. (அ) 230 V, 1500 w எனக் குறிப் பிடப்பட்டுள்ள மின்வெப்பமாந் கியொன்று 230 V வழங்கியுடன் இணைக்கப்பட்டால், 10 நிமி டங்களில் அதிலிருந்து வெளிப் படும் வெப்பத்தின் அளவு யாது?

ஆடலோட்ட தைனமோவின் சுருளை நழு வல் வளையங்களுக்குப் பதிலாகத் திசை மாற்றியுடன் இணைப்பதால், நேரோட்ட தைனமோ கிடைக்கின்றது. நேரோட்ட தைனமோவிற்கு ஓட்டத்தை வழங்கியதும் அது மோட்டர் போன்று தொழிற்படுகின் ரது. அவ்வாறே, நேரோட்ட மோட்டரைச் சுழற்றியதும் அது தைனமோ போன்று தொழிற்படுகின்றது.

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்க விசையைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகக் காந்தத்திற்குப் பதிலாக ஆடலோட்டத்தைப் பயன்படுத் தும் உபகரணம் நிலைமாற்றி ஆகும். மின் னியக்க விசையைக் குறைத்துக்கொள்ளவும் உயர்த்திக்கொள்ளவும் நிலைமாற்றி பயன் படுகின்றது.

(ஆ) இந்த வெப்பமாக்கி மூலம் 5kg நீரின் வெப்பநிலையை 30°C இலிருந்து 100°C வரை உயர்த்துவதற்குச் செல்லும் நேரம் எவ்வளவு? நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு 4200J/kg°C.

(வெப்பமாக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பம் முழுவதும் நீரை வெப்பமேற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுவதாகக் கொள்க).

4. மோட்டர் வண்டி ஒன்றில் வழங்கப்படும் மின் 12V ஆகும். இது மின்கலவடுக்கு ஒன்றின் மூலம் பெறப்படும்.

அதில் 12 V, 10 w சைகை மின்குமிழ்கள் 2, 12 V, 45 w தலைமை மின்குமிழ்கள் 2 12 V, 15 w பின்புற மின்குமிழ்கள் 2

என்பன சமாந்தரமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை அனைத்தும் ஒருமித்து ஒளிரும் போது மின்கலவடுக்கிலிருந்து பாயும் முழுமையான ஓட்டம் எவ்வளவு?

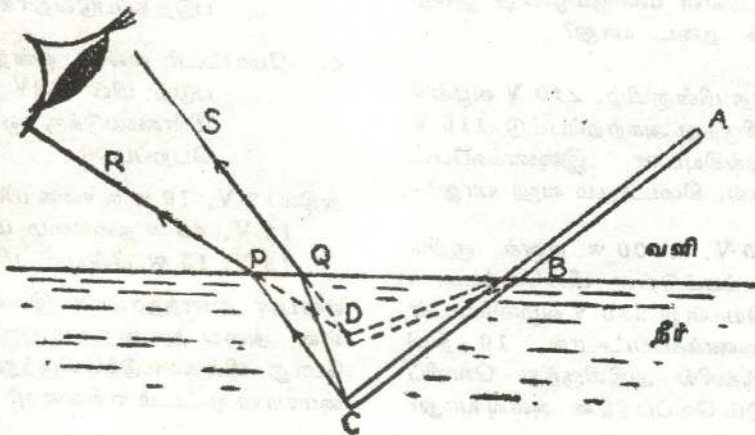
16.1 ஒளி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லல்

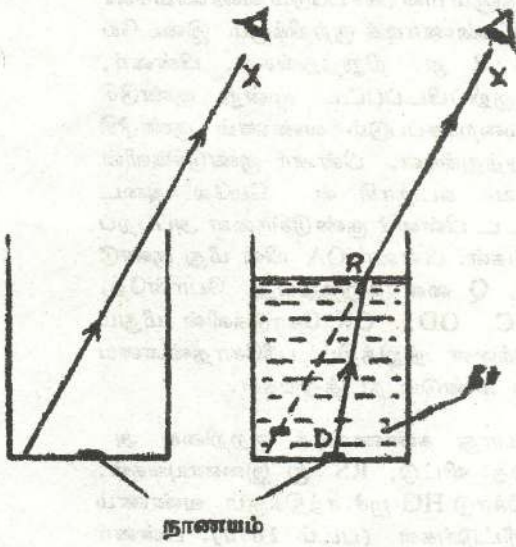
ஒர் அந்தம் நீரினுள் அமிழ்த்தப்பட்ட சிறு தடி, அல்லது ஒரு முகவையில் அடங்கியுள்ள நீரினுள் சிறிது அமிழ்த்தப்பட்ட பென்சில் நீரின் மேற்பரப்பில் வளைந்திருப்பதுபோல் தென்படும் விதத்தை முன்னர் நீங்கள் அவதானித்துள்ளீர்கள்.

படம் 16.1 இற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு, ஒர் அந்தம் நீரினுள் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ள BAC என்னும் தடியின் பகுதி BC எமக்குத் தென்படவே முடிகின்ற, அதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் எமது கண்ணினுட் புகவேண்டும். அந்த ஒளி எமது கண்ணை அடையுமுன்னர் முதலாவதாக நீரினுடாகவும் பின்னர் வளியினுடாகவும் செல்கின்றது. வளியானது நீரவிட அரும் ஊடகமாகும். ஒளி ஊடுகாட்டுகின்ற ஒர் ஊடகத்தினுடாகச் சென்று ஊடுகாட்டுகின்ற மற்றும் ஒர் ஊடகத்துட் புகும்போது அதன் திசை வேறுபடுகின்றது (படம் 16.1). இவ்வாறாகத் தடியின் அந்தம் C யிலிருந்து வெளிப்பட்டு திசைகள் CP, CQ வழியே செல்லும் இரண்டு கதிர்களும் முறையே P யிலும் Q யிலும் அவற்றின் ஆரம்பத் திசையிலிருந்து திரும்பி, திசைகள் PR; QS வழியே செல்கின்றன. எனவே, SR இற் கண்ணை வைத்து நோக்கும்போது கண்க

ளுக்கு அக்கதிர்கள் D யிலிருந்து வெளிப்படுவது போன்று தோற்றம். அதன் விளைவாக அந்தம் C ஆனது D யில் அமைந்திள்ளது போன்று எமது கண்களுக்குத் தென்படுகின்றது.

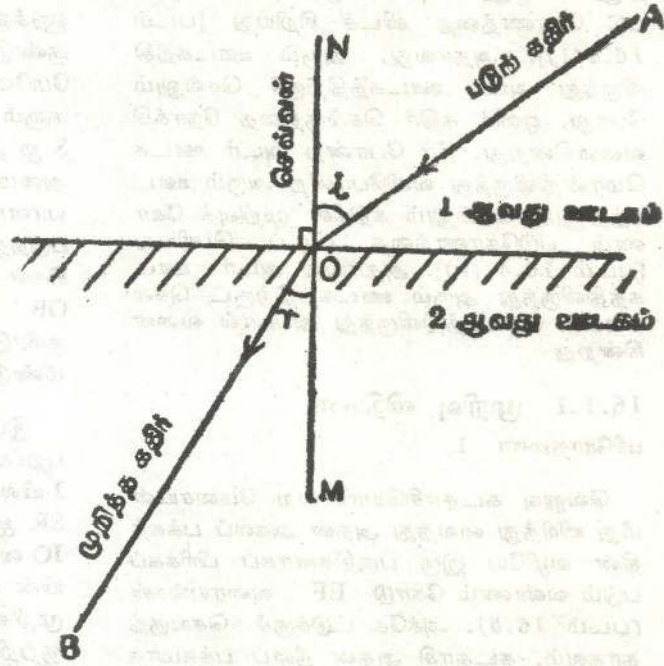
வெறும், வாளியொன்றின் அடியில் ஒரு நாணயத்தை இட்டு, வாளியின் விளிம்பு மட்டத்திற்கு மேலாக அதனைப் பாருங்கள். பின்னர், நாணயம் கண்களுக்கு தென்படாத நிலைவரை அதாவது X வரை கண்ணைக் கொண்டு செல்லுங்கள் (படம் 16.2). உங்கள் கண்ணை அந்த அமைவிலேயே வைத்தபடி, வாளியினுள் நீரை ஊற்றும்படி. உங்கள் நண்பனுக்குக் கூறுங்கள். இப்போது நாணயம் மீண்டும் உங்களுக்குத் தென்படுகின்றதல்லவா? இதற்கான காரணம் யாது? நீருக்கடாக திசை DR இற் சென்ற ஒளி, நீருக்கும் வளிக்கும் இடையிலான இடைமுகப்பிற்குடாகச் செல்கையில், தனது முதல் திசையிலிருந்து அப்பால் திரும்பிச் செல்வதே இதற்கான காரணமாகும். இவ்வாறாக, ஊடுகாட்டும் தன்மையுடைய ஒர் ஊடகத்தினுடாகச் செல்லும் ஒர் ஒளிக் கதிர் ஊடு காட்டும் தன்மையுடைய மற்றொரு ஊடகத்தினுட் புகும்போது முதல் திசையிலிருந்து திரும்பிச் செல்கின்றது. இது ஒளி முறிவு எனப்படுகின்றது.





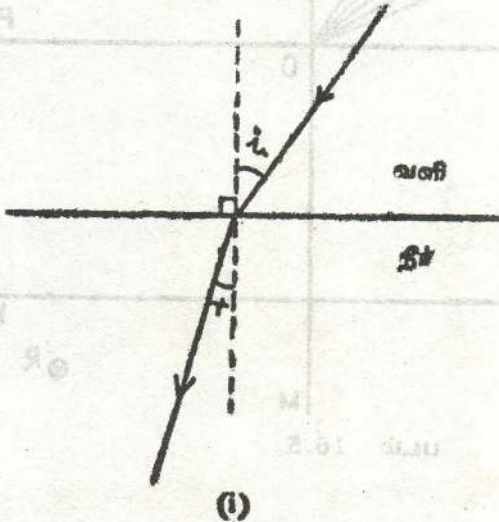
படம் 16.2

நாம் ஏற்கெனவே அவதானித்ததைப் போன்று, ஓர் ஒளிக் கதிர் ஓர் ஊடகத்தினூடாகச் சென்று இரண்டாவது ஊடகத்தினுட்புகும்போது, ஊடகங்களுக்கிடையேயான இடை முகப்பில் அது தனது முதற்பாதையிலிருந்து வளைந்து செல்கின்றது. முதலாவது ஊடகத்தினூடாகச் செல்லும் கதிர் படுகதிர் எனவும் இரண்டாவது ஊடகத்தினூடாகச் செல்லும் கதிர் முறிக்கதிர் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. படு புள்ளியிலே இடைமுகத்துக்குள்ள செங்குத்தானது செல்வன் எனப்படுகின்றது. படம் 16.3 இல் AO படு கதிராகும். OB முறிக்கதிராகும். படு புள்ளியின் செல்வன் NO ஆகும்.

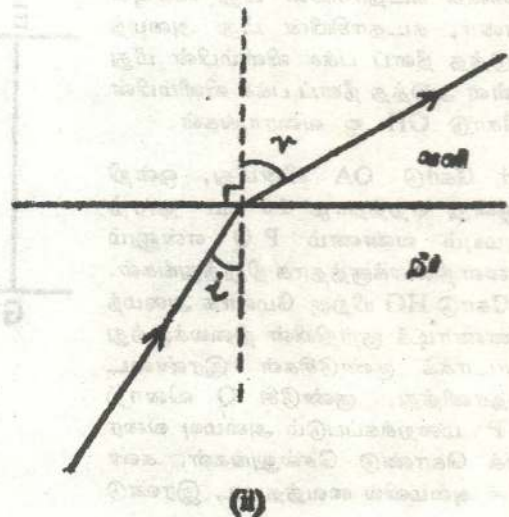


படம் 16.3

படுகதிருக்கும் படுபுள்ளியின் செங்குத்துக்கும் இடையிலான கோணம் (படம் 16.3 இல் கோணம் NOA) படுகோணம் ஆகும். முறிக்கதிருக்கும் படுபுள்ளியின் செங்குத்துக்கும் இடையிலான கோணம் (படம் 16.3 இல் கோணம் MOB) முறிவுக் கோணமாகும். வளி போன்ற அரும் ஊடகமொன்றிலிருந்து நீர் போன்ற அடர் ஊடகமொன்றில்



(i)



(ii)

படம் 16.4

நிறுட்செல்லும் கதிரின் முறிவுக் கோணம் படு கோணத்தை விடச் சிறியது [படம் 16.4(1)]. அதாவது, அரும் ஊடகத்திலிருந்து அடர் ஊடகத்திற்குச் செல்லும் போது, ஒளிக் கதிர் செங்குத்தை நோக்கி வளைகின்றது. நீர் போன்ற அடர் ஊடக மொன்றிலிருந்து வளிபோன்ற அரும் ஊடகத்தினுட் செல்லும் கதிரின் முறிவுக் கோணம் படுகோணத்தை விடப் பெரியது [படம் 16.4 (ii)]. அதாவது அடர் ஊடகத்திலிருந்து அரும் ஊடகத்திற்குட் செல்கையில் செங்குத்திலிருந்து அப்பால் வளைகின்றது.

### 16.1.1 முறிவு விதிகள்

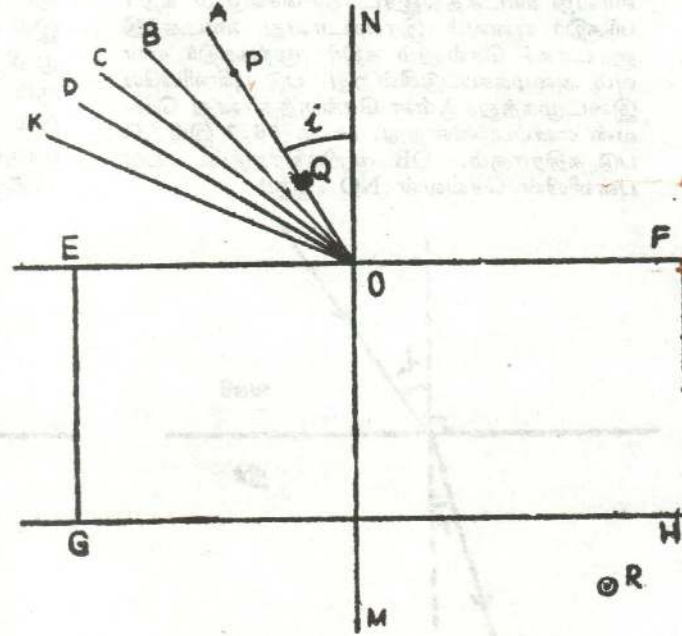
#### பரிசோதனை 1

வெறுங் கடதாசியொன்றை மேசையின் மீது விரித்து வைத்து அதன் அகலப் பக்கத்தின் வழியே இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படும் வண்ணம் கோடு EF வரையுங்கள் (படம் 16.5). அக்கோட்டுக்குச் செங்குத்தாகவும், கடதாசி அதன் நீளப் பக்கமாக இரண்டாகப் பிரிக்கப்படும் வண்ணமும் கோடு NOM ஐ வரையுங்கள். பின்னர் கோடு NOM இற்கு  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$  கோணங்கள், சர்ய்வாக அமையும் வண்ணம், கோடுகள் OA, OB, OC, OD OK ஐ வரையுங்கள். செவ்வக வடிவடைய கண்ணாடிக் குற்றி ஒன்றைப் பெற்று, அதன் ஒரு நீளப் பக்க விளிம்பு கோடு AB யி அருகில் அமையும் வண்ணமும் கண்ணாடிக் குற்றி அதற்குக் கீழாக அமையும் வண்ணமும் அதனைக் கடதாசியின் மீது வைக்கீர்கள். பின்னர், கடதாசியின் மீது அமைந்துள்ள அடுத்த நீளப் பக்க விளிம்பின் மீது அமைந்துள்ள அடுத்த நீளப் பக்க விளிம்பின் வழியே கோடு GH ஐ வரையுங்கள்.

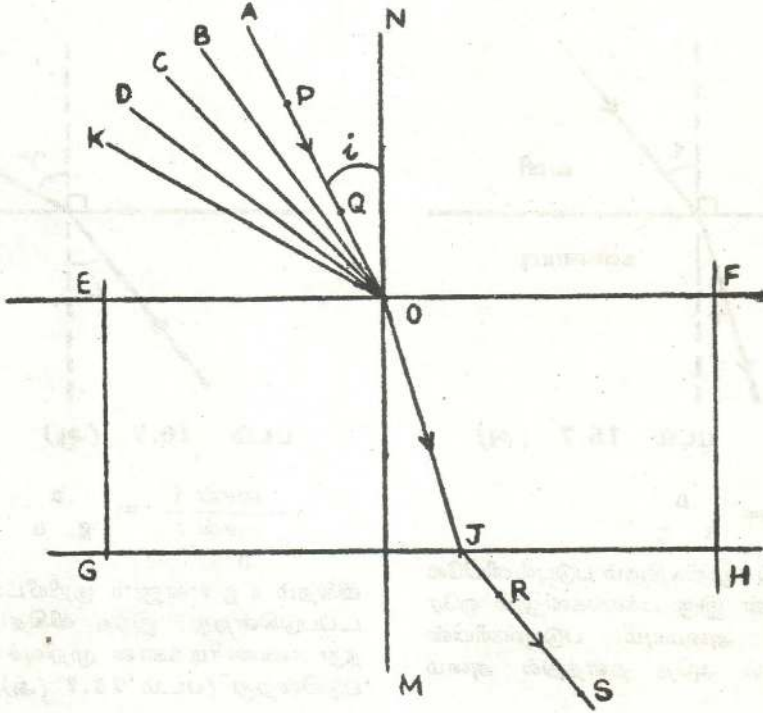
பின்னர் கோடு OA யின்மீது, ஒன்றிலிருந்து ஒன்று ஏறத்தாழ 10 cm தூரத்தில் அமையும் வண்ணம் PQ என்னும் குண்டுசிகளை நிலைக்குத்தாக நிறுத்துங்கள். பின்னர், கோடு HG யிற்கு மேலாக அமைந்துள்ள கண்ணாடிக் குற்றியின் நிலைக்குத்து முகப்பினூடாகக் குண்டுசிகள் இரண்டையும் அவதானித்து, குண்டுசி Q வினாற் குண்டுசி P மறைக்கப்படும் அமைவு வரை கண்களைக் கொண்டு செல்லுங்கள். கண்ணை அடிக் அமைவில் வைத்தபடி, இரண்டு

குண்டுசிகளும் மறைக்கப்படும் வண்ணம் கண்ணுக்கும் கண்ணாடிக் குற்றிக்கும் இடையே குண்டுசி R ஐ நிறுத்துங்கள். பின்னர், மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மூன்று குண்டுசிகளும் மறைக்கப்படும் வண்ணம் குண்டுசி S ஐ நிறுத்துங்கள். பின்னர் குண்டுசிகளின் அமைவைக் கடதாசின் மேலே அடையாளமிட்ட பின்னர் குண்டுசிகளை அப்புறப் படுத்துங்கள். பின்னர் OA யின் மீது குண்டுசிகள் P, Q வை நிறுத்தியது போன்றே, OB, OC, OD, OK கோடுகளின் மீதும் குண்டுசிகளை நிறுத்திப் பரிசோதனையை மீண்டும் மீண்டும் நடத்துங்கள்.

இப்போது கண்ணாடிக் குற்றியை அப்புறப்படுத்தி விட்டு, RS ஐ இணையுங்கள். J யில் கோடு HG ஐச் சந்திக்கும் வண்ணம் SR ஐ நீட்டுங்கள் (படம் 16.6). பின்னர் JO வை இணையுங்கள். கண்ணாடிக் குற்றியின் மீது பதியும் படுகதிர் AO விற்கான முறிக்கதிர் OJ ஆகும். அது கண்ணாடிக் குற்றியின் முகப்பு HG இலிருந்து வெளியேறி, வளியுட் செல்லும்போது செல்லும் பாதை JRS ஆகும். இப்பாதை வெளிப்படுகதிர் எனப் படுகின்றது.



படம் 16.5



படம் 16.6

படுகதிர் AO கடதாசியின் தளத்தில் அமைகின்றது. வெளிப்படு கதிர் JS உம் கடதாசியின் தளத்திலேயே அமைகின்றது. அதாவது அந்த இரண்டு கதிர்களும் ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன. அவ்வாறெனின் முறிகதிர் OJ யும் அதே தளத்தில் அமை தல் வேண்டும். எனவே, படுகோணமும்

பின்னர், BO, CO போன்ற மற்றைய படுகோணங்கள் தொடர்பாகவும் மேலே குறிப்பிட்டவாறே பதிவுகளைப் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் ஒவ்வொரு படு கதிர் தொடர்பாகவும்

$\frac{\text{படுகோணத்தின் சைன்}}{\text{முறிக்கோணத்தின் சைன்}}$  என்னும்

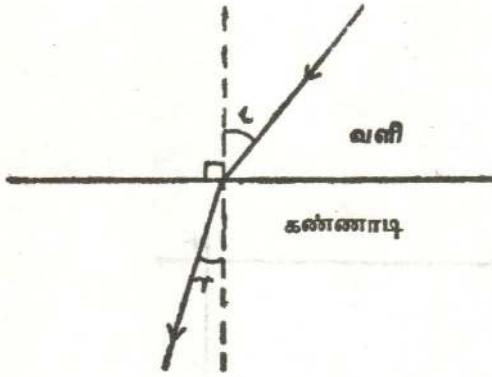
படுகோணம் $i$	முறிகோணம் $r$	$\frac{\text{படுகோணத்தின் சைன்}}{\text{முறிகோணத்தின் சைன்}}$

அட்டவணை 16.1

முறிகோணமும் ஒரே தளத்தில் அமைகின்ற என நாம் கூறலாம்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட படுகதிருக்கான படுகோணம் NOA ஆகும். அதன் முறிகோணம் MOJ ஆகும். அக்கோணங்களை அளந்து அட்டவணை 16.1 போன்ற ஓர் அட்டவணையிற் பதிவுசெய்யுங்கள்.

விகிதத்தைக் கணித்து வீட்டவணையில் பதிவு செய்துகொள்ளுங்கள். சகல கதிர் களுக்காகவும் இந்த விகிதம் (அண்ணளவாக) சமனானது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். பரிசோதனை 1 இல் நாங்கள் கண்டறிந்த வற்றுக்கு ஏற்ப முறிவு தொடர்பாகப் பின் வரும் விடயங்களை நாம் குறிப்பிடலாம்.



படம் 16.7 (அ)

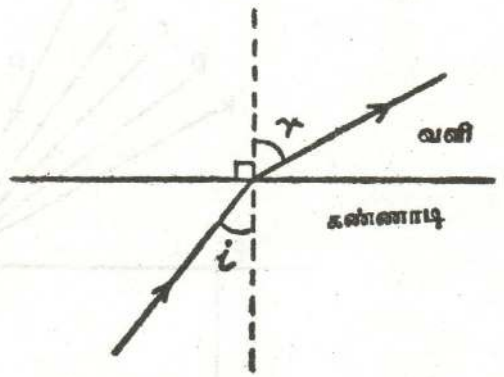
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n}{g}$$

- (1) படுகதிரும் முறிகதிரும் படுபுள்ளியிலே செவ்வனின் இரு பக்கங்களிலும் ஒரே தளத்தில் அமையும். படுபுள்ளியின் செவ்வனும் அதே தளத்தில் அமை கின்றது.
- (2) முறிகோணத்தின் சைனுக்கும் படுகோ ணத்தின் சைனுக்கும் இடையிலான விகிதம் ஒரு மாறிலியாகும். இக்கூற்றுக்கள் இரண்டும் முறிவு விதி கள் எனப்படுகின்றன.

மேலே இரண்டாவதாகக் குறிப்பிட்ட விதி சினெல் என்ற ஒல்லாந்து நாட்டுக் கணித மேதையினால் வெளியிடப்பட்டமையினால் அது சினெல் விதி எனப்படுகின்றது. அவ்விதினினாற் குறிப்பிடப்படும் வண்ணம்

படுகோணத்தின் சைன்  
முறிகோணத்தின் சைன்

என்னும் விகிதமானது பயன்படுத்தப்படும் ஊட கச் சோடிக்கு மாத்திரம் உரியதாகும். ஊட கச் சோடியை மாற்றியதும் விகிதத்தின் பெறுமானமும் வேறுபடுகின்றது. உதாரண மாக, வளி, கண்ணாடி என்பனவற்றிற் கான அவ்விகிதத்தின் பெறுமானம் வளி, நீர் ஆகியவற்றினது விகிதத்தின் பெறுமா னத்தை விட வேறுபட்டது. மேலே பரி சோதனை 1 இலே படுகோணம் வளியிற் காணப்பட்டது. அதாவது வளியிலிருந்து கண்ணாடியை நோக்கியே முறிவு ஏற்பட் டது. அவ்வாறாக முறிவு நடை பெறும் போது, முறிவுக் கோணத்தின் சைனுக்கும் படுகோணத்தின் சைனுக்கும் இடையிலான



படம் 16.7 (ஆ)

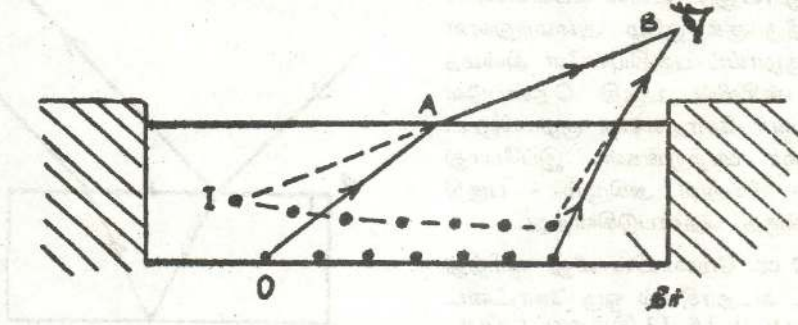
$$\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{n}{g}$$

விகிதம்  $g$  என்னும் குறியீட்டினாற் காட் டப்படுகின்றது. இந்த விகிதம் வளியிலிரு ந்து கண்ணாடிக்கான முறிவுச் சுட்டி எனப் படுகின்றது (படம் 16.7 (அ)).

முறிவு கண்ணாடியிலிருந்து வளியை நோக்கி நடைபெறுகின்றதாயின், படு கோணத்தின் சைனுக்கும் முறிகோணத் தின் சைனுக்கும் இடையிலான விகிதம்  $g$  என்னும் குறியீட்டினாற் காட்டப்படுகின் றது. இது கண்ணாடியிலிருந்து வளிக்கான முறிவுச் சுட்டி எனப்படுகின்றது [படம் 16.7 (ஆ)].

### 16.1.2 தோற்ற ஆழமும் உண்மை ஆழமும்

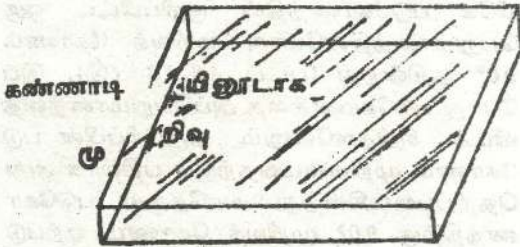
ஒளி முறிவு காரணமாக ஏற்படும் இரண்டு தோற்றப்பாடுகளை இந்த அலகின் ஆரம் பத்தில் நீங்கள் கண்டீர்கள். முறிவு காரண மாக ஏற்படும் மற்றுமொரு முக்கியமான தோற்றப்பாட்டையும் நீங்கள் கட்டாய மாகக் கண்டிருப்பீர்கள். குளத்தின் அல்லது நீச்சல் தடாகத்தின் தோற்ற ஆழமானது அதன் உண்மை ஆழத்தை விடக் குறை வாகத் தோற்றுவதே அத்தோற்றப்பாடா கும். இது எவ்வாறாக நடைபெறுகின்றது என்பதைப் படம் 16.8 ஐக் கவனமாக அவதானிப்பதன் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக் கொள்ள முடியும். குளத்தின் அடியில் அமை ந்துள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்பட்டு நீருக்கு ஊடாகச் செல்லும் OA போன்ற ஒரு கதிர் வளியினுட் புகும்போது அது படுபுள்ளியிலே செவ்வனிலிருந்து அப்பால் வளைந்து AB போன்ற ஒரு திசையிற் செல்



படம் 16.8

கின்றது. எனவே B யில் வைக்கப்பட்ட கண்ணுக்குப் புள்ளி O இனது விம்பம், நீட்டப்பட்ட கோடு BA யின்மீது O வுக்கு நிலைக்குத்தாக மேலே 1 இல் அமைவதாகவே தென்படுகின்றது. குளத்தின் அடியினது எல்லாப் புள்ளிகளும் இவ்வாறாக உயர்ந்து தென்படுவதனால், குளத்தின் தோற்ற ஆழம் (தென்படும் ஆழம்) உண்மை ஆழத்தைவிடக் குறைவானது.

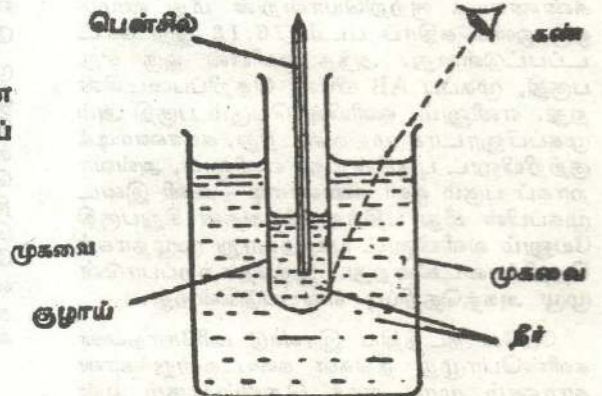
நீங்கள் வாசிக்கும் இந்தப் பக்கத்தின் மீது கண்ணாடிக் குற்றியொன்றை வைத்து ஒரு பக்கமாகக் கண்ணை வைத்து (நிலைக்குத்தாக அன்று) கண்ணாடிக் குற்றியின் மேற்பக்க முகப்பின் ஊடாகப் டூர்த்தால், புத்தகத்தின் எழுத்துகள் அவற்றின் உண்மையான மட்டத்திலிருந்து உயர்ந்து தென்படுவதை நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். இதுவும் குளத்தின் உயரம் குறைந்து தென்படுவதைப் போன்றதேயாகும்.



படம் 16.9 புத்தகத்தின் மேலே கண்ணாடிக் குற்றியை வைத்துப் பார்க்கும்போது எழுத்துகள் உயர்ந்து தெரிகின்றன

### 16.1.3 முழு அகத் தெறிப்பு

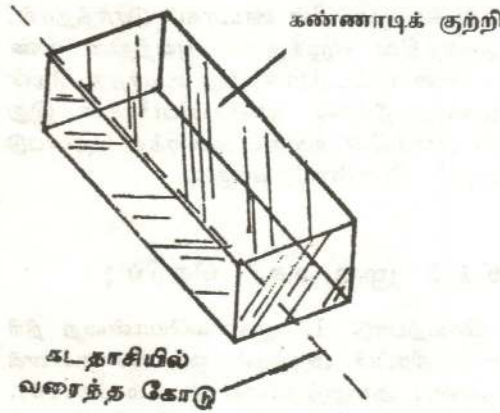
செயற்பாடு I. முகவையொன்றை நீரினால் நிரப்பி அதனுள் ஒரு சோதனைக் குழாயை அமிழ்த்துங்கள் (படம் 16.10). சோதனைக் குழாயினுட் பென்சிலொன்றைப் புகுத்திக் குழாயை நிலைக்குத்தாகப் பிடித்துக்கொள்ளுங்கள். படத்திற் காட்டப் பட்டுள்ளவாறு நீர் மேற்பரப்பின் ஊடாகப்



படம் 16.10

சோதனைக்குழாயினுள் உள்ள பென்சிலைப் பாருங்கள். நீருக்குக் குழே அமைந்துள்ள சோதனைக் குழாய்ப் பகுதியுள்ளே அமைந்திருக்கும் பென்சிலின் பகுதி தென்படுவதில்லை. பின்னர் சோதனைக் குழாயினுட் சிறிதளவு நீரை ஊற்றுங்கள். இப்போது பென்சிலின் - நீரின் அகிலும் - பகுதி மீண்டும் எமக்குத் தென்படுகின்றது.

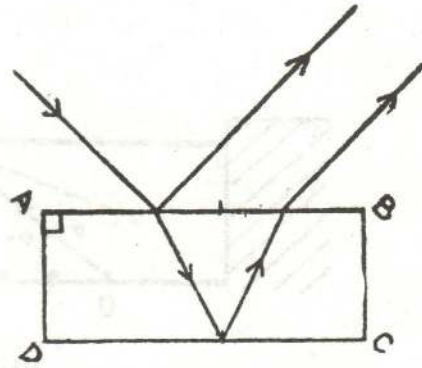
செயற்பாடு cc. மேசையின் மீது விரித்து வைக்கப்பட்ட கடதாசியில் ஒரு கோட்டை வரையுங்கள். படம் 16.11 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கண்ணாடிக் குற்றியொன்றை அதன் மீது வைத்து, அதன் நிலைக்குத்து முகப்பின் ஊடாக அக்கோட்டைப் பாருங்கள். கோடு உங்களுக்குத் தென்படுகின்றதா? கோடு தென்படாவிடின், அதற்கான காரணம் யாதாக இருக்கலாம்?



படம் 16.11

கண்ணாடிக் குற்றியொன்றின் மீது விழும் ஒரு ஒளிக் கதிர் படம் 16.12 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அந்த ஒளியின் ஒரு சிறு பகுதி, முகப்பு AB யிலே தெறிப்படைகின்றது. எனினும், ஒளியின் பெரும் பகுதி அம் முகப்பினூடாக முறிவடைந்து, கண்ணாடிக் குற்றியினுட் புகுகின்றது. எனினும், அவ்வாறாகப் புகும் ஒளி கண்ணாடி - வளி இடை முகப்பின் மீது பதிந்ததும் அதன் சிறுபகுதியேனும் வளியினுட் புகாதவாறு முழுதாகத் தெறிப்படைகின்றது. இத்தோற்றப்பாடு முழு அகத்தெறிப்பு எனப்படுகின்றது.

மேலே நடத்திய இரண்டு பரிசோதனைகளின்பொழுது நீங்கள் கண்டவற்றுக்கான காரணம் முழு அகத் தெறிப்பாகும் என்பதைத் தொடர்ந்து படிக்கும் பொழுது நீங்கள் விளங்கிக் கொள்வீர்கள்.



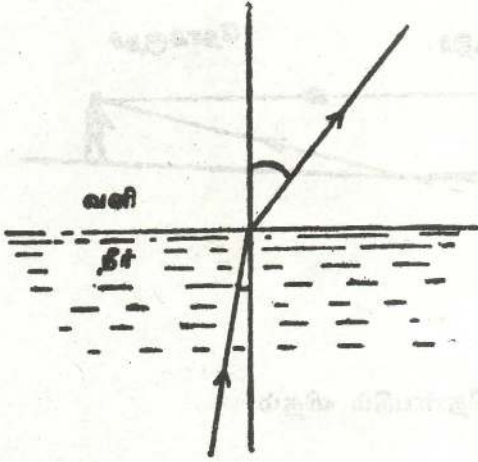
படம் 16.12

### அவதிக் கோணம்

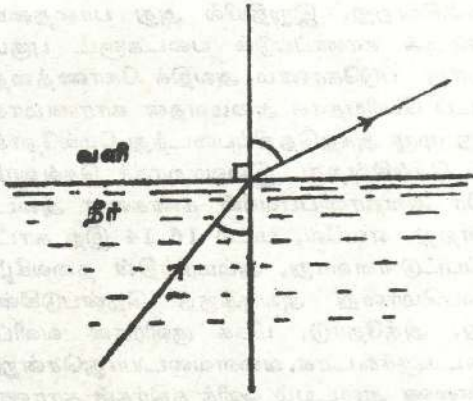
படம் 16.13 ஐப் பாருங்கள். படம் 16.13 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ளாறு நீரின் சிறிய படுகோணத்துடன் செல்லும் ஓர் ஒளிக்கதிர். நீர் - வளி இடைமுகப்பின் மீது பதிந்ததும் அக்கதிர் நீரிலிருந்து வளியை நோக்கி முறிவடைகின்றது. அதன் முறிவுக் கோணம் படுகோணத்தை விடப் பெரியது. இப்போது படுகோணத்தை அதிகரிக்கும் போது, முறிவுக் கோணம் அதிகரித்துச் செல்கின்றது [(படம் 16.13 (ஆ)]. இறுதியிலே படுகோணத்தின் குறிப்பிட்ட ஒரு பெறுமானத்தின்போது முறிவுக் கோணம்  $90^\circ$  ஆகின்றது [படம் 16.13 (இ)]. இப்போது படுகோணத்தை அப்பெறுமானத்தை விடச் சிறிதளவேனும் அதிகரிப்பின் படுகோணம் முறிவடைவதற்குப் பதிலாக அது தெறிப்படைகின்றது. யாதேனும் படுகோணத்திற்கு  $90^\circ$  முறிவுக் கோணம் ஏற்படுகின்றதோ அக்கோணம் அவதிக் கோணம் எனப்படுகின்றது. படுகோணம் அவதிக் கோணத்தை விடப் பெரியதாயிருப்பின், முழு அகத்தெறிப்பு நடைபெறுகின்றது. ஒளிக் கதிரானது நீர் போன்ற அடர் ஊடக மொன்றிலிருந்து வளி போன்ற அரும் ஊடகமொன்றுட் செல்லும்போதே முழு அகத் தெறிப்பு ஏற்படுகின்றது என்பதைக் கவனத்திற் கொள்ளுங்கள். நீரிலிருந்து வளியினுட் செல்லும் ஒளிக்கதிருக்கான அவதிக் கோணம் அண்ணளவாக  $49^\circ$  ஆகும். கண்ணாடியிலிருந்து வளியினுட் செல்லும் ஒளிக்கதிருக்கான அவதிக் கோணம் அண்ணளவாக  $42^\circ$  ஆகும்.

இப்பகுதியின் ஆரம்பத்தில் நடத்திய பரிசோதனைகளின்போது அவதானித்தவற்றை இப்போது நாம் விளக்க முடியுமல்லவா?

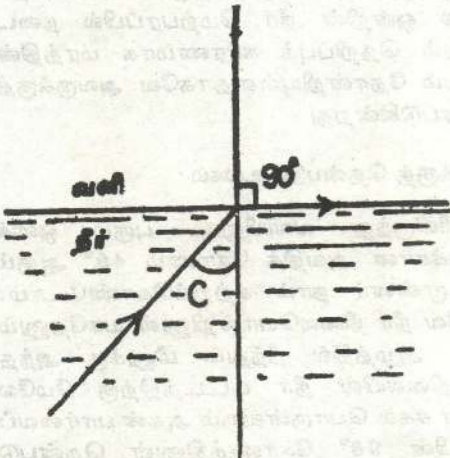




(அ)



(ஆ)



(இ)

படம் 16.13

படம் 16.10 ஐப் பாருங்கள். அப்பரிசோதனைக் குழாயினுள் உள்ள பென்சில் ஓர் ஒளிரும் பொருளன்று. எனவே, முகவைக்கு வெளியேயிருந்து செல்லும் ஒளி அதன்மீது பதிந்தால் மாத்திரமே நாம் அதனைப் பார்க்க முடியும். எனினும், அவ்வாறாக வரும் ஒளி பென்சிலின் மீது பதிய முன்னர் முதலில் நீருக்கூடாகவும், பின்னர், பரிசோதனைக் குழாய் செய்யப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக் கூடாகவும் சென்று கண்ணாடிக்கான அவதிக் கோணத்தை விடக் கூடிய அவதிக் கோணத்துடன், கண்ணாடி-வளி இடைமுகப்பின்மீது படுகின்றது. எனவே, கதிர் அம்முகப்பின் ஊடாகச் சென்று, முழு அகத் தெறிப்புக்குள்ளாகின்றது. இது காரணமாகச் சோதனைக் குழாயின் சுவர் ஆடிபோன்று மினுப்புடையதாகக் காணப்படுகின்றது. இதனால் பென்சில் தென்படுவதில்லை.

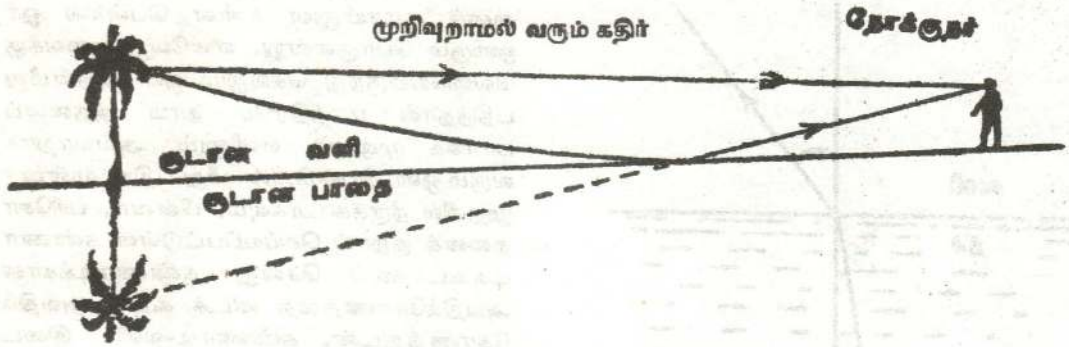
சோதனைக் குழாயினுள் நீரை ஊற்றியதும், கண்ணாடி-வளி இடைமுகப்பு அற்றுப் போவதனால் ஒளி முழு அகத் தெறிப்புக்குள்ளாவதில்லை. எனவே, நீரில் மூழ்கியுள்ள பென்சிலின் பகுதி தென்பட ஆரம்பிக்கின்றது.

படம் 16.11 இற் காட்டப்பட்டுள்ள தோற்றப்பாட்டிற்கான காரணமும் பெரும்பாலும் மேலே விவரித்த காரணத்தையே ஒத்தது. அதனை நீங்களாக விளங்கிக்கொள்ள முடிகின்றதா என முயன்று பாருங்கள்.

### 16.14 முழு அகத் தெறிப்புக் காரணமாக ஏற்படும் தோற்றப்பாடுகள்

கானல்நீர்

கடுமையாக வெய்யில் எறிக்கும் நாளில், தார் இடப்பட்ட பாதையிற் செல்லும் போது, எதிரிலே தென்படும் பாதையின் ஒரு பகுதி கண்ணாடி போன்று மினுப்புடையதாகக் காணப்படுவதை நீங்கள் சில சந்தர்ப்பங்களில் அவதானித்திருப்பீர்கள். இத்தோற்றப்பாடு கானல்நீர் எனப்படுகின்றது.



படம் 16.14 காணல் நீர் தென்படும் விதம்

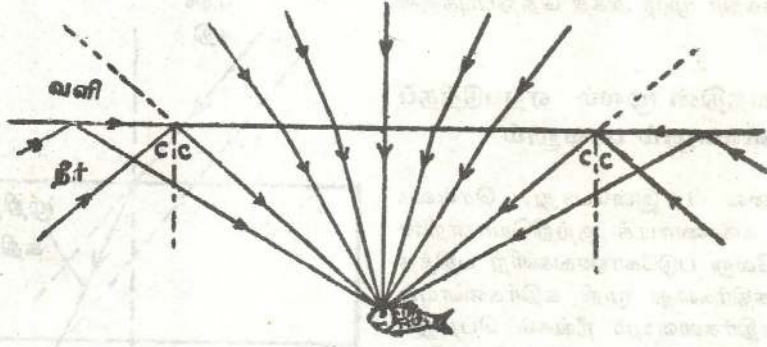
பாலைவனங்களில் வழி தவறிச் செல்வோர் காணல் நீரைக் கண்டு நீர் அருந்தலாமெனச் சென்று, பின் ஏமாந்து அவதியுற்றமை தொடர்பான பல கதைகள் எமது இலக்கிய நூல்களில் காணப்படுகின்றன.

காணல் நீர் என்பது முழு அகத் தெறிப்புக் காரணமாக ஏற்படும் ஒரு தோற்றப் பாடாகும். கடுமையாக வெய்யில் எறிக்கும் போது தார்ப் பாதை நன்கு சூடாகின்றனது இது காரணமாக, பாதைக்கு அணித்தாக அதன் மேற் காணப்படும் வளிப் படையும் சூடாகின்றது. இதனால் அவ்வளியின் அடர்த்தி குறைவடைகின்றது. பாதையிலிருந்து மேலே செல்லச் செல்ல வளியின் வெப்ப நிலை குறைவடைகின்றமையால், வளியின் அடர்த்தி படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது. எனவே, பாதைக்கு அண்மையில் உள்ள வளி மேலே செல்லும்போது, படிப்படியாக அதிகரித்துச் செல்லும் அடர்த்தியைக் கொண்ட வளிப்படைகள் காணப்படுகின்றன. எனக் கருதமுடிகின்றது. அவற்றுள் யாதேனுமொ, வளிப் படை அதற்கு மேலே உள்ள வளிப் படையை விட அரிதானது. எனவே சிறிய மரங்கள் போன்ற ஒரு பொருளிலிருந்து வெளிப்பட்டுக்கீழ்நோக்கிச் செல்லும் ஒரு கதிர் (படம் 16.14) அவ்வப் படைகளின் செவ்வனிலிருந்து அப்பால் வளைகின்றவாறு முறிவடைவதன் காரணமாக, பொருளிலிருந்து அப்பால் வளைவாகச்

செல்கின்றது. இறுதியில் அது பாதையை அண்டிக் காணப்படும் படைகளுட் புகும் போது, படுகோணம் அவதிக் கோணத்தை விடப் பெரியதாக அமைவதன் காரணமாக அது முழு அகத்தெறிப்படைந்து மேல்நோக்கிச் செல்கின்றது. இவ்வாறாகச் செல்லும் கதிர் அவதானிப்பவரின் கண்களை அடைகின்றது. எனவே, படம் 16.14 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, அம்மரத்தின் தலைகீழ் விம்பமொன்று அவருக்குத் தென்படுகின்றது. அத்தோடு, மிகக் குளிரான வளிப் படைகளுக்கூடாக, வளைவடையாதுசென்று கண்ணை அடையும் ஒளிக் கதிர்கள் காரணமாகத் தோன்றும் நிமிர்ந்த மரமொன்றும் அவருக்குத் தென்படுகின்றது. எனவே, நீர் நிலை ஒன்றின் நீர் மேற்பரப்பில் நடைபெறும் தெறிப்புக் காரணமாக மரத்தின் விம்பம் தோன்றியுள்ளதாகவே அவருக்குத் தென்படுகின்றது.

மீனுக்குத் தென்படும் உலகம்

நீரிலிருந்து வளியினுட் புகும் ஒளிக் கதிருக்கான அவதிக் கோணம்  $49^\circ$  ஆகும் என முன்னர் நாம் கற்றுக்கொண்டோம். எனவே நீர் நிலையொன்றினுள் யாதேனும் ஓர் ஆழத்தில் நீந்தும் மீனுக்கு அந்த நீர் நிலையின் நீர் மட்டத்திற்கு மேலே உள்ள சகல பொருள்களும் அதன் பார்வைப் பரப்பின்  $98^\circ$  கோணத்தினுள் தென்படுகின்றது. (படம் 16.15)



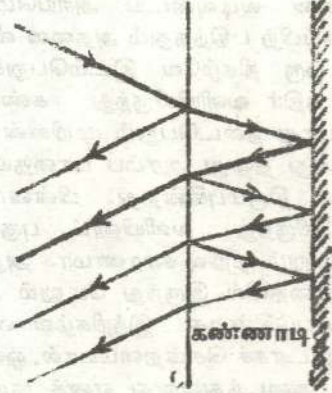
படம் 16.15 மீனுக்கு அதன் அயற் சூழல் தென்படும் விதம்

அதன் பார்வைப் பரப்பின் ஏனைய பகுதி, நீர் மேற்பரப்பில் ஒளி தெறிப்படைவது காரணமாக தென்படுகின்ற குளத்தின் பக்கச் சுவர்கள், குளத்தின் அடி என்பவற்றால் நிரம்பி உள்ளது.

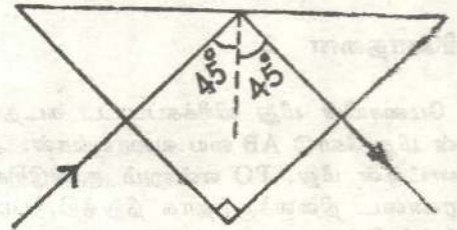
பதை முன்னர் நாம் கற்றோம். அரியத்தின் செங்கோணத்தை அமைக்கும் பக்கங்கள் இரண்டுள் ஒன்றின்மீது செங்குத்தாகப் பதியும் ஒளிக் கதிர்  $45^\circ$  படுகோணத்துடனேயே மூன்றாவது பக்கத்திற் படுகின்றது.

தெறிப்புக்காக ஆடிகளுக்கும் பதிலாக அரியங்களைப் பயன்படுத்துதல்

வெள்ளி பூசப்பட்ட ஆடியொன்றின் மீது பதியும் ஒளிக் கதிர், ஒரு தடவையல் லாது (படம் 16.16 இற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு) பல்தடவைகள் தெறிப்படைகின்றது. எனவே சரியாக ஒன்றின்மீது ஒன்று விழாத பல விம்பங்கள் தோன்றுகின்றன. எனவே, வெள்ளி பூசப்பட்ட ஆடியிலே தெறிப்படைவதாற் கிடைக்கும் விம்பம் திருத்தமான தொன்றன்று. எனவே, மிகத் தெளிவான விம்பங்கள் பெறப்படவேண்டிய கமரா இரு விழியன் போன்றவற்றில் ஒளிக் கதிர்களைத் தெறிப்படையச் செய்வதற்காக ஆடிகள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அவற்றுக்குப் பதிலாக  $15^\circ-90^\circ-45^\circ$  அளவுடைய அரியங்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவ்வாறான ஓர் அரியத்தினூடாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர் முழு அகத்தெறிப்படையும் விதத்தைப் படம் 16.17 இன் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக்கொள்ளலாம். கண்ணாடியிலிருந்து வளியை நோக்கிச் செல்லும் ஒளிக் கதிருக்கான அவதிக் கோணம்  $42^\circ$  ஆகும் என்



படம் 16.16 தளவாடியில் ஏற்படும் பல்தெறிப்பு



படம் 16.17  $45^\circ-90^\circ-45^\circ$  அரியத்தில் முழு அகத் தெறிப்பு

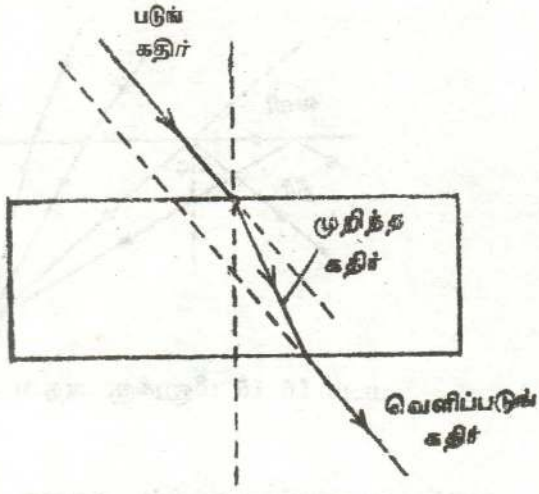
எனவே, அக்கதிர் முழு அகத் தெறிப்புக்குள் ளாகின்றது.

### 16.2 அரியத்தின் மூலம் ஏற்படுத்தப் படும் விலகலும் பரவலும்

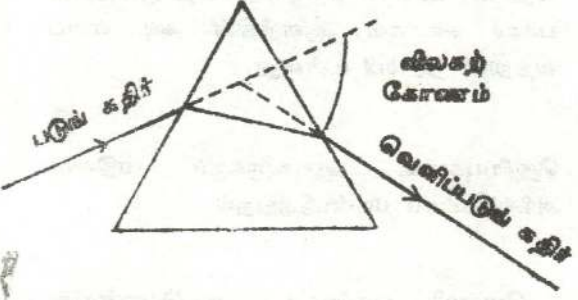
பரிசோதனை 1 இன்போது, செவ்வக வடிவுடைய கண்ணாடிக் குற்றியொன்றின் மீது, வெவ்வேறு படுகோணங்களிற் பதிந்த சில ஒளிக் கதிர்களது முறி கதிர்களையும் வெளிப்படு கதிர்களையும் நீங்கள் பெற்றுக் கொண்டீர்கள். நீங்கள் பெற்றுக்கொண்ட பதிவுகளைக் கவனமாக அவதானிப்பின், யாதேனுமொரு படுகதிரின் மூலம் கிடைக்கும் வெளிப்படு கதிர் படுகதிருக்குச் சமாந்தரமானது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். எனவே, செவ்வக வடிவுடைய கண்ணாடிஈ குற்றியின் ஊடாகச் செல்வதன் காரணமாக கதிரின் திசை வேறுபடுவதில்லை. ஆனால், அது அதன் ஆரம்பப் பாதையிலிருந்து அப்பால் இடப் பெயர்ச்சி அடைந்துள்ளது (படம் 16.18). எனினும், ஓர் ஒளிக் கதிர் முக்கோண வடிவுடைய அரியமொன்றின் ஒரு முகப்பிற் பதிந்ததும் அதனை விடவேறு பட்ட ஒரு நிகழ்வே இடம்பெறுகின்றது. ஒளிக் கதிர் வளியிலிருந்து கண்ணாடியி புகும்போது நடைபெறும் முறிவின் காரணமாக, அது தனது ஆரம்ப பாதையிலிருந்து அப்பால் திரும்புகின்றது. பின்னர், கண்ணாடியிலிருந்து வளியினுட் புகும்போது நடைபெறும் முறிவு காரணமாக அது தனது முதற்பாதையில் இருந்து மேலும் அப்பால் திரும்பப்படுகின்றது. இந்நிகழ்வானது, அரியத்தினூடாகச் சென்றமையால், ஒளிக் கதிர் விலகல் அடைந்துள்ளது எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. படு கதிரின் திசைக்கும் வெளிப்படு கதிரின் திசைக்கும் இடையிலான கோணம் விலகற் கோணம் எனப்படுகின்றது.

### பரிசோதனை 2

மேசையின் மீது விரிக்கப்பட்ட கடதாசியின் மீது கோடு AB யை வரையுங்கள். அக்கோட்டின் மீது, PQ என்னும் குண்டுசிகளின் இரண்டை நிலைக்குத்தாக நீறுத்தி, படம் 16.20 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அரியத்தின் ஒரு விளிம்புக்கோடு AB யின் அந்தத்தின் மீது அமையும் வண்ணம் முக்கோண



படம் 16.18

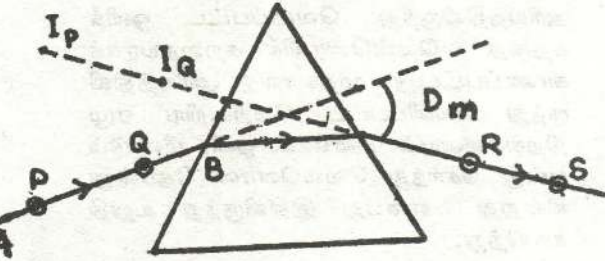


படம் 16.19

அரியமொன்றை வையுங்கள். பின்னர் எதிர் முகப்பின் ஊடாகப் பாருங்கள். இப்போது PQ ஆகிய குண்டுசிகளின் IP, IQ என்னும் விம்பங்கள் இரண்டும் அரியத்தினூடாகத் தென்படும். இப்போது அரியத்தை அதன் அச்சினைச் சுற்றி வலஞ்சுழியாகச் சுழற்றுங்கள். இப்போது, விம்பங்கள் இரண்டும் (பொருள்) குண்டுசிகளிலிருந்து அப்பால் அசைவதை அல்லது குண்டுசிகளை நோக்கி அசைவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். கதிர் AB அரியத்தின் முகப்பின் மீது பதியும் கோணம் வேறுபடும் போது, வெளிப்படு கதிரின் விலகற் கோணமும் வேறுபடுகின்றது என்பது தெரிகின்றது. விம்பங்கள் இரண்டும், (பொருள்) குண்டுசிகள் இரண்டுக்கும் மிக அணித்தான அமைவு வரை வரும்வரையில், ஏற்றபடி அரியத்தை வலஞ்சுழியாக அல்லது இடஞ்சுழியாகச் சுழற்றுங்கள். விம்பங்கள்

அந்த அமைவுகளை அடைந்ததும் வெளிப்படு கதிரின் விலகற் கோணம் இழிவாகின்றது. இப்போது அரியம் இழிவு விலகல் அமைவிற் காணப்படுகின்றது எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. அவ்வமைப்பைப் பெற்ற பின்னர், விம்பம்  $I_q$  விம்பம்  $I_p$  யை மறைக்கும் அமைவுவரை கண்களைக் கொண்டு செல்லுங்கள். அந்த இரண்டு விம்பங்களும் மறைக்கப்படும் வண்ணம் குண்டுசி  $R$  ஐ நிறுத்துங்கள். பின்னர், அந்தக் குண்டுசியினால்  $I_q$ ,  $I_p$  ஆகிய விம்பங்கள் இரண்டும் மறைக்கப்படும் வண்ணம் குண்டுசி ரி ஐ நிறுத்துங்கள். இப்போது அரியத்தின் முகப்புகளின் அமைவைக் கடதாசியின் மீது பதிவு செய்த பின்னர் அரியத்தை அப்புறப்படுத்துங்கள்.

பின்னர் SR ஐ இணையுங்கள். நீட்டப்பட்ட கோடு SR ஐச் சந்திக்கும் வரை



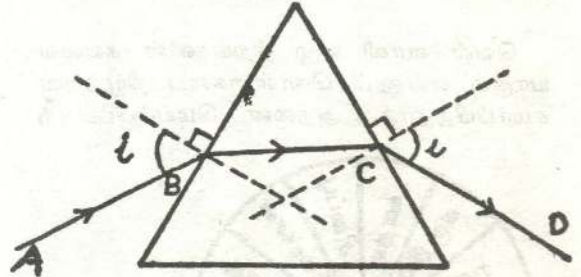
படம் 16.20

அதனை நீட்டுங்கள். இக்கோடுகள் இரண்டுக்குமிடையிலான கோணம் இழிவு விலகற் கோணம் ஆகும். இப்போது படம் 16.21 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு படு புள்ளியி

லும் வெளிப்படு புள்ளியிலும் செங்குத்துக்களை அமைத்துப் படு கோணத்தையும் வெளிப்படு கோணத்தையும் அளந்து கொள்ளுங்கள். அவைசமனானவை என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். அவ்வாறே, முறிகதிர் அரியத்தின் மூன்றாவது விளிம்புக்குச் சமாந்தரமானது என்பதையும் காண்பீர்கள். அரியத்தின் இழிவு விலகல் அமைவின் ஒளிக் கதிர் அரியத்தினூடாகச் சமச்சீராய்ச் செல்கின்றது என்பதையும், படு கோணமும் வெளிப்படு கோணமும் சமனானவை என்பதையும் இதன் மூலம் நாம் முடிவு செய்யலாம்.

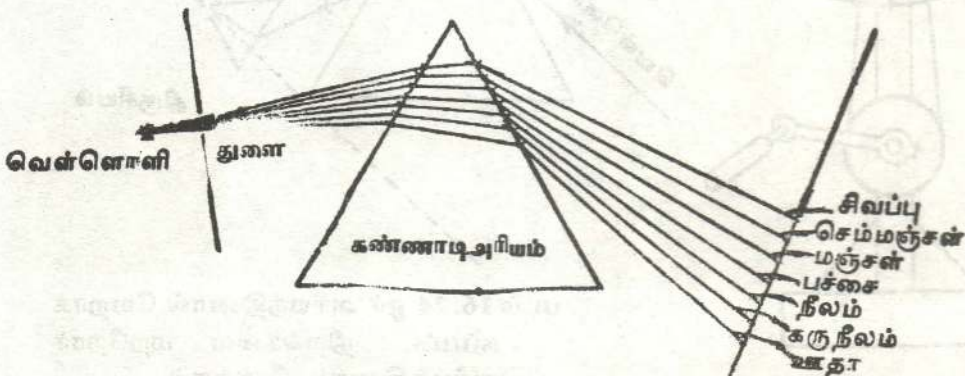
### 16.2.1 திருசியம்

மேலே நாம் செய்த பரிசோதனையில் ஒளிக் கதிரைச் செலுத்திய விதத்திலேயே மெல்லிய சூரிய ஒளி கற்றையொன்றை அரியமொன்றின் ஊடாகச் செலுத்தியதும், அவ்வொளிக் கற்றை விலகலடைவதுடன் மற்றும் ஒரு நிகழ்வுக்கும் உள்ளாகின்றது.



படம் 16.21

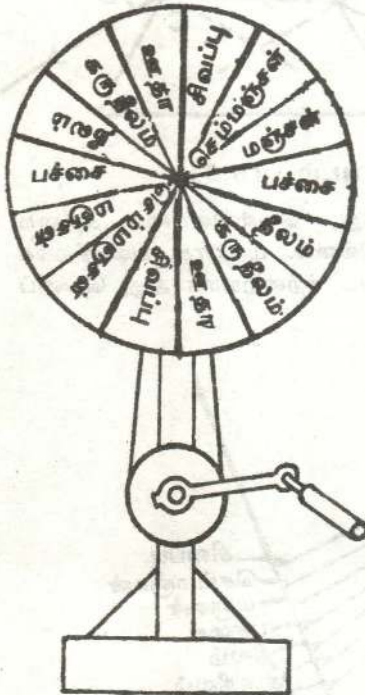
அரியத்திலிருந்து, வெள்ளொளிக் கற்றை வெளிப்படுவதில்லை. மாறாக, பல நிறங்களைக் கொண்ட கற்றையாக அது வெளிப்படுகின்றது.



16.22 திருசியம் தோன்றுதல்

இந்நிகழ்வு பற்றி முதன் முதலாக அறிந்து கொண்டவர் சேர் ஐசாக் நியூற்றன் ஆவர். அவர் நடத்திய முதலாவது பரிசோதனையின்போது, இருண்ட அறையொன்றினது யன்னலின் துவாரமொன்றினூடாக அந்த அறையினுட் சூரிய ஒளியைப் புகச்செய்து, அதனை அரியமொன்றினது ஒரு முகப்பில் விழச் செய்தார். அரியத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட ஒளிக் கற்றையை யன்னலுக்குப் பின்னால் அமைந்திருந்த சுவரில் விழச் செய்து, இழிவு விலகல் அமைவுக்கு வரும்வரை அரியம் செப்பஞ் செய்யப்பட்டது. அப்போது பல நிறங்களுடன் கூடிய ஒளிப் பொட்டொன்று சுவரின் மீது தோன்றியது. அந்த ஒளிப் பொட்டைத் திருசியம் என அழைத்த நியூற்றன், அந்த ஒளிப் பொட்டிற் சிவப்பு, செம்மஞ்சள், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா ஆகிய ஏழு நிறங்கள் அடங்கியுள்ளன எனவும் அவர் குறிப்பிட்டார்.

வெள்ளொளி ஏழு நிறங்களின் கலவையாகும் என்னும் கொள்கையை நியூற்றன் சமர்ப்பித்தார். அதனை மெய்ப்பிப்பகற்

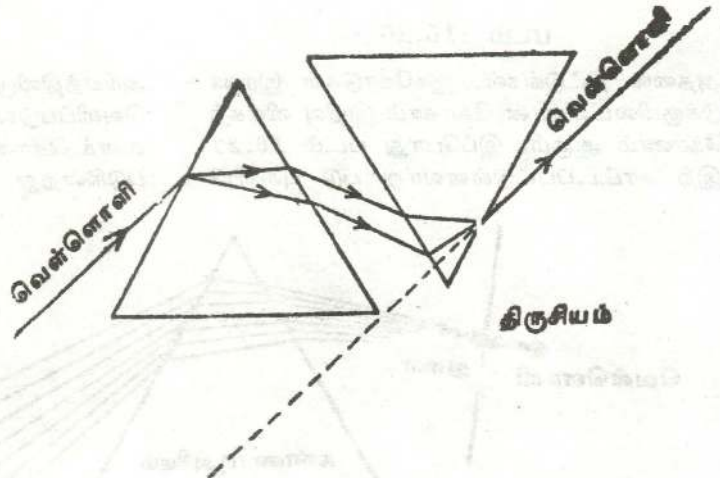


படம் 16.23 நியூற்றன் தட்டு

காக அவர் இரண்டு பரிசோதனைகளையும் சமர்ப்பித்தார்.

(1) வட்டமான அட்டைத்தாளொன்றைப் பல ஆரை சிறைகளாக வகுத்து, அவற்றில் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட ஏழு நிறங்களும் மாறி மாறிப் பூசப்பட்டன (படம் 16.23). பின்னர் அவ்வட்டைத் தாளை ஓர் அச்சில் இணைத்துச் சுழற்றியதும் வெண்ணிறத்துக்கு அணித்தான ஒரு நிறம் தென்பட்டது. இப்பரிசோதனை நியூற்றன் தட்டுப் பரிசோதனை எனப்படுகின்றது.

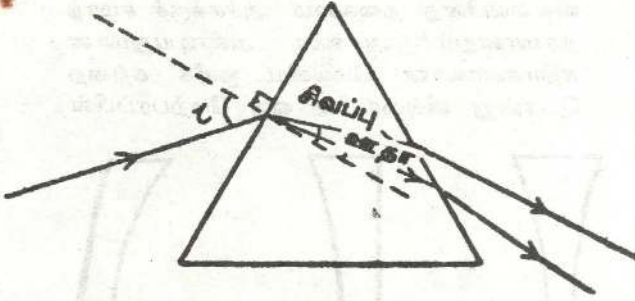
(11) மற்றைய பரிசோதனையின்போது, அவர் வெள்ளொளிக் கற்றை ஒன்றை அரியமொன்றுக்கூடாகச் செலுத்தி, ஒரு திருசியத்தை அமைத்தார். பின்னர் படம் 16.24 இற்காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, அந்த அரியத்திலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கற்றை பதியும் வண்ணம் இரண்டாவது அரியத்தை வைத்தார். இரண்டாவது அரியத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட ஒளிக் கற்றை வெள்ளொளிக் கற்றையாகக் காணப்பட்டது. முதலாவது அரியத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட மேற்கூறிய ஏழு நிறங்களையும் கொண்ட ஒளி, மீண்டும் ஒன்று சேர்ந்து வெள்ளொளி தோன்றுகின்றது என்பது இதிலிருந்து உறுதியாயிற்று.



படம் 16.24 ஓர் அரியத்தினால் வேறாக் கப்பட்ட நிறங்களை மற்றோர் அரியத்தினாற் சேர்த்தல்

### 16.2.2 நிறப்பிரிக்கை

வெள்ளொளிக் கற்றையொன்றை அரிய மொன்றின் ஊடாகச் செலுத்தி, அதன் கூற்று நிறங்களை வேறாக்குதலானது நிறப்பிரிக்கை எனப்படுகின்றது. வேவ்வேறு நிற ஒளிகளுக்காகக் கண்ணாடியின் முறிவுச் சுட்டி வேறுபடுகின்றமையே நிறப்பிரிக்கைக்கான காரணமாகும். படம் 16.22 இற்



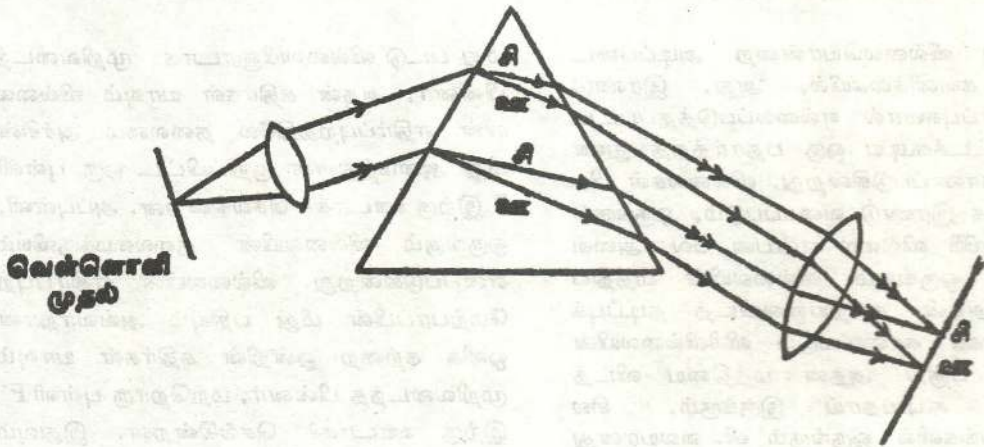
படம் 16.25 குறிப்பிட்ட ஒரு படுகோண திற்கான ஊதா ஒளியின் முறிகோணம் செவ்வொளியின் முறிவுக் கோணத்தை விடச் சிறியது

காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, வெள்ளொளி அரியத்தினூடாக முறிவடையும்போது, ஊதா ஒளி செவ்வொளியை விடக் கூடுதலாக விலகுகின்றது. எனவே, குறிப்பிட்ட ஒரு படுகோ.

ணத்திற்காக, ஊதா ஒளியின் முறிவுக் கோணம் செவ்வொளியின் முறிவுக் கோணத்தை விடச் சிறியது (படம் 16.25). அதற்கேற்ப, செவ்வொளியினது வளியிலிருந்து கண்ணாடிக்கான முறிவுச் சுட்டியிலும் பார்க்க ஊதா ஒளியினது வளியிலிருந்து கண்ணாடிக்கான முறிவுச் சுட்டி சிறியது என்பது உங்களுக்கு விளங்கியிருக்கும்.

### தூய திருசியத்தைப் பெறல்

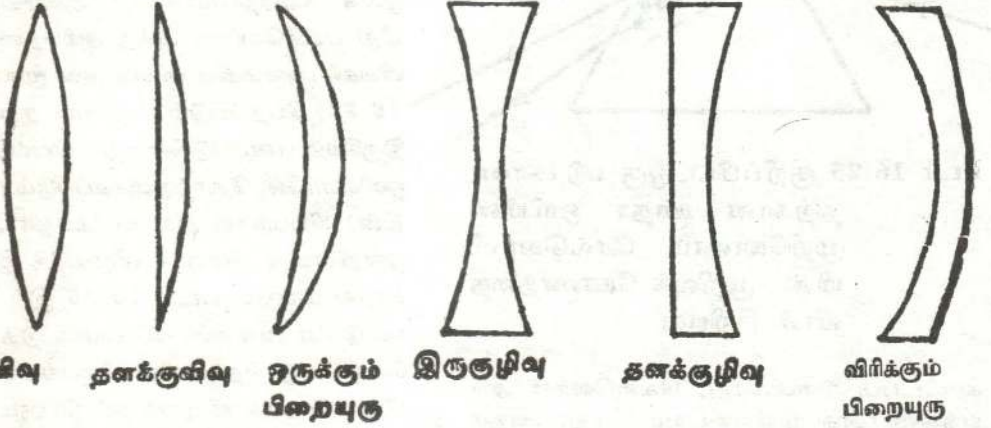
நியூற்றன் செய்ததைப் போன்று, சிறிய துவாரமொன்றினூடாகப் பெற்ற கூரிய ஒளிக் கற்றையொன்றை அரியமொன்றின் மீது படச்செய்து, அந்த அரியத்தை இழிவு விலகல் அமைவில் வைப்பதன் மூலம் (படம் 16.22) பெறப்படும் திருசியம் தூய்மையற்ற திருசியம் எனப்படுகின்றது. வெவ்வேறு நிற ஒளிகளாலே தோற்றுவிக்கப்படும் (துவாரத்தின்) விம்பங்கள் குறிப்பிட்ட ஓர் அளவுக்கு ஒன்றின்மீது ஒன்றாக விழுவதே இதற்கான காரணமாகும். படம் 16.26 இற் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பைப் பயன்படுத்துவதால் வெவ்வேறு நிறங்களின் விம்பங்கள் ஒன்றின்மீது ஒன்றாக விழுவதைப் பெருமளவுக்குக் குறைத்துக் கொள்ள முடியும். அவ்வாறான திருசியம் தூய திருசியம் எனப்படுகின்றது.



படம் 16.26 தூய திருசியத்தைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் அமைப்பு

## 16.3 வில்லைகள்

வில்லைகள் என நாம் அழைக்கும் ஊடுகாட்டக்கூடிய பதார்த்தத்தினால் ஆக்கப்பட்ட பொருள்களை நாம் எமது அன்றாட வாழ்விலே பல சந்தர்ப்பங்களிற் பயன்படுத்துகின்றோம். பெரும்பாலும் மூக்குக் கண்ணாடிகளிலேயே ஜவற்றை நாம் காண்கின்றோம். அத்தோடு, கமரா, இருவிழியன் கருவி, சினிமா ஏறிவை, நுணுக்குக்காட்டி, தொலைகாட்டி போன்ற பல்வேறு பார்வை உபகரணங்களில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 16.27 பெரும்பாலாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில வில்லைகளின் வடிவங்கள்

எளிய வில்லையொன்றை அடிப்படையாகக் கவனிக்கையில், அது, இரண்டு வளைபரப்புகளால் எல்லைப்படுத்தப்பட்ட ஊடுகாட்டக்கூடிய ஒரு பதார்த்தத் துண்டாகக் காணப்படுகின்றது. வில்லைகள் பிரதானமாக இரண்டு வகைப்படும். ஒருங்கும் வில்லை விரி வில்லை என்பனவே அவையாகும். ஒருங்கும் வில்லையின் மத்திய பகுதி அதன் சுற்றயலைவிடத் தடிப்புக் கூடியதாகக் காணப்படும் விரிவில்லையின் சுற்றயற் பகுதி அதன் மத்தியை விடத் தடிப்புக் கூடியதாய் இருக்கும். சில சந்தர்ப்பங்களில் ஒருங்கும் வில்லையானது குவிவு வில்லை எனவும், விரிவில்லையானது குழிவு வில்லை எனவும் அழைக்கப்படுவதுண்டு. பெரும்பாலாகக்

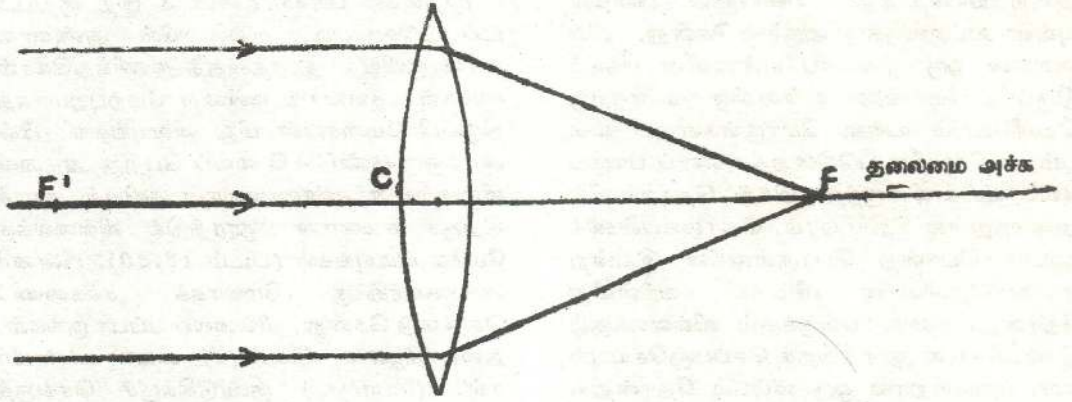
காணப்படும் சில வில்லைகளின் வடிவங்கள் படம் 16.27 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

### 16.3.1 ஒருங்கும் வில்லைகள்

வில்லையின் மேற்பரப்புகள் இரண்டினதும் வளைவு மையங்களை இணைக்கும் கோடு அந்த வில்லையின் தலைமை அச்சு (படம் 16.28) எனப்படுகின்றது. ஒருங்கும் வில்லையினது தலைமை அச்சுக்குச் சமாதரமானதும், அதனை அண்டியதுமான கதிர்களாலான மெல்லிய ஒளிக் கற்றையொன்று வில்லையின் ஒரு மேற்பரப்பின்

மீது பட்டு வில்லையினூடாக முறிவடைந்த பின்னர், அதன் கதிர்கள் யாவும் வில்லையின் எதிர்ப்புறத்திலே தலைமை அச்சின் மீது அமைந்துள்ள குறிப்பிட்ட ஒரு புள்ளி F இற்கு ஊடாகச் செல்கின்றன. அப்புள்ளி, ஒருங்கும் வில்லையின் தலைமைக்குவியம் எனப்படுகின்றது. வில்லையின் எதிர்ப்புற மேற்பரப்பின் மீது பதியும் அவ்வாறான ஒளிக் கற்றை ஒன்றின் கதிர்கள் யாவும் முறிவடைந்த பின்னர், மற்றொரு புள்ளி F' இற்கு ஊடாகச் செல்கின்றன. இதுவும் வில்லையின் பிரதான குவியமாகும். எனவே ஒருங்கும் வில்லைக்கு F; F', என்னும் இரண்டு பிரதான குவியங்கள் உள்ளன.



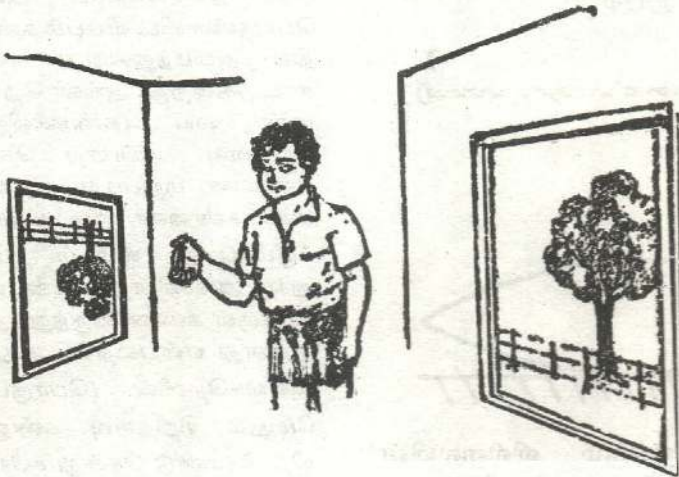


படம் 16.28 ஒருங்கும் வில்லையின் முக்கியமான புள்ளிகள்

வில்லையின் இரண்டு மேற்பரப்புகளுக்கும் இடையே தலைமை அச்சின் மீது அமைந்த ஒரு புள்ளி C உள்ளது. இப்புள்ளியின் மீது படும் எந்தக் கதிரும் விலகலடையாது செல்கின்றது. இப்புள்ளி, வில்லையின் ஒளியியல் மையம் எனப்படுகின்றது. ஒளியியல் மையத்திலிருந்து தலைமைக் குவியத்திற்கான தூரம் குவியத் தூரம் ஆகும். இது பொதுவாக  $f$  என்னும் குறியீட்டினாற் காட்டப்படுகின்றது. வில்லை மெல்லியதாக இருப்பின் அதன் தலைமைக் குவியங்கள் இரண்டும் ஒளியியல் மையத்திலிருந்து சம தூரத்தில் அமைந்திருக்கும். எனவே, அதன்

குவியத் தூரத்திற்கு ஒரு தனிப் பெறுமானம் உள்ளது. நாம் பயன்படுத்தும் வில்லைகள் யாவும் மெல்லிய வில்லைகளாகும் எனக் கருதியே இப்புத்தகத்தில் இதன் பின்னர் இடம்பெறும் கலந்துரையாடல்கள் யாவும் நடத்தப்படும்.

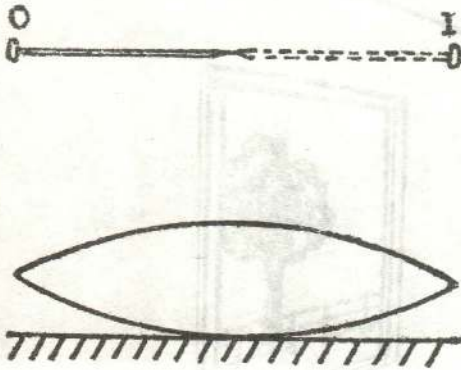
ஒருங்கும் வில்லையின் அண்ணளவான குவியத் தூரத்தைத் துணியும் முறை. பரிசோதனை 3. ஒருங்கும் வில்லையின் அண்ணளவான குவியத் தூரம்



படம் 16.29 ஒருங்கும் வில்லையின் அண்ணளவான குவியத் தூரத்தைத் துணியும் முறை

அறையொன்றினது யன்னலின் பின்னே யுள்ள உட்சுவருக்கு அருகில் சென்று, வில்லையின் ஒரு முகப்பை யன்னலின் பக்கம் திருப்பிப் பிடியுங்கள். யன்னலினதும் அதற்கு வெளியேயும் உள்ள பொருள்களதும் விம்பம் சுவரின் மீது படுகின்றதா எனப் பாருங்கள். யன்னலிலிருந்து மிகத் தொலைவில் அமைந்துள்ள சிறிய மரம், தொலைபன்னிக் கம்பம் பொன்ற பொருள்களின் இயன்ற அளவு தெளிவான விம்பம் சுவரின்மீது தோன்றும்வரை, சுவருக்கும் வில்லைக்கும் இடையிலான தூரத்தைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். அவ்வாறான ஒரு விம்பம் தோன்றிய பின்னர், வில்லையிலிருந்து சுவருக்கான தூரத்தை அளந்துகொள்ளுங்கள். மிகத் தொலைவில் அமைந்துள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து வந்து வில்லையின் மீது படும் கதிர்கள் பெரும்பாலும் சமாந்தரமாகவே காணப்படும் எனக் கருதலாம். வில்லையை மேலே குறிப்பிட்டவாறு செப்பஞ்செய்ததும், அக் கதிர்கள் சுவரின் மீது குவியப்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே அவ்வமைவிலே வில்லையிலிருந்து சுவருக்கான தூரம் அவ்வில்லையின் குவியத் தூரத்தின் அண்ணளவால பெறுமானமாகும். குவியத் தூரத்தின் மிகத் திருத்தமான பெறுமானமொன்றைச் செம்மையாகப் பரிசோதனை 4 இன் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

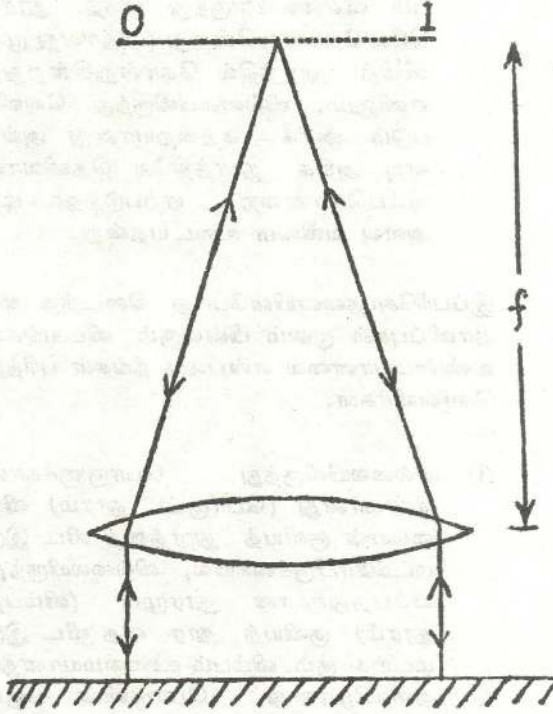
பரிசோதனை 4 ஒருங்கும் வில்லையின் குவியத் தூரம்



படம் 16.30 ஒருங்கும் வில்லையின் குவியத் தூரத்தின் திட்பமான பெறுமானத்தைப் பெறல்

முதலிலே பரிசோதனை 3 இற் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளபடி, வில்லையின் அண்ணளவான குவியத் தூரத்தைத் துணிந்துகொள்ளுங்கள். தளவாடி ஒன்றை மேற்புறமாகத் திருப்பி மேசையின் மீது வையுங்கள். பின்னர், ஒரு குண்டுசி O வைப் பெற்று அதனை வில்லையின் அண்ணளவான குவியத் தூரத்திற்குச் சமனான தூரத்தில் வில்லைக்கு மேலே பிடியுங்கள் (படம் 16.30). பின்னர் அக்குண்டுசிக்கு மேலாகக் கண்ணைக் கொண்டு சென்று, வில்லையைப்பாருங்கள். தலை கீழான விம்பம்(1) யைக் காண்பீர்கள். (பொருட்) குண்டுசிக்குச் செங்குத்தான திசையில் முதலில் ஒரு புறமாகவும் பின்னர் மறுபுறமாகவும் கண்ணை அசையுங்கள். இவ்வாறாக அசைக்கும்போது (பொருட்) குண்டுசியும் விம்பம் 1 யும் ஒன்றாக அசைகின்றனவா, அவை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பாக அசைகின்றனவா எனப்பாருங்கள். ஒன்று மற்றொன்றுக்குத் தொடர்பாக அசைகின்றதாயின், அவற்றுக்கிடையே பரவயன்மை காணப்படுகின்றது எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. பொருளும் விம்பமும் வில்லையிலிருந்து சம தூரத்தில் அமைந்திராமே காரணமாகவே இது ஏற்படுகின்றது. கண்ணை ஒரு பக்கமாக அசைக்கையில், பொருட் குண்டுசிக்குச் சார்பாக விம்பம் எப்பக்கமாக அசைகின்றது எனப்பாருங்கள். அதுவும் கண் அசைக்கப்படும் திசையிலேயே அசைகின்றதாயின், பொருளை விட விம்பம் கண்ணுக்குத் தூரத்தில் அமைந்துள்ளது என்பதையே அது காட்டுகின்றது. அவ்வாறெனின், (பொருட்) குண்டுசியை (கண்ணிலிருந்து) மேலும் சிறிதளவு அப்பாற் கொண்டு சென்று கண்ணை மறுபடியும் அசைத்துப் பாருங்கள். கண்ணை ஒரு பக்கத்துக்கு அசைக்கும்போது விம்பம் மற்றப் பக்கத்துக்கு அசைகின்றதாயின், விம்பத்தை விடப் பொருள் கண்ணிலிருந்து தூரத்தில் அமைந்துள்ளது என்பதையே அது காட்டுகின்றது. அவ்வாறெனின் (பொருட்) குண்டுசியை மேலும் சிறிதளவு கண்ணுக்கு அண்மையிற் கொண்டு சென்று கண்ணை அசைத்துப் பாருங்கள்.

(பொருட்) குண்டுசி தொடர்பாக, விம்பத்தின் அமைவுக்கு ஏற்ப ஏற்ற முறையைப்



படம் 16.31

பின்பற்றி, கண்ணை எப்பக்கத்திற்கு அசைப்பினும் (பொருட்) குண்டுசெக்கும் விம்பத்துக்கும் இடையிலே தொடர்பான இயக்கம் தோன்றாமல், அவை இரண்டும் ஒன்றாக அசையும் விதத்திலான அமைவில் (பொருட்) குண்டுசெயை அமைத்துக்கொள்ளுங்கள். இச்சந்தர்ப்பத்தில் (பொருட்) குண்டுசெக்கும் அதன் விம்பத்துக்கும் இடையே பரவயன்மை காணப்படுவதில்லை எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. இவ்வமைவில் (பொருட்) குண்டுசெயும் அதன் விம்பமும் கண்ணிலிருந்து

சம தூரத்திற் காணப்படுகின்றன. எனவே வில்லையிலிருந்து அவற்றுக்கான தூரமும் சமனானதாகும். இத்தூரம் வில்லையின் குவியத் தூரத்திற்குச் சமனானது. பின்வரும் விடயங்கள் மூலம் அதனை நீங்கள் விளங்கிக் கொள்வீர்கள்.

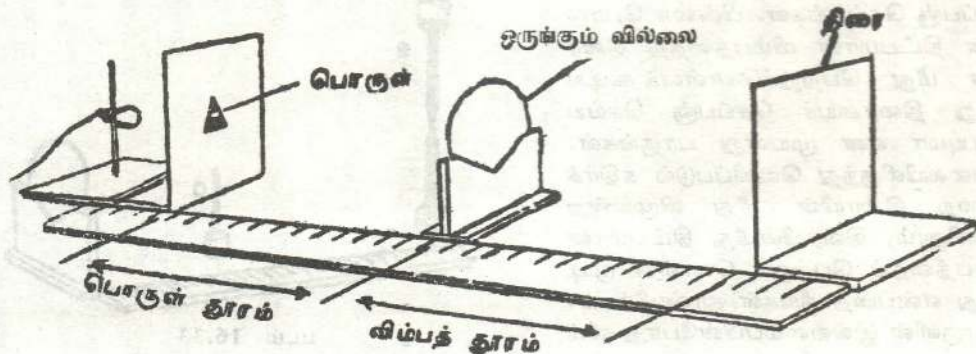
வில்லையின் தலைமைக் குவியத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் வில்லையினூடாக முறிவடைந்த பின்னர் வில்லையின் அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்கின்றன (படம் 16.31). ஆடி வில்லையினது அச்சுக்குச் செங்குத்தான தாயகால், அதன் மீது படும் ஒளிக் கதிர்களை அவை வந்த பாதையின் வழியே மீண்டும் திருப்பியனுப்புகின்றது. இவ்வாறாக ஆடியிலிருந்து தெறித்துச் செல்கின்ற ஒளிக்கதிர்கள் வில்லையினூடாக மீண்டும் முறிவடைந்ததன் பின்னர் குவியத்தில் விம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எனவே, இப்பரிசோதனையின்போது தோன்றும் விம்பம் அதனை ஏற்படுத்தும் பொருளுடன் ஒரே அமைவில் இருக்கையில், அப்பொருள் வில்லையின் பிரதான குவியத்திற் காணப்படுகின்றது.

ஒருங்கும் வில்லைகளாலே தோற்றுவிக்கப்படும் விம்பங்கள்

ஒருங்கும் வில்லைகளாலே தோற்றுவிக்கப்படும் விம்பங்கள் பற்றி அறிந்துகொள்வதற்காக, படம் 16.32 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தைப் பயன்படுத்த முடியும்.

பரிசோதனை 5. வில்லையிலிருந்து  $2f$  தூரத்திலும்  $f$  தூரத்திலும் அமைந்துள்ள பொருள்களின் விம்பங்கள்.

(அ) படம் 16.32 இற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு உபகரணங்களை அமைத்துக் கொள்ளுங்கள். பலகைத் துண்டு



படம் 16.32

ஒன்றில் வெட்டப்பட்ட முக்கோண வடிவத் துவாரம் மூடப்படும் வண்ணம் இகணக்கப்பட்ட, மின்குமி மொன்றினால் ஒளிற்றப்பட்ட ஒரு கம்பிவலைத் துண்டே இங்கு பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. முதலாவதாக பரிசோதனை 3 இற் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளவாறு வில்லையின் குவியத் தூரத்தைத் துணிந்து கொள்ளுங்கள். பின்னர், வில்லையின் குவியத் தூரத்தை விட இருமடங்கு தூரத்திலே பொருளுக்கு அப்பால் வில்லையை வைப்புகள். பின்னர் கம்பி வகையின் திட்பமான விம்பம் திரையிற் கிடைக்கும் வண்ணம் திரையின் அவைச் செம்பஞ் செய்யுங்கள். திருத்தமான அமைவைப் பெற்றுக் கொண்ட பின்னர் வில்லையிலிருந்து திரைக்கான தூரத்தை (விம்பத் தூரம்) அளந் கொள்ளுங்கள். அத் தூரத்துக்கும் வில்லையிலிருந்து பொருளுக்கான தூரத்துக்கும் (பொருட் தூரம்) இடையே ஏதேனும் தொடர்பு காணப்படுகின்றதா? பொருள் தொடர்பாகக் கருதுபோது, விம்பம் நிமிர்ந்ததா, தலைகீழானதா? கவராயத்தைக் பயன்படுத்திப் பொருளின் உயரத்தையும் விம்பத்தின் உயரத்தையும் அளந்து பாருங்கள். விம்பம் பொருளை விடப்பெரிதா, சிறியதா?

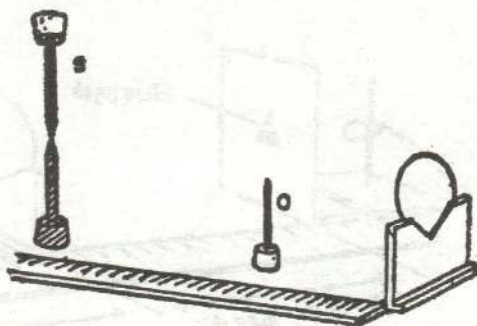
(ஆ) இப்போது ஒளிற்றிய கம்பி வலையில் (பொருளில்) இருந்து வில்லைக்கான தூரம் குவியத் தூரத்துக்குச் சமனாகும்வரை வில்லைவில் அமைவைச் செப்பஞ் செய்யுங்கள். பின்னர் பொருளின் திட்பமான விம்பத்தைத் திரையின் மீது பெற்றுக்கொள்ளக் கூடியவாறு திரையைச் செப்பஞ் செய்ய முடியுமா என முயன்று பாருங்கள். வில்லையிலிருந்து வெளிப்படுங் கதிர்க் கற்றை திரையின் மீது விழுகின்ற தெனினும், திரையின்மீது திட்பமான விம்பத்தைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியாது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். பொருளின் இவ்வமைப்பின்போது விம்பம்

வில்லையிலிருந்து மிகத் தூரத்திலே தோன்றுகின்றது (அதாவது முடிவிலித் தூரத்தில் தோன்றுகின்றது). எனினும், வில்லையிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கற்றையானது அவ்வளவு அதிக தூரத்திலே தெளிவான விம்பமொன்றை ஏற்படுத்தக்கூடிய அளவு வலிமை உடையதன்று.

இப்பரிசோதனையின்போது கிடைத்த அவதானிப்புகள் மூலம் பின்வரும் விடயங்கள் உண்மையானவை என்பதை நீங்கள் புரிந்து கொள்வீர்கள்.

- (i) வில்லையிலிருந்து பொருளுக்கான தூரமானது (பொருட் தூரம்) வில்லையின் குவியத் தூரத்தை விட இருமடங்காயிருக்கையில், வில்லையிலிருந்து விம்பத்துக்கான தூரமும் (விம்பத் தூரம்) குவியத் தூரத்தை விட இருமடங்காகும். விம்பம் உண்மையானது, தலைகீழானது, பொருளின் பருமனையே உடையது.
- (ii) பொருட் தூரம் வில்லையின் குவியத் தூரத்துக்குச் சமனாயிருக்கையில் விம்பம் உண்மையானது. எனினும், அது முடிவியிலே தோன்றுகிறது.

பரிசோதனை 6 வில்லையிலிருந்து இலும் குறைந்த தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட பெருளின் விம்பம்



படம் 16.33



பின்னர் பொருளின் திட்பமான விம்பம் திரையிற் கிடைக்கும் வண்ணம் திரையைச் செப்பஞ் செய்யுங்கள். பின்னர், பொருட் தூரத்தையும் விம்பத் தூரத்தையும் பொருளின் உயரத்தையும் விம்பத்தின் உயரத்தையும் அளந்து அட்டவணை 16.3 இற் பதிவு செய்யுங்கள். பின்னர் மேலே குறிப்பிட்ட நிபந்தனைக்குட்பட்டவாறு மற்றும் சில அமைவுகளில் வில்லையை வைத்து அந்த ஒவ்வொரு அமைவுக்காகவும் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்யுங்கள்.

வில்லையின் குவியத் தூரம் = cm

பொருட் தூரம் (cm)	விம்பத் தூரம் (cm)	பொருளின் உயரம் (cm)	விம்பத்தின் உயரம் (cm)	விம்பம் பொருளை விடப் பெரியதா. சிறியதா

### அட்டவணை 16.3

இப்பரிசோதனையின்போது நீங்கள் பெற்ற சகல பேறுகளையும் கவனிக்கையில் பின்வரும் விடயங்கள் உண்மையானவையாகும் என்பதை நீங்கள் அறிந்துகொள்வீர்கள்

(i) வில்லையிலிருந்து 2f விடக் கூடிய தும் 2f விடக் குறைவானதுமான யூரத்தில் வைக்கப்பட்ட பொருளின் விம்பம் 2f விடக்கூடிய யூரத்தில் வில்லையின் னைதிர்ப் பக் கத்திலே தோன்றுகின்றது.

(ii) அந்த விம்பம் உண்மையானது, தலைகீழானது, உருப்பெருத்தது.

பரிசோதனை 8 வில்லையிலிருந்து 2f ஐவிடக் கூடிய தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட பொருளின் விம்பம்.

இப்பரிசோதனைக்காகவும் பரிசோதனை

7 இற் பயன்படுத்திய உபகரண அமைப்பையே பயன்படுத்துங்கள் எனினும் இங்கு பொருளிலிருந்து 2f ஐ விடக் கூடிய தூரத்தில் அமையுமாறு வில்லையை வைப்புகள் பின்னர் பொருளின் திட்பமான விம்பம் திரையிற் கிடைக்குமாறு திரையைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். விம்பத்தைப் பெற்றுக் கொண்டதன் பின்னர் பொருளின் திட்பமான விம்பம் திரையிற் கிடைக்குமாறு திரையைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். விம்பத்தைப் பெற்றுக்கொண்டதன் பின்னர் பொருட் தூரத்தையும், விம்பத் தூரத்தையும் பொருளின் உயரத்தையும் விம்பத்தின் உயரத்தையும் அளந்து அட்டவணை 16.3

போன்ற ஓர் அட்டவணையிற் பதிவுசெய்யுங்கள். பின்னர் மேற்குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளுக்கு அமைவாக, வில்லையை வெவ்வேறு அமைவுகளில் வைத்து, அந்த ஒவ்வொரு அமைவுக்காகவும் பரிசோதனையை மீண்டும் நடத்துங்கள்.

இப்பரிசோதனையின்போது நீங்கள் பெற்ற சகல பேறுகளையும் கவனிக்கையில், பின்வரும் விடயங்கள் உண்மையானவையாகும் என்பதை நீங்கள் அறிந்துகொள்வீர்கள்

(i) வில்லையிலிருந்து 2f தூரத்தை விடக் கூடுதலான தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட பொருளின் விம்பம், 2f ஐ விடக் குறைவானதும் f ஐ விடக் கூடுதலானதுமான தூரத்தில் விம்பத்தின் எதிர்ப் புறத்திலே தோன்றுகின்றது.

(ii) அந்த விம்பம் உண்மையானது, தலைகீழானது, சிறியதானது.



ஒருங்கும் வில்லையினாலே தோற்றுவிக்கப் படும் விம்பங்களின் அமைவை, வரைபுமுறை மூலம் துணிதல்.

ஒருங்கும் வில்லையொன்றின் முன்னால் வைக்கப்பட்ட பொருளினால் ஏற்படுத்தப்படும் விம்பத்தின் தூரத்தையும் அதன் ஏனைய இயல்புகளையும் ஆண்டு 9 வகுப்பில் வளைந்த ஆடிகள் தொடர்பாக நாம் செய்தது போன்று, அளவுத்திட்டத்தின் அளவாகக் கதிர்ப்படங்கள் வரைவதன் மூலம் நாம் அறிந்து கொள்ள முடியும். பயன்படுத்தப்படும் வில்லைகள் மெல்லிய வையாகும் எனக் கருதப்படுகின்றமையால், கதிர் வரிப்படத்தில் வில்லையானது ஒரு கோட்டினாற் காட்டப்படுகின்றது. ஒருங்கும் வில்லைகளுக்கான கதிர் வரிப்படங்களை வரையும்போது, பயன்படுத்தப்படும் பிரதானமான கதிர்கள் பின்வருமாறு.

1. தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமான கதிர் வில்லைக்கு ஊடாக முறிவடைந்தபின் தலைமைக் குவியத்துக்கூடாகச் செல்கின்றது.
2. -தலைமைக் குவியத்தின் ஊடாக வரும் கதிர் முறிவடைந்த பின்னர் தலைமை அச்சுக்கு சமாந்தரமாகச் செல்கின்றது.
3. ஒளியியல் மையத்திற்கு ஊடாகச் செல்லும் கதிர் விலகல் அடையாது செல்கின்றது.

இக்கதிர்கள் படல் 16.35 இற் காட்டப் பட்டுள்ளன. பொருளின் ஒரே புள்ளியிலிருந்து வெளிப்பட்ட இரண்டு கதிர்கள் முறிவடைந்த பின்னர், மீண்டும் சந்திக்கும் புள்ளியிலே அப்புள்ளியின் விம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றமையால், பொருளின் யாதேனுமொரு புள்ளியின் விம்பத்தைப்

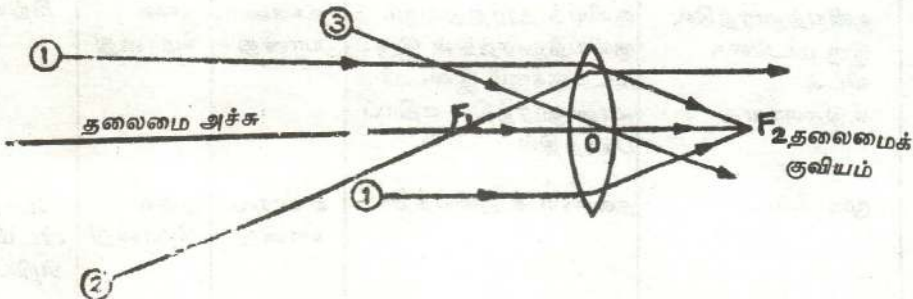
பெற்றுக்கொள்வதற்காக, மேலே குறிப்பிட்ட கதிர்களுள் இரண்டை மாத்திரம் வரைவது போதுமானது. இப்போது நாம் கதிர் வரிப்படங்களை வரையும் முறை மூலம், அட்டவணை 16.4 இலே குறிப்பிடப்பட்ட முக்கியமான அமைவுகளில் காணப்படும் பொருள்களின் விம்பங்களைப் பெற்றுக்கொள்வோம்.

இவற்றைப் பெற்றுக்கொள்ளும் முறையைப் படம் 16.36 இன் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக்கொள்ள முடியும்.

### உதாரணங்கள்

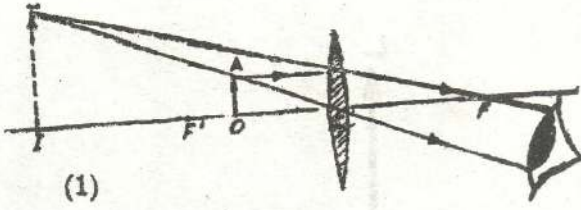
1. 5.0 cm குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட வில்லையொன்றிலிருந்து 4.0 cm தூரத்திலே தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருளின் அமைவைத் துணிந்து, அவ்விம்பத்தின் தன்மையை விவரிக்க.

- (i) வில்லையின் தலைமை அச்சைக் காட்டுவதற்காக ஒரு கோட்டை வரைந்து அதன்மீது ஒளியியல் மையம் C யைக் குறித்துக்கொள்ளுங்கள் (படம் 16.37). வில்லையைக் காட்டுவதற்காக, C க்கூடாக, தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக கோடு  $LL'$  ஐ வரையுங்கள். அளவுத்திட்டத்துக்கு ஏற்ப தலைமைக் குவியம் F இனதும் பொருள் OA யினதும் அமைவைக் குறித்துக் கொள்ளுங்கள் (OA யின் உயரம் 1.0 cm எனக் கொள்ளுங்கள்)
- (ii) பொருளின் உச்சியாகிய O விலிருந்து வெளிப்பட்டுத் தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர்  $C'$  ஐ வரையுங்கள். அக்கதிர் புள்ளி வி, யில் வில்லைக்கூடாகச் சென்ற பின்னர் தலைமைக்குவியம்  $F'$  இற்கூடாகச் செல்கின்றது. பின்னர் புள்ளிக்

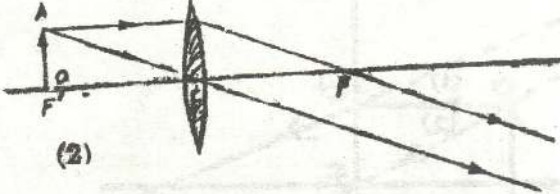


படம் 16.35

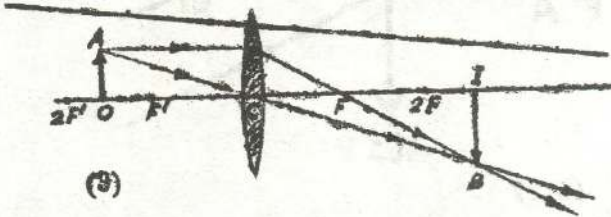




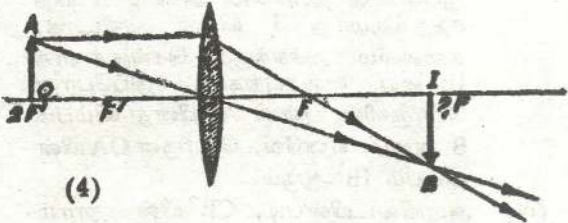
(1)



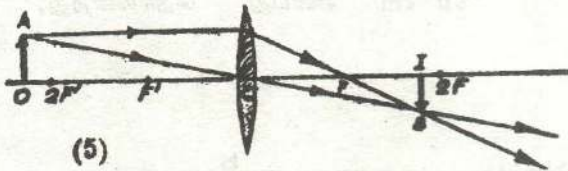
(2)



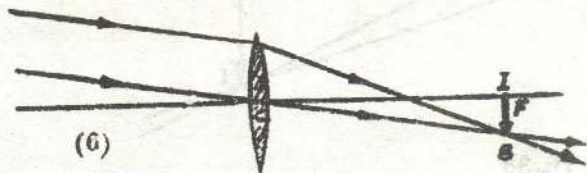
(3)



(4)



(5)



(6)

படம் 16.36

கோட்டின் மூலம் அக்கதிரைப் பின்னோக்கி நீட்டுங்கள். அடுத்ததாக O விலிருந்து வெளிப்பட்டு ஒளியியல் மையம் C யிற்கூடாகச் செல்லும் கதிர் (2) ஐ வரையுங்கள். அது விலகலடையாது வில்லைக்கூறாகச் செல்கின்றது. அக்கதிரையும் புள்ளிக் கோட்டினாற் பின்னோக்கி நீட்டுங்கள். அது முன்னர் வரைந்த புள்ளிக் கோட்டை I யிற் சந்திக்கும்.

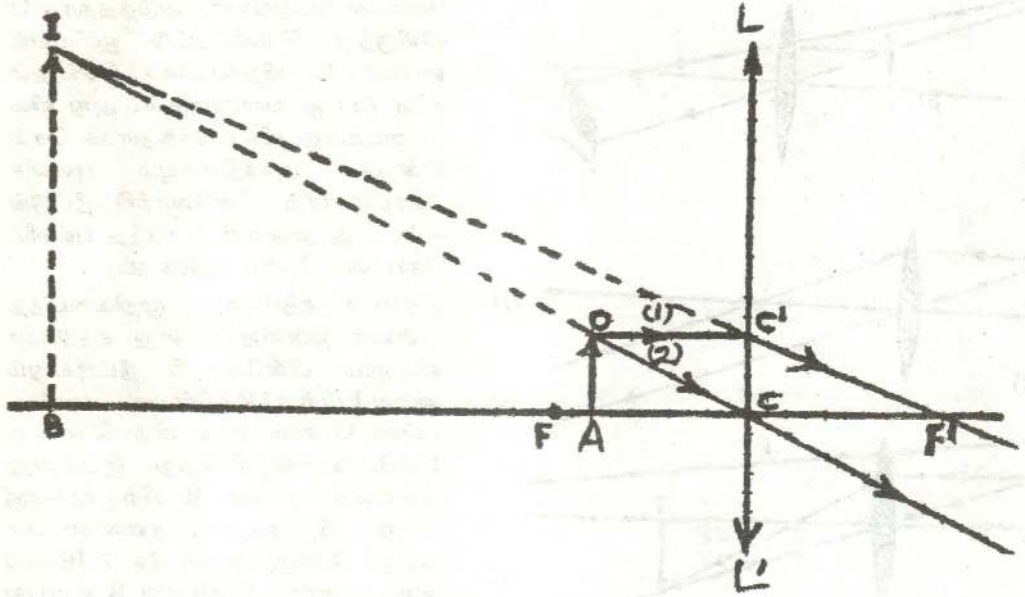
(i)

இரண்டு கதிர்களும் முறிவடைந்த பின்னர் ஒன்றையொன்று சந்திக்கா விடினும் பின்னோக்கி நீட்டியதும் அவை I யிற் சந்திக்கின்றன. எனவே, புள்ளி O வின் மாய விம்பமொன்று I யிலே தோன்றுகின்றது. இப்போது தலைமை அச்சை B யிற் சந்திக்கு மாறு I யிற் கூடாக, தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாகக் கோடு IB யை வரையுங்கள். இப்போது B என்பது பொருளின் புள்ளி A யினது விம்பமாகும். எனவே, பொருள் OA யின் விம்பம் IB ஆகும். அதன் உயரம் 5 cm ஆகையால், விம்பம் பொருளை விட ஐந்து மடங்கு பெரியது. அது வில்லையிலிருந்து 20 cm தூரத்தில் அமைந்த மாயமான நிமிர்ந்த விம்பமாகும்.

2. 20.0 cm குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட ஒரு வில்லையிலிருந்து 30.0 cm தூரத்தில், தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட பொருளினது விம்பத்தின் அமைவைத் துணிக. விம்பத்தின் தன்மையையும் குறிப்பிடுக.

(iii)

வில்லையின் தலைமை அச்சைக் காட்டுவதற்கான கோட்டை வரைந்து, வில்லையின் ஒளியியல் மையம் C யைக் குறித்துக்கொள்ளுங்கள் (படம் 16.38). C யிற்கு ஊடாக, தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வரையப்பட்ட கோடு LL' இனால் வில்லையை குறித்துக்கொள்ளுங்கள். அளவிடைக்கு ஏற்ப C யிலிருந்து 20 cm தூரத்தில், தலைமைக் குவியம் F ஐயும் 30 cm தூரத்தில் பொருள் OA யின் அமைவையும், அச்சின்மீது குறித்துக் கொள்ளுங்கள். பொருளின் உயரம் 1.0 cm ஆக இருக்குமாறு வரைந்து கொள்ளுங்கள்.



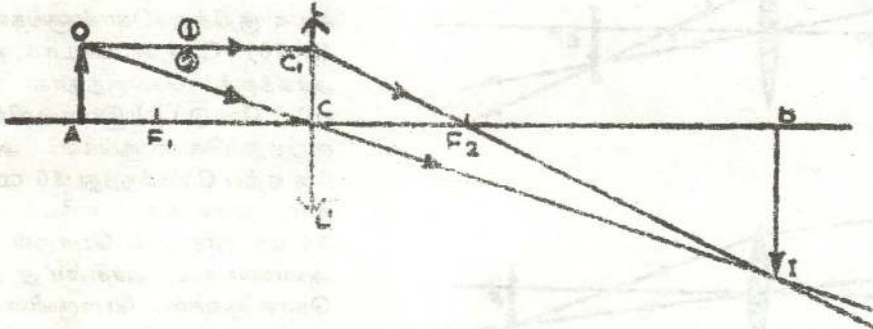
படம் 16.37

(ii) பொருளின் உச்சியாகிய O விலிருந்து வெளிப்படும் தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர் (1) ஐ வரையுங்கள். அது புள்ளி C இல் வில்லையைச் சந்தித்த பின்னர் தலைமைக் குவியம் F இற்கு ஊடாகச் செல்கின்றது. O விலிருந்து வெளிப்பட்டு, ஒளியியல் மையம் C யிற்கு ஊடாகச் செல்லும் கதிர் (2) ஐ அடுத்ததாக வரையுங்கள். அது முறிவடைந்த பின்னர் விலகாது செல்கின்றது.

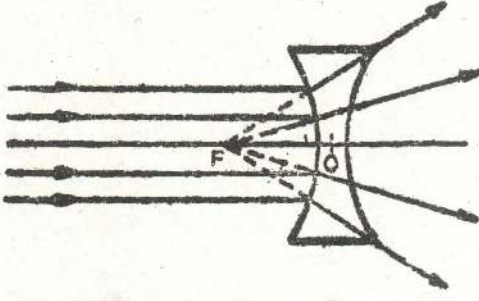
(iii) இக்கதிர்கள் இரண்டும் புள்ளி I யில் ஒன்றையொன்று சந்திக்கின்றன.

பொருளின் புள்ளி O விலிருந்து வெளிப்படும் இரண்டு கதிர்கள் வில்லையினூடாக முறிவடைந்ததன் பின்னர் I யில் ஒன்றையொன்று சந்திக்கின்ற மையால், புள்ளி O வின் உண்மையான விம்பம் I யில்தோன்றுகின்றது. இப்போது தலைமை அச்சை B யிற் சந்துக்குமாறு I யிற்கு ஊடாக, தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக IB யை வரையுங்கள். இப்போது பொருளின் புள்ளி A யினது விம்பம் B ஆகும். எனவே, பொருள் OA யின் விம்பம் IB ஆகும்.

(iv) அளவிடையின்படி, CB யின் தூரம் 60 cm என்பது தெரிகின்றது,



படம் 16.38



படம் 16.39 விரி வில்லையின் முக்கியமான புள்ளிகள்

எனவே, விம்பம் வில்லையிலிருந்து 60 ரீரீ தூரத்தில் அமைகின்றது. அது உண்மையான, தலைகீழான விம்பமாகும். அதன் உயரம் 3 cm ஆகும். எனவே, விம்பம் பொருளை விட இரு மடங்கு பெரியது.

### 16.3.2 விரி வில்லைகள்

விரி வில்லையிலே, தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமானதும் அதன் அருகிற் காணப் படுகின்றதுமான கதிர்களைக் கொண்ட மெல்லிய ஒளிக் கற்றையொன்று வில்லையின் மேற் பரப்பின்மீது பட்டு வில்லைக் கூடாக முறிவடைந்ததன் பின்னர், அதன் கதிர்களுக்கிடையான தூரம் படிப்படியாக அதிகரித்துச் செல்லும் விதத்திலேயே வெளிப்பட்டுச் செல்கின்றது (படம் 16.39). இவ்வாறாகச் செல்லும் கதிர்களைக் கொண்ட கற்றை விரிகின்றது எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. அக்கற்றையில் அடங்கியுள்ள சகல கதிர்களும் வில்லையின் படுமேற் பரப்பின் பக்கத்திலே தலைமை அச்சில் அமைந்துள்ள F என்னும் தனிப் புள்ளியிலிருந்து வெளிப்படுவது போன்றே அது விரிகின்றது. அப்புள்ளி, விரி வில்லையின் தலைமைக் குவியம் ஆகும். ஒருங்கும் வில்லையில் போன்றே விரி வில்லையிலும் எதிர் பக்க மேற்பரப்பிற் படும் ஒளிக்கற்றைக்கான தலைமைக் குவியம்  $F^1$  ஆகும். அவ்வாறே ஒருங்கும் வில்லை தொடர்பாகக் குறிப்பிடப்பட்டது போன்று விரி வில்லைக்கும் ஒளியியல் மையம் C உண்டு. அவ்வாறே விரி வில்லையின் ஒளியியல் மையத்திலிருந்து தலைமைக் குவியத்துக்கான தூரம் அதன் குவியத் தூரம் ஆகும். இச்சந்தர்ப்பத்திலும் வில்லை மெல்லியதாயின் அதன் குவி

யத் தூரம் தனிப் பெறுமானத்தைக்கொண்டிருக்கும். அது f என்னும் குறியீடு மூலம் காட்டப்படுகின்றது.

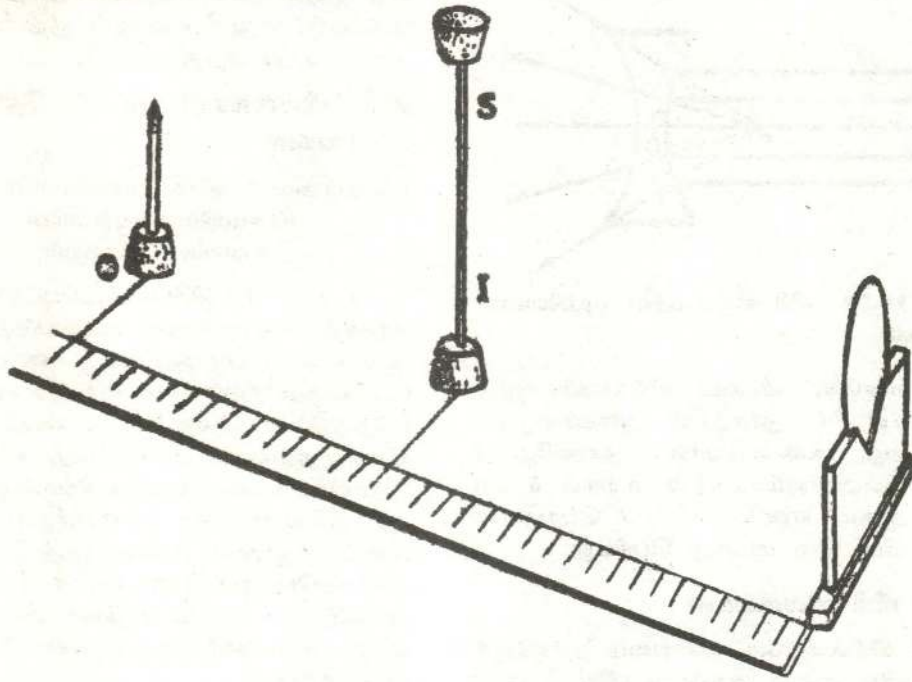
### விரி வில்லைகள் மூலம் தோன்றும் விம்பங்கள்

பரிசோதனை 9. விரிவில்லையினாலே தோற்று விக்கப்படும் விம்பங்களின் தன்மையை ஆராய்தல்

படம் 16.40 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத் தொகுதியைப் பயன்படுத்துங்கள். தக்கை அடைப்பானுடன் இணைக்கப்பட்ட பெரிய குண்டுசி O வைப் பொருளாகப் பயன்படுத்துங்கள். அக்குண்டுசியை விரி வில்லையினது தலைமை அச்சின்மீது, வில்லைக்கு அண்மையில் அமையும்படி நீங்கள் விரும்பிய தூரத்தில் வைத்து வில்லையினூடாக அதனைப் பாருங்கள். உங்களுக்குத் தென்படும் விம்பம் பொருள் தொடர்பாக நிமிர்ந்ததா தலைகீழானதா? பொருளை விடப் பெரியதா? சிறியதா? அது உண்மையானதா? மாயமானதா?

இப்போது பொருளாகப் பயன்படுத்திய குண்டுசியை விடச் சிறிய ஒரு குண்டுசி S ஐத் தக்கை அடைப்பானுடன் இணைந்து அத்தக்கையைத் தாங்கியொன்றுடன் இணையுங்கள். வில்லைக்கு ஊடாகப் பார்த்தது தென்படும் விம்பம் அமைந்திருப்பது போன்று தோன்றும் இடத்தில் இக்குண்டுசியை வையுங்கள். பின்னர் வில்லைக்கு ஊடாகத் தென்படும் விம்பத்துக்கும் வில்லைக்கு மேலாகத் தென்படும் குண்டுசி S இற்கும் இடையேயான பரவயன்மை அற்றுப் போகும் வரை குண்டுசியின் அமைவைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். இவ்வாறு செப்பஞ்செய்ததும், குண்டுசி S ஆனது குண்டுசி O வின் விம்பம் I அமையும் இடத்திலேயே அமைகின்றமையை நீங்கள் புரிந்துகொள்வீர்கள். இப்போது பொருள் தூரத்தையும் விம்பத் தூரத்தையும் அளந்து, பேறுகளை அட்டவணை 16.5 இற் பதிவு செய்யுங்கள்.

பின்னர், பொருளை வில்லையிலிருந்து ஏறத்தாழ 10.0 cm தூரம் அப்பால் வைத்துப் பரிசோதனையை மீண்டும் நடத்துங்கள், இவ்வாறாகப் பொருள் தூரத்தைச் சிறிது சிறிதாக அதிகரித்தபடி பரிசோதனையை மீண்டும் மீண்டும் நடத்துங்கள். கிடைக்கும் பேறுகளை அட்டவணைப்படுத்துங்கள். பின்வரும் விடயங்கள் உண்மையா



படம் 16.40

பொருள் தூரம்	விம்பத் தூரம்	விம்பம் நிமிர்ந்ததா? தலைகீழானதா	விம்பம் பொருளை விடப் பெரியதா? சிறிய பெரியதா?	விம்பம் உண்மையானதா? மாயமானதா?

அட்டவணை 16.5

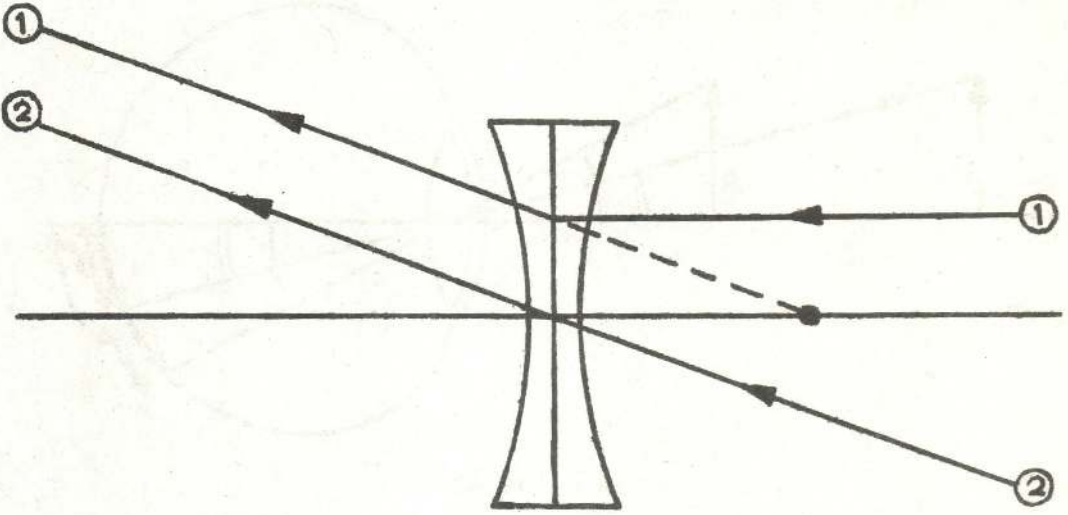
னவை என்பதை இவ்வட்டவணையைப் பரி சிசிப்பதன் மூலம் நீங்கள் அறிந்து கொள்ள முடியும்.

1. விரி வில்லைகளால் ஏற்படுத்தப்படும் விம்பங்கள் எப்போதும் மாயமானவையும் நிமிர்ந்தவையும் பொருளை விடச் சிறியவையுமாகும்.
2. பொருள் தூரம் மிகச் சிறிய பெறுமானத்திலிருந்து அதிகரித்துச் செல்லும் போது விம்பத்தின் தூரமும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லை வரை அதிகரித்துச் செல்கின்றது. விம்பத் தூரத்தின் இந்த உயர் பெறுமானம் வில்லையின் குவியத் தூரத்துக்குச் சமமானது.

விரி வில்லைகளினாலே தோற்றுவிக்கப்படும் விம்பங்களின் அமைவை வரைபுமுறை மூலம் துணிதல்

ஒருங்கு வில்லைகள் தொடர்பாக நாம் செய்தது போன்றே, விரி வில்லைகள் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும் விம்பங்களின் அமைவையும், அளவிடைப்படி வரைந்த கதிர்ப்படங்கள் மூலம் நாம் துணியலாம். அதற்காக பிரதானமாக இரண்டு கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1. தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமான ஒளிக் கதிர் — இது முறிவடைந்த பின்னர் தலைமைக் குவியத்திலிருந்து வெளிப்படுவது போன்று செல்கின்றது.



படம் 16.41

2. வில்லையின் ஒளியியல் மையத்தின் ஊடாகச் செல்லும் கதிர் —இது முறிவடைந்த பின்னர் விலகலடையாது செல்கின்றது.

இக்கதிர்கள் படம் 16.41 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. பொருளின் யாதேனுமொரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்பட்டு மேற் குறிப்பிட்டவாறு செல்லும் இரண்டு கதிர்கள் மீண்டும் ஒன்றையொன்று சந்திக்கும் இடத்தில் அப்புள்ளியின் விம்பம் தோன்றுகின்ற மையால், பொருளினதும் விம்பத்தினதும் அமைவைத் தீர்மானிப்பதற்காக இக்கதிர்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

### உதாரணம்

20.0 cm குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட விரிவில்லை ஒன்றின் முன்பாக 24.0 cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பொருளின் விம்பத்தினது அமைவைத் துணிந்து, அவ்விம்பத்தின் தன்மையையும் விவரிக்க.

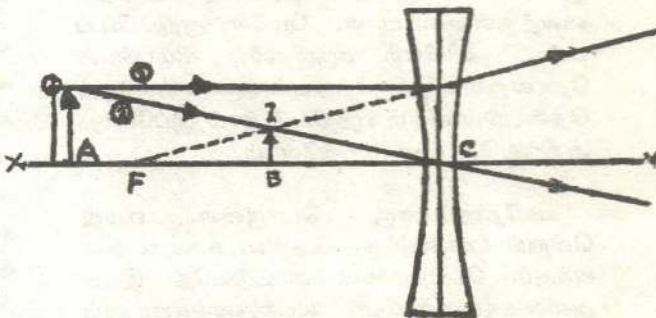
(i) வில்லையின் தலைமை அச்ச XY யை வரைந்து, ஒளியியல் மையம் C யையும் (அளவிடைக்கமைய) தலைமைக் குவியம் F ஐயும் இதன் மீது குறித்துக் கொள்ளுங்கள் (படம் 16.42).

(ii) பொருள் O விலிருந்து தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகக் கதிர் I வை வரைந்து கொள்ளுங்கள். முறிவடைந்ததன் பின்னர் அக்கதிர் F இலிருந்து வெளிப்படுவது போன்று செல்கின்றது அக்கதிரைக் காட்டுவதற்காக F இலிருந்து வில்லை வறையும் புள்ளிக் கோடொன்றை வரைந்து, அதன்

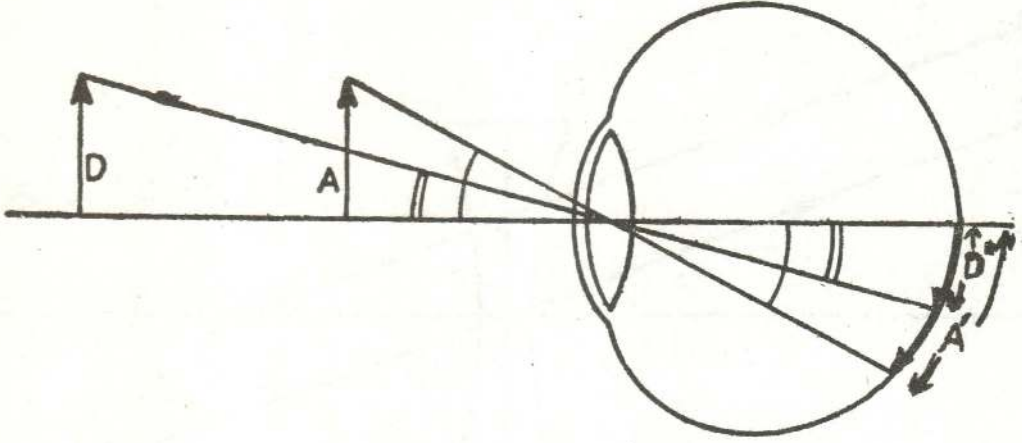
னர் தொடர்ச்சியான கோடொன்றை வரையுங்கள்.

(iii) ஒளியியல் மையம் C யிற்கூடாக விலகலடையாது செல்லும் விதத்திலே கதிர் (2) ஐ வரையுங்கள். அக்கதிர்கள் இரண்டினதும் வெட்டுப்புள்ளி I அனது பொருள் O வின் விம்பத்தினது அமைவாகும். I யிற்கு ஊடாக, தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாகக் கோடு IB யை வரையுங்கள். B என்பது A யினது விம்பத்தின் அமைவாகும். எனவே, பொருள் OA யினது விம்பம் IB ஆகும்.

(iv) கதிர்கள் இரண்டும் முறிவடைந்த பின்னர் ஒன்றையொன்று வெட்டுவதில்லை. ஆகையால், விம்பம் மாயமானது. அது வில்லையிலிருந்து 11.0 cm தூரத்தில் அமைந்த நிமிர்ந்த விம்பமாகும்.



படம் 16.42



படம் 16.43

#### 16.4 ஒளியியற் கருவிகள்

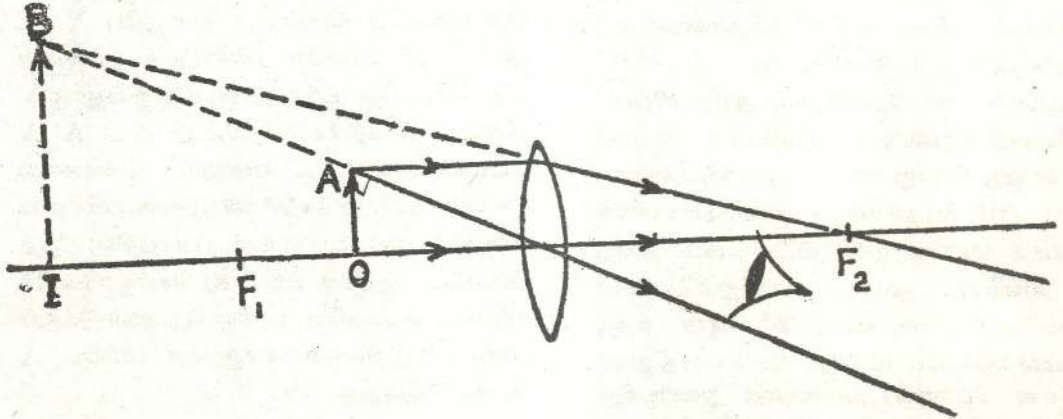
நாம் வெறுங் கண்ணினாற் பார்ப்பதை விட இலகுவாகவும் தெளிவாகவும் சிலவற்றைப் பார்ப்பதற்காகப் பல்வேறு கருவிகளைப் பயன்படுத்துகின்றோம். மிகத் தூரத்தில் அமைந்துள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்காகத் தொலை காட்டி, இருவிழியி போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றோம். அண்மையில் உள்ள மிகச் சிறிய பொருள்களின் வெறுங் கண்ணுக்குத் தென்படாத நுண்ணிய அமைப்புகளைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்காக உருப்பெருக்க வில்லை அல்லது நுணுக்குக்காட்டிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒளியியற் கருவிகள் எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படும் மேற்படி உத்திகளில் அரியங்களும் வில்லைகளும் பயன்படுகின்றன. வில்லைகளும் அரியங்களும் பொருள்களின் விம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கும் விதம் பற்றி நாம் ஓரளவிற்கு அறிந்து வைத்துள்ளமையால், மேலே குறிப்பிடப்பட்ட ஒளியியற் கருவிகளில் விம்பங்கள் தோன்றும் விதம் பற்றியும் அவை எமக்குத் தென்படும் விதம் பற்றியும் நாம் இப்போது அறிந்துகொள்ள முயல்வோம்.

யாதேனுமொரு பொருளை எமது வெறுங் கண்களுக்குத் தென்படக்கூடிய அளவுக்கும் பெரிதாக்கிக் காட்டுவதே இந்த அனைத்து ஒளியியல் உபகரணங்களாலும் ஆற்றப்படும் கருமமாகும். இது எவ்வாறு

நடைபெறுகின்றது? ஆகாய விமானம் காக்கத்தை விட மிக மிகப் பெரியது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். எனினும், உயர்வானிற் பறக்கும் ஆகாய விமானம் பறக்கும் காக்கமொறினது அளவுடையதாகவே எமது கண்களுக்குத் தென்படுகின்றது. பாதை ஓரங்களில் நடப்பட்டுள்ள தொலைபன்னிக்கம்ப வரிசை அல்லது மின் கம்ப வரிசை போன்றவற்றைப் பாதையின் ஓர் அந்தத்திலிருந்து நோக்கும் போது, தூரத்தில் அமைந்துள்ள கம்பத்தின் (D எனக் கொள்வோம்) உயரம் அதற்கு முன்னால் அமைந்துள்ள கம்பத்தின் (A எனக் கொள்வோம்) உயரத்தை விடக் குறைவானது போன்று தென்படுகின்றது (படம் 16.43). இதற்கான காரணம், கம்பம் D கம்பம் A யை விடத் தூரத்தில் அமைந்திருப்பதேயாகும் என நீங்கள் கூறக்கூடும். எனினும், அது இப்பிரிகைக்கான பூரணமான விடையாகாது. யாதேனுமொரு பொருள் A வேறொரு பொருள் D யை விடப் பெரியது போன்று தென்படுவதற்கான காரணம், பொருள் A யினால் உங்கள் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம் (இது பொருள் A யின் பார்வைக்கோணம் எனப்படுகின்றது) பொருள் D யினால் உங்கள் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணத்தை (பொருள் D யின் பார்வைக் கோணத்தை) விடப் பெரியதாக இருப்பதாகும் படத்தைப் பார்க்க).

### 16.4.1 பெரிதாக்கும் வில்லை

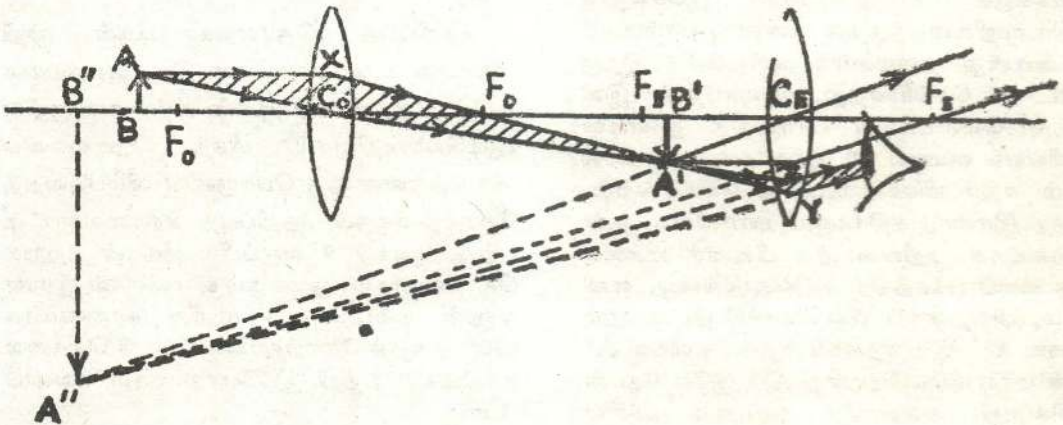
ஒருங்கும் வில்லையிலிருந்து அதன் குவியத் தூரத்தை விடக் குறைந்த தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருளை வில்லைக்கு ஊடாகப் பார்க்கும்போது மாயமான, நிமிர்ந்த, பெரிய விம்பம் தென்படுகின்றது என்பதைப் பரிசோதனை 6 இல் நாம் அறிந்து கொண்டோம். இந்த இயல்பு, சிறிய பொருளைப் பெரிதாக்கிக் காட்டுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவ்வாறாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஒருங்கும் வில்லை பெரிதாக்கும் வில்லை அல்லது எளிய நுணுக்குக் காட்டி எனப்படுகின்றது. பொருளின் இரு அந்தங்களிலும் அமைந்துள்ள இரு புள்ளிகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் அந்த வில்லைக்கூடாக முறிவடைந்த பின்னர் அவதானிப்பவரின் கண்ணினுட்புகுந்து பொருளின் விம்பமொன்றை அவர் கண்டு கொள்வதற்கு எவ்வாறு வகைசெய்கின்றது என்பதைப் படம் 16.44 இலே தரப்பட்டுள்ள கதிர்ப் படத்தைக் கற்பதன் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக் கொள்ளலாம்.



படம் 16.44 ஒருங்கும் வில்லை பெரிதாக்கிக் காட்டும் வில்லையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது

### 16.4.2 கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி

பெரிதாக்கும் வில்லையொன்றினுடாகத் தென்படும் விம்பம் பொருளை விடச் சில மடங்குகளே பெரிதாகத் தென்படுகின்றது. எமது உடற்கலங்கள், பற்றீரியங்கள்போன்ற மிகச் சிறிய அங்கிகளைப் பார்ப்பதற்கும் பெரிதாக்கும் வில்லையின் அப்பெரிதாக்கம் போதுமானதன்று. அவ்வாறான சிறிய பொருள்களைப் பார்ப்பதற்காகக் கூட்டு நுணுக்குக்காட்டியைப் பதன்படுத்தவேண்டி ஏற்படுகின்றது. இக்கருவி மிகக் குறுகிய குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட பொருளி எனப்படும் ஒருங்கும் வில்லையினாலும் அதை விட நீண்ட குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட பார்வைத் துண்டு என்னும் ஒருங்கும் வில்லையினாலும் ஆனது. இருவில்லைகளினதும் தலைமை அச்சுகள் ஒரே நேர் கோட்டில் அமையுமாறு ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளன. பெரிதாக்கிப் பார்க்கப்பட வேண்டிய பொருள் (AB எனக் கொள்வோம்) பொருளியின் குவியத் தூரத்தை விடச்சிறிது கூடிய தூரத்தில் வைக்கப்படுகின்றது (படம் 16.45).



படம் 16.45 கூட்டு நுணுக்குக்காட்டியில் மிகப் பெரிதாக்கப்பட்ட விம்பம் தோன்றும் விதம்

இப்போது பொருளின் புள்ளி A யிலிருந்து வெளிப்பட்டுத் தலைமை அச்சிற்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர் AX ஆனது பொருளிற்கூடாக முறிவடைந்த பின்னர் அந்த வில்லையின் தலைமைக் குவியம் Fo இற்கு ஊடாகச் செல்லும். இவ்வாறே A யிலிருந்து வெளிப்பட்டு பொருளியின் ஒளியியல் மையம் Co இற்கு ஊடாகச் செல்லும் AC என்னும் கதிர் விலகலடையாமற் சென்று, மேலே குறிப்பட்ட கதிரை A<sup>1</sup> இற் சந்திக்கும். இதற்கேற்ப பொருளினது புள்ளி A யின் உண்மையான விம்பம் A<sup>1</sup> இலே தோன்றுகின்றது. அவ்வாறே, தலைமை அச்சின் மீது அமைந்துள்ள புள்ளி B யின் உண்மையான விம்பம் தலைமை அச்சின் மீது, B<sup>1</sup> இலே தோன்றுகின்றது. B<sup>1</sup> இற்கூடாகவும் தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாகவும் ஒரு திரையை வைப்போமானால், இதன்மீது விம்பம் A<sup>1</sup> B<sup>1</sup> தோன்றும். இந்த விம்ப பார்வைத் துண்டின் முன்பாக அமைந்துள்ள ஒரு பொருளாகத் தொழிற்படுகின்ற தென நாம் கருதலாம். எனவே, பார்வைத் துண்டின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படும் விம்பத்தை ஒரு வரைவு மூலம் பெற்றுக்கொள்ள முயல்வோம். பார்வைத் துண்டின் எந்த அமைவுக்கும் விம்பம் A<sup>1</sup>B<sup>1</sup> (பார்வைத் துண்டிக்கான பொருள்) பார்வைத் துண்டிலிருந்து அதன் குவியத் தூரத்தை விடம் குறைவான தூரத்தில் அமைந்துள்ளது. இப்போது A<sup>1</sup> இலிருந்து வெளிப்பட்டுத் தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர் முறிவடைந்ததன் பின்னர், பார்வைத் துண்டினது தலைமைக் குவியம் FE இற்கு ஊடாகச் செல்கின்றது. அவ்வாறே A<sup>1</sup> இலிருந்து வெளிப்பட்டு பார்வைத் துண்டின் ஒளியியல் மையம் CE இற்கு ஊடாகச் செல்லும் கதிர் விலகலடையாது செல்கின்றது. இந்த இரண்டு கதிர்களும் பார்வைத் துண்டிற்கூடாக முறிவடைந்த பின்னர் வில்லைக்கு வலப் பக்கத்திற் சந்திப்பதில்லை. எனினும், அவற்றைப் பின்னோக்கி நீட்டியதும் இவை A<sup>11</sup> இற் சந்திக்கின்றன. எனவே A<sup>1</sup> இன் மாய விம்பமொன்று A<sup>11</sup> இலே தோன்றுகின்றது. அவ்வாறே தலைமை அச்சின்

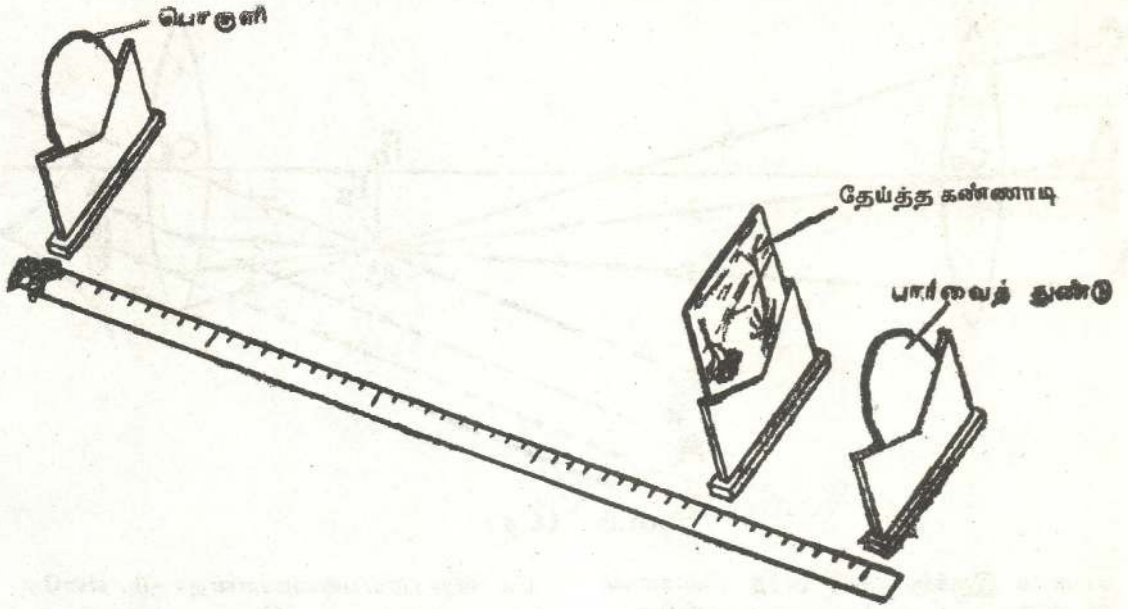
மீது அமைந்துள்ள புள்ளி B<sup>1</sup> இனது விம்பம் B<sup>11</sup> இற் தோன்றுகின்றது. இவ்வாறாகப் பொருள் AB யினது பெரிதாக்கப்பட்ட மாயமான தலைமீழான விம்பமொன்று A<sup>11</sup>B<sup>11</sup> இலே தோன்றுகின்றது. பார்வைத் துண்டிக்குப் பின்னால் (படத்தில் வலது பக்க அந்தத்தில்) இருக்கும் கண்ணுக்கு அந்த விம்பம் தென்படுகின்றது. விம்பத்தின் பார்வைக் கோணம் பொருளின் பார்வைக் கோணத்தை விட மிகப் பெரியது. ஆகையால், விம்பம் பொருளை விடப் பன்மடங்கு பெரிதாகத் தென்படுகின்றது.

A<sup>1</sup> இலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்கள் மூலமே, விம்பம் A<sup>11</sup> தோன்றியதென நாம் மேலே கருதினோம். எனினும், உண்மையிலே பொருளியினூடாகச் சென்ற XA<sup>1</sup>CoA<sup>1</sup> ஆகிய கதிர்கள் A<sup>1</sup> இற் சந்தித்ததன் பின்னர் தொடர்ந்தும் சென்று, முறையே Y, Z ஆகிய புள்ளிகளிலே பார்வைத் துண்டின் மீது விழுவதே இங்கு நடைபெறுவதாகும். பின்னர் அக்கதிர்கள் நீட்டப்பட்ட A<sup>11</sup>Y நீட்டப்பட்ட A<sup>11</sup>Z என்னும் திசைகளிற் செல்கின்றன. இக்கதிர்கள் இரண்டினாலும் எல்லைப்படுத்தப்படும்படி (படத்தில் நிழற்றப்பட்ட பகுதிக்கு ஊடாக) செல்லும் கதிர்கள் காரணமாகவே, பார்வைத் துண்டிக்குப் பின்னால் இருக்கும் கண்ணுக்கு விம்பம் A தென்படுகின்றது.

### 16.4.3 உடுத் தொலைகாட்டி

தெறிப்புத் தொலைகாட்டிகள், முறி தொலை காட்டிகள் என இரு வகையான உடுத் தொலைகாட்டிகள் உள்ளன. குழிவு ஆடியொன்றினால் மிகத் தொலைவில் அமைந்துள்ள ஒரு பொருளின் விம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும் தெறிப்புத் தொலைகாட்டி பற்றி ஆண்டு 9 வகுப்பில் நீங்கள் கற்றுக் கொண்டீர்கள். ஒருங்கும் வில்லைகள் இரண்டினுள் நடைபெறும் முறிவு காரணமாக விம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும் முறி தொலை காட்டிகள் பற்றி இப்போது நாம் கவனிப்போம்.



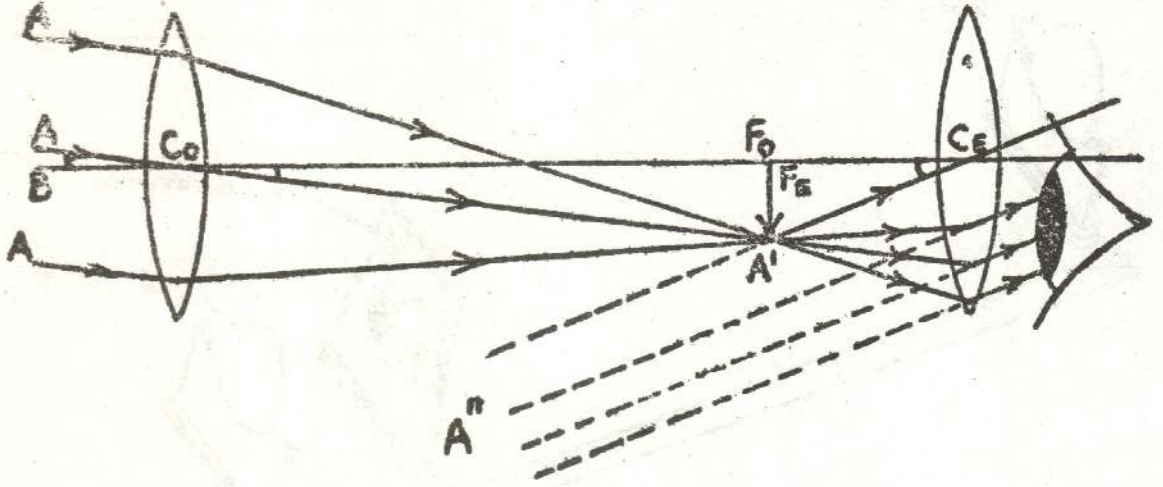


படம் 16.46

படம் 16.46 இற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு (ஏறத்தாழ 40 ரிசி) நீளமுள்ள குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட ஒருங்கும் வில்லையொன்றைத் தாங்கியொன்றில் நிறுத்தி அத்தாங்கியை மேசையின்மீது வைப்புகள். வில்லையின் ஒரு முகப்பைத் தொலைவில் உள்ள பொருளொன்றை நோக்கித் திருப்புகள். தேய்த்த கண்ணாடியொன்றை (அல்லது அட்டைத்தாட் சட்டமொன்றின்மீது ஒட்டிச் சிறிதளவு தேங்காயெண்ணெய் தடவப்பட்ட திசுக்கடதாசியொன்றைப்) பெற்று, அதை வில்லைக்குப் பின்னால் நிலைக்குத்தாக இணையுங்கள். தொலையிற் காணப்படும் பொருளின் திட்பமான விம்பம் அதன்மீது கிடைக்கும் வரைக்கும் தேய்த்த கண்ணாடியின் (அல்லது திசுக்கடதாசியின்) தூரத்தைச் செப்பஞ் செய்யுங்கள். பின்னர் தாங்கியொன்றின்மீது ஏற்றப்பட்ட (ஏறத்தாழ 10 ரிசி குறுகிய குவியத் தூரத்தை கொண்ட) ஒருங்கும் வில்லையொன்றைத் தேய்த்த கண்ணாடித் திரையின் பின்னால் வைத்து இதற்கூடாகத்திரையைப் பாருங்கள். திரையின்மீது தோன்றிய விம்பம் இயன்றவரை திட்பமானதாகத் தோற்றமளிக்கும் வரைக்கும் வில்லையின் அமைவைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். பின்னர்

தேய்த்த கண்ணாடியாலான திரையை அப்புறப்படுத்திய பின்னர் இரண்டாவது வில்லையின் ஊடாகப் பாருங்கள். நீங்கள் எதனைக் காண்பீர்கள்? அவசியமானால் விம்பம் மிகத் திட்பமாகத் தென்படும் வரைக்கும் வில்லையின் அமைவைச் செப்பஞ்செய்யுங்கள். வில்லைகள் இரண்டுக்குமிடையிலான தூரத்தை அளந்து பாருங்கள். அத்தூரங்களுக்கும் வில்லைகளின் குவியத்தூரங்களுக்கும் இடையே யாதேனும் தொடர்பு காணப்படுகின்றதா?

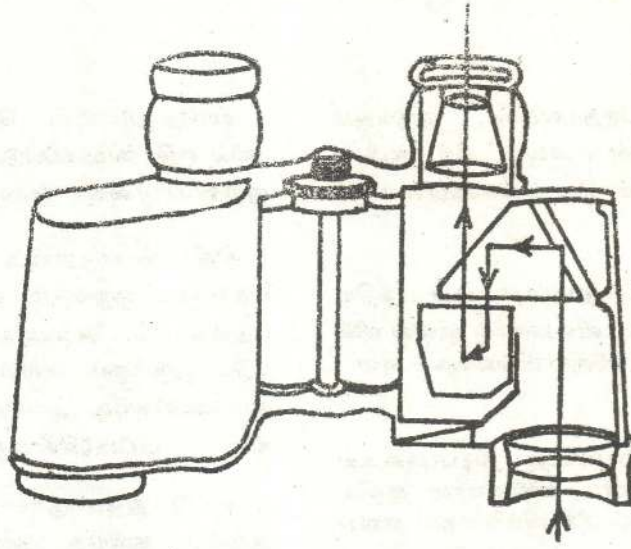
மேலே பரிசோதனை 10 இல் நீங்கள் அமைத்தது முறி உடுத்தொலைகாட்டியின் ஒரு மாதிரியாகும். இவ்வகையைச் சேர்ந்த தொலைகாட்டிகள் நீண்ட குவியத் தூரத்தைக் கொண்டதும் பொருளி எனப்படுவதுமான ஒருங்கும் வில்லையொன்றையும், குறுகிய குவியத் தூரத்தைக் கொண்டதும் பார்வைத் துண்டு எனப்படுகின்றதுமான மற்றொரு ஒருங்கும் வில்லையொன்றையும் கொண்டன (படம் 16.46). வில்லைகள் இரண்டினதும் தலைமை அச்சுக்கள் ஒரு நேர் கோட்டில் அமையுமாறும் வில்லைகளுக்கிடையேயான தூரம் அவ்வில்லைகளின் குவியத் தூரங்களின் கூட்டுத் தொலைக்குச்



படம் 16.47

சமனாக இருக்குமாறும் அந்த வில்லைகள் இரண்டும் ஒரு குழாயினுள் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. சந்திரன் போன்ற - மிகத் தெர்லைவில் அமைந்துள்ள - யாதேனும் ஒரு பொருளை நோக்கி அதன் பொருளி அமையுமாறு தொலைகாட்டியை வைத்ததும் அப்பொருளின் யாதேனுமொரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்பட்டுபொருளியின் மீது படும்எல்லாக் கதிர்களும் சமாந்தரமானவையாகும். எனவே, அவை பொருளியின் தலைமைக் குவியம்  $F_0$  இற்கூடான தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தான தளத்தின் (இது பொருளியின் குவியத்தளம் எனப்படுகின்றது) மீது குவிவதன் காரணமாக, பொருளினது —மேலே குறிப்பிடப்பட்ட—புள்ளியின் விம்பம் தோன்றுகின்றது. பொருளின் யாதேனுமொரு புள்ளி A யிலிருந்து வெளிவரும் சமாந்தரக் கதிர்கள் படம் 16.47 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள், ஒளியியல் மையம் Co இற்கூடாகச் செல்லும் கதிர் விலகலடையாது செல்கின்றது. அது பொருளியின் குவியத்தளத்தை  $A^1$  இற் சந்திக்கின்றது. A யிலிருந்து வெளிப்பட்ட ஏனைய சமாந்தரமான கதிர்கள்  $A^1$  இற் புள்ளி குவிவதன் காரணமாக, A யின் உண்மையான விம்பம் அவ்விடத்திலே தோன்றுகிறது. பொருளிக்கும் பார்வைத் துண்டுக்கும் இடையிலான தூரம் அந்த வில்லைகள் இரண்டினதும் குவியத்தூரங்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமனாகையால், வில்லைகள் இரண்டினதும் தலைமைக் குவியங்கள் இரண்டும் ஒன்றுக்

கொன்று பரவயன்மையானதாகும். எனவே பொருளியின் குவியத்தளம் பார்வைத் துண்டின் குவியத் தளமேயாகும். அதாவது, விம்பம்  $A^1$  ஐப் பார்வைத் துண்டின் குவியத்தளத்தின்மீது அமைந்துள்ள ஒரு பொருளாகக் கருதலாம். அதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் பார்வைத் துண்டில் முறிவடைந்த பின்னர் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகச் செல்கின்றன. அவற்றின் திசைகளைத் தீர்மானிப்பதற்குப் பார்வைத் துண்டின் ஒளியியல் மையம் CE யிற்கூடாகச் செல்லும் கதிர்  $A^1CE$  யை நாம் பயன்படுத்தலாம், இக்கதிர் விலகலடையாது வில்லைக்கூடாகச் செல்கின்றது என்பதை நாம் அறிவோம். எனவே  $A^1$  இலிருந்து வெளிப்பட்ட ஏனைய கதிர்களும் பார்வைத் துண்டிற்கூடாக முறிவடைந்த பின்னர் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட கதிருக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்கின்றன. பார்வைத் துண்டுக்குப் பின்னால் இருக்கும் கண்ணினுள் அக்கதிர்கள் புகுந்ததும், முடிவிலியில் (மிகத் தொலைவில்) அமைந்துள்ளதும் மிகப் பெரிதாகக்கப்பட்டதும் தலைகீழானதுமான விம்பம்  $A^1$  கண்ணுக்குத் தென்படுகின்றது. விம்பத்தின் பார்வைக் கோணம் ( $F_0CEA^1$ ) பொருளின் பார்வைக் கோணம் ( $AC_0B$ ) ஐ விட மிகப் பெரிதானது ஆகையால், விம்பமும் பொருளை விடமிகப் பெரியதாகத் தென்படுகின்றது.



படம் 16.48 இருவிழியி

#### 16.4.4 அரிய இருவிழியி

இருவிழியி எனப்படுவது அடிப்படையில் ஒரு கண்ணுக்கு ஒன்றாக அமையுமாறு அருகருகே வைக்கப்பட்ட இரண்டு முறிதொலை காட்டிகளாகும். எனினும், அரிய இரு விழியியிலே தொலைக்காட்டிகளில் ஒரு மாற்றஞ் செய்யப்பட்டுள்ளது. அதாவது, அதன் பொருளியின் மீது பட்டு முறிவடைந்து வரும் ஒளிக் கதிர்கள் பார்வைத் துண்டினுட் புகுமுன்னர் செங்கோண அரியங்கள் இரண்டுக்கிடையே முழு அகத்தெறிப்படையச் செய்யப்பட்டுள்ளன (படம் 16.48). இதன் மூலம் முக்கியமான இரண்டு பயன்கள் கிடைக்கின்றன.

பொருளியிலிருந்து பார்வைத் துண்டுக்குச் செல்லும் ஒளிக் கதிர்கள் செல்ல வேண்டிய பலிதத் தூரமானது அரியப் பயன்பாடு காரணமாக அதிகரிக்கின்றமையால், வில்லைகள் இரண்டுக்குமிடையிலான தூரத்தைக் குறைத்துக்கொள்ள முடிகின்றது.

இது, அதன் ஒரு பயனாகும். வில்லைகள் இரண்டுக்குமிடையிலான தூரம் குறைவடைந்ததும், இருவிழியின் குழாய்களினது நீளமும் குறைகின்றது. எனவே இருவிழியியைக் கண்ணஜீமீது வைத்து அசையாதவாறு அதனை நிறுத்திக்கொள்வது மிக இலகுவாகின்றது. உடு முறித் தொலை காட்டியைப் போன்றல்லாது அரிய இருவிழியினது பார்வைத் துண்டின் மூலம் தென்படும் விம்பம் நிமிர்ந்தாகக் காணப்படுதலானது இதன் மற்றுமொரு நன்மையாகும். இதுவும் அரியங்களுக்கிடையே நிகழும் தெறிப்பின் ஒரு விளைவாகும். வான் பொருள்கள் எவ்வாறு தென்படினும் புவியின் மீதுள்ள பொருள்களைத் தொலைகாட்டிகளின் ஊடாகப் பார்க்கையில் அவை தலைகீழாகத் தென்படுதலானது அவதானிப்பவருக்கு வசதி குறைவானதாக அமையக்கூடும். அரிய இருவிழியியில் இக்குறைபாடு நீக்கப்பட்டிருத்தல் இக்கருவியின் மூலம் கிடைக்கும் மிகப் பெரும் நன்மையெனக் குறிப்பிடலாம்.

## பொழிப்பு

வில்லைகள் பிரதானமாக, ஒருங்கும் (குவிவு) வில்லைகள் எனவும், விரி (குழிவு) வில்லைகள் எனவும் இரு வகைகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளன.

சுற்றயலை விடத் தடிப்புக்கூடிய மத்திய பகுதியைக்கொண்ட வில்லைகள் குவிவு வில்லைகள் அல்லது ஒருங்கும் வில்லைகள் எனப்படுகின்றன.

மத்திய பகுதியைவிடத் தடிப்புக்கூடிய சுற்றயலைக் கொண்ட வில்லைகள் குழிவு வில்லைகள் அல்லது விரி வில்லைகள் எனப்படுகின்றன.

வில்லையின் மேற்பரப்புகள் இரண்டினதும் வளைவு மையங்களைத் தொடுக்கும் கோடு இவ் வில்லையின் தலைமை அச்சு எனப்படுகின்றது. ஒருங்கும் வில்லைக்கு ஊடாக, அதன் தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக அதற்கு அண்மையிற் செல்லும் கதிர்கள் வில்லையின் எதிர்ப் பக்கத்திலே தலைமை அச்சின் மீது அமைந்துள்ள புள்ளியிற் குவிக்கின்றன. இப்புள்ளியானது ஒருங்கும் வில்லையின் தலைமைக்குவியம் எனப்படுகின்றது.

விரி வில்லையினூடாக, அதன் தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக, அதற்கு அண்மையிற் செல்லும் கதிர்கள் வில்லையின் ஊடாக முறிவடைந்த பின்னர் தலைமை அச்சின் இப்பக்கத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்படுவது போன்றே செல்கின்றன. இப்புள்ளி விரிவில்லையின் தலைமைக் குவியம் எனப்படுகின்றது.

ஒருங்கும் வில்லையினால் உண்மை விம்பங்களும் மாய விம்பங்களும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. விரி வில்லைகளின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும் விம்பங்கள் எப்போதும் மாயமானவை, நிமிர்ந்தவை, பொருளை விடச் சிறியவை.

ஒளியியற் கருவிகளில் வில்லைகளும் அரி யங்களும் பயன்படுகின்றன.

யாதேனுமொரு பொருளினாற், கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம் அப்பொருளின் பார்வைக் கோணம் எனப்படுகின்றது

சிறிய பொருளைப் பெரிதாக்கிப் பார்ப்பதற்காக ஒருங்கும் வில்லையைப் பயன்படுத்தலாம். அவ்வாறாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஒருங்கும் வில்லையானது பெரிதாக்கும் கண்ணாடி அல்லது எளிய நுணுக்குக் காட்டி எனப்படுகின்றது.

கூட்டு நுணுக்குக்காட்டியானது மிகக் குறுகிய குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட பொருளி் எனப்படும் ஒரு ஒருங்கும் வில்லையையும் அதனை விட நீண்ட குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட பார்வைத் துண்டு எனப்படும் மற்றுமொரு ஒருங்கும் வில்லையையும் கொண்டுள்ளது.

உடுத்த தொலைகாட்டிகளைத் தெறிப்புத் தொலைகாட்டிகள் முறி தொலைகாட்டிகள் என இரு வகையாக வகுக்கலாம்.

முறி தொலைகாட்டியானது நீண்ட குவியத் தூரத்தைக் கொண்டதும் பொருளி் என அழைக்கப்படுகின்றதுமான ஓர் ஒருங்கும் வில்லையையும் குறுகிய குவியத் தூரத்தைக் கொண்டதும் பார்வைத் துண்டு எனப்படுவதுமான மற்றுமொரு ஒருங்கும் வில்லையையும் கொண்டது.

அரிய இரு விழியியானது, கண்ணுக்கு ஒன்றாக அமையும்று அருகருகே வைக்கப்பட்ட இரண்டு முறி தொலைகாட்டிகளைக் கொண்டது. அதன் தொலைகாட்டியினுட்புகும் ஒளிக் கற்றைகள் இரண்டு அரியங்களுக்கிடையே தெறிப்படைய வகை செய்யப்பட்டுள்ளது. இந்த உத்தியின் மூலம் பொருளிக்கும் பார்வைத்துண்டுக்கும் இடையிலான தூரத்தை குறைத்துக்கொள்ளவும், இரு விழியினூடாகத் தென்படும் விம்பத்தை நிமிர்ந்த விம்பமாக பெற்றுக்கொள்ளவும் முடிகின்றது.

## அத்தியாயம் 17

### அங்கிகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்கள்

#### 17.1 தாவரங்கள் வளர்வதற்குத் தேவையான மூலகங்கள்

அங்கிகள் உயிர் வாழ்வதற்கு உணவு தேவை. பச்சை நிறத் தாவரங்கள் காபனீ ரொட்சைட்டு, நீர் ஆகிய மூலப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி ஒளித்தொகுப்பு மூலம் உணவைத் தயாரித்துக் கொள்கின்றன என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். காபனீரொட்சைட்டிலும் நீரிலும் காபன் (C), ஐதரசன் (H), ஒட்சிசன் (O) ஆகிய மூலகங்களே அடங்கியுள்ளன. வளியில் அடங்கியுள்ள காபனீரொட்சைட்டிலிருந்து காபன், ஒட்சிசன் ஆகியனவும் மண்ணீரிலிருந்து ஐதரசனும் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கின்றன.

தாவரக் கலங்களுள் மேற்குறிப்பிட்ட மூலகங்களும் மற்றும் பல மூலகங்களும் காணப்படுகின்றன. சில தாவரக் கலங்களுள் ஏறத்தாளத் தொண்ணூறு மூலகங்கள் வரை

அடங்கியுள்ளன என்பது மிக நுணுக்கமான பகுப்பாய்வுகளின் மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது. இவற்றுள் 16 மூலகங்கள் எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் தேவையானவையாகும். இப்பதினாறு மூலகங்களும் அத்தியாவசிய மூலகங்கள் எனப்படும். அத்தியாவசிய மூலகங்கள் பதினாறுள் ஒன்பது மூலகங்கள் அதிக அளவிலே தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படுகின்றன. இவை பெரும் மூலகங்கள் எனப்படும். காபன் (C), ஐதரசன் (H), ஒட்சிசன் (O), நைதரசன் (N), பொசுபரசு (P), பொற்றாசியம் (K), கல்சியம் (Ca) மக்னீசியம் (Mg), கந்தகம் (S) என்பனவே அவையாகும். ஏனைய மூலகங்கள் சிறு அளவுகளிலேயே தேவைப்படுகின்றமையால் அவை நுண் மூலகங்கள் எனப்படும்.

மூலகம்	பெற்றுக் கொள்ளும் தோற்றுவாய்	பெற்றுக் கொள்ளும் வடிவம்
ஐதரசன்	மண்ணீர்	H <sub>2</sub> O
ஒட்சிசன்	வளி	CO <sub>2</sub>
நைதரசன்	மண்ணீர்	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
காபன்	வளி	CO <sub>2</sub>
கந்தகம்	மண்ணீர்	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
பொசுபரசு	மண்ணீர்	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
பொற்றாசியம்	மண்ணீர்	K <sup>+</sup>
கல்சியம்	மண்ணீர்	Ca <sup>++</sup>
மக்னீசியம்	மண்ணீர்	Mg <sup>++</sup>
இரும்பு	மண்ணீர்	Fe <sup>++</sup> /Fe <sup>+++</sup>

அட்டவணை 17.1

இரும்பு (Fe), செம்பு (Cu), நாகம் (Zn), மங்கனீசு (Mn), போரன் (B), குளோரீன் (Cl) மொலித்தனம் (Mo) என்பன நுண் மூலகங்களாகும். பெரும் மூலகங்களும் நுண் மூலகங்களும் கூட்டாகத் தாவரப் போசணை மூலகங்கள் எனப்படும். ஒளித்தொகுப்பில் ஆரம்பித்து தாவரக் கலங்களுள் உண்டாகும் சேதனப் பொருள்களான காபோவை ரேற்று, புரதங்கள் போன்ற பல்வேறு சேர்வைகளையும் உற்பத்தி செய்வதற்காக மேற்குறிப்பிட்ட மூலகங்கள் அத்தியாவசியமானவையாகும். பொதுவாகப் பெரு மூலகங்களுடன் மாசுகளாக நுண் மூலகங்கள் சேர்ந்து காணப்படுகின்றன.

காபன், காபோவைதரேற்றுக்களைத் தொகுப்பதற்குத் தேவையான ஓட்சிசன் ஆகியவை தவிர்ந்த ஏனைய தாவரப் போசணை மூலகங்கள் பொதுவாகமண்ணிலிருந்தே பெற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றன. காட்டு நிலங்களிலே தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான போசணைப் பதார்த்தங்கள் குறைவின்றிக் காணப்படுகின்றன எனக் கொள்ளலாம். காட்டிலே தாவரங்கள் வளர்ந்து, இலைகள், கிளைகள் ஆகியன உதிர்ந்து இறுதியிலே காட்டினுள்ளேயே இறந்து மடிகின்றன. எனவே, மண்ணிலிருந்து அத்தாவரங்களினாற் பெற்றுக்கொள்ளப்படும் போசணை மூலகங்கள் ஏறத்தாழ அனைத்தும் அம்மண்ணுக்கு மீண்டும் கிடைக்கின்றன. பயிர்ச் செய்கை மேற்கொள்ளப்படும் நிலத்தின் நிலைமை இதனைவிட மிகவும் வேறுபட்டது. அறுவடையின்போது ஏறத்தாழ முழுத் தாவரமும் பயிரிடும் நிலத்திலிருந்து அகற்றப்படுகின்றது. எனவே, தாவரம் வளரும்போது நிலத்திலிருந்து பெற்றுக் கொண்ட போசணை மூலகங்கள் ஏறத்தாழ அனைத்துமே அறுவடையை அப்பறப்படுத்தும்போது பயிரிடும் நிலத்தில் இருந்து அகற்றப்படுகின்றன. பல தடவைகள் இவ்வாறாக அகற்றப்படும்போது அம்மண்ணின் வளம் குன்றுகின்றது. அம்மண்ணை மீண்டும் வள மூட்டுவதற்காகப் பசளையிடுதல் வேண்டும்.

தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்கள் ஒவ்வொன்றும் எந்தெந்த அளவுகளிலே தேவைப்படுகின்றன என்பது தாவர வகைகளுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. இம் மூலகங்கள் அயன்களாகவே நீருடன்சேர்ந்து தாவரங்களினுட் புகுகின்றன. கனி உப்புக்கள் தாவரங்களுக்குப் போதிய அளவுகளிற்

கிடைக்காவிடின் அத்தாவரங்கள் குறைபாட்டு நோய்களுக்கு ஆளாகின்றன. இலைகள் மஞ்சள் நிறமாக மாறுதல், வளர்ச்சி குன்றுதல், இலைகள் சுருங்குதல் போன்றவை அவற்றுட் சிலவாகும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களிலே நோய் அறிகுறிகளுக்கு ஏற்ப உரிய குறைபாட்டை இனங்கண்டு, அம் மூலகங்கள் அடங்கியுள்ள வளமாக்கிகளை மண்ணுக்கு இடுவதன் மூலம் அத்தாவரங்களுக்கு அவற்றைக் கிடைக்க வகை செய்யலாம். இவ்வாறாக வளமாக்கிகளை இடுதலால் தாவரங்களின் குறைபாடு நிவர்த்தியாக்கப்படும் (மேற் குறிப்பிட்ட நோய்க்குணக் குறிகள் தோன்றும் வேறு சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளன என்பதைக் கவனிக்க).

காபன், ஐதரசன், ஓட்சிசன் ஆகியவை தவிர்ந்தவிடத்து, பெரும் மூலகங்களுள் நைதரசன், பொசுபரசு, பொற்றாசியம் என்பனவே பெருமளவிலே தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படுகின்றன. பச்சை நிறத் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக் காலம் முழுவதிலும் நைதரசன், பொசுபரசு, பொற்றாசியம் ஆகிய மூலகங்கள் தேவைப்படுகின்றன. எனவே நைதரசன், பொசுபரசு, பொற்றாசியம் ஆகிய மூலகங்களே வளமாக்கிகளிலிருந்து மண்ணிற்குக் கிடைக்கின்றன. இவை முப்போசணை மூலகங்கள் (NPK) எனவும், அழைக்கப்படுகின்றன. கல்சியம், மக்னீசியம், கந்தகம் ஆகிய ஏனைய பெரும் மூலகங்கள் தவிர்ந்த விடத்து நுண் மூலகமாகிய இரும்பும் தாவரங்களின் நல்வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமானதாகும். நாகம், மங்கனீசு, போரன் போன்ற மற்றும் சில மூலகங்கள், சில இனப் பச்சை நிறத் தாவரங்களின் சில வளர்ச்சிப் பருவங்களில் மட்டுமே தேவைப்படுகின்றன (அட்டவணை 17.2).

## 17.2 வளமாக்கிகள்

பயிர்களிலிருந்து சிறந்த விளைச்சலைப் பெற்றுக்கொள்ள வேண்டுமெனின், மண்ணிற்கு குறைவடையும் மூலகங்களை சேதனப் பசளை மூலம் அல்லது இரசாயன வளமாக்கிகள் மூலம் மண்ணுக்குப் பெற்றுக் கொடுத்தல் வேண்டும். பசுந்தளிர்ப் பசளை, இலைசருகுகள், கலப்பு உரம் விலக்குக் கழிவுகள்

மூலகம்	பயன்கள்	குறை அறிகுறிகள்
நைதரசன்	சகல புரதங்களினதும் பச்சையத்தினதும் ஒரு கூறாகும்	வளர்ச்சி குறைந்த. குறளான தாவரங்கள் தோன்றல், பூத்தல் காலம் தாழ்த்தப்படல், பூக்கள் தோன்றியிருப்பின் அதன் மூலம் கிடைக்கும் பழங்களும் வித்துகளும் குறளாகிக் காணப்படும்.
கந்தகம்	தாவரப் புரதங்களின் ஒரு கூறாகும்	வளர்ச்சி குன்றுதல்
பொசுபரசு	தாவரப் புரதங்களின் ஒரு கூறாகும். சில நொதியங்களின் தொழிற்பாட்டுக்கு அவசியமானது. சில வேர்த் தொகுதிகளின் விரைவான வளர்ச்சிக்கு அவசியமானது	வளர்ச்சி குன்றுதல்
பொற்றாசியம்	தாவர இலைகளினதும் தாவரத் தண்டுகளினதும் வன்மையான பகுதிகளின் வளர்ச்சிக்கு அவசியமானது	தாவரத் தண்டுகள் நவிவடைதல் வித்துகள் சுருங்குதல். இலைகளின் நிறம் மாற்றமடைதல்
மக்னீசியம்	பச்சையத்தின் ஒரு கூறு	இலைகள் பச்சை சார்ந்த மஞ்சள் நிறமாக மாறுதல். தாவரம் வெளிறுதல் (பருத்தித் தாவரங்களில் ஊதாநிற இலைகள் தோன்றுதல்)
கல்சியம்	தாவரக் கலச் சுவர்களின் ஒரு கூறு	வேர்த் தொகுதி நவிவடைதல்
இரும்பு	பச்சையமணிகள் விருத்தி அடைவதைக் கட்டுப்படுத்தல்	ஒளித்தொகுப்பு குறைவடைதல் தாவரம் குறளாதல்

அட்டவணை 17.2

போன்றவை சேதனப் பசளை வகைகளுக்கான உதாரணங்களாகும். இவற்றை நேரடியாகவே பண்ணைகளிலிருந்து பெற்றுக் கொள்ள முடியும். இரசாயன வளமாக்கிகள் சேதனப் பசளைகளிலிருந்து பெருமளவு வேறுபட்டவை. அவை பல்வேறு இரசாயன பதார்த்தங்களைக் கொண்டவை. இரசாயன வளமாக்கிகள் தொழிற்சாலைகளிலே செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றமையால் அவை செயற்கை வளமாக்கிகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இரசாயன வளமாக்கிகளுடன் ஒப்பிடுகையில், சேதனப் பசளைகளில் அடங்கியுள்ள போசணை மூலகங்களின் செறிவு குறைவானது. எனவே, சேதனப் பசளை வகைகளைப் பெருமளவிற்கு பிரயோகித்தல் வேண்டும். சில வேளைகளில் சேதனப் பசளைக்கு மேலதிகமாக இரசாயன வளமாக்கிகளைப் பிரயோகிக்க வேண்டியும் ஏற்படுவதுண்டு. எனினும், சேதனப் பசளையைப் பிரயோகிப்பதால் பல நன்மைகள் கிடைக்கின்றன. சேதனப் பசளை இடுவதால் மண்ணின் அமைப்பு மாற்றமடைவதோடு நீரைத் தேக்கி வைத்திருக்கும் தன்மையும் அதன் வளியடக்கமும் அதிகரிக்கின்றன. அத்தோடு மண்ணில் வாழும் நுண்ணங்கிகளின் தொழிற்பாடு அதிகரிக்கின்றது. சேதனப் பொருள்கள் மிக மெதுவாகவே உக்குகின்றன. எனவே, சேதனப் பசளைகளில் அடங்கியுள்ள நைதரசன் நீண்ட காலம் வரை மண்ணுக்குள் விடுவிக்கப்படுகின்றது. எனினும், தாவரங்களுக்கு அவசியமான சில மூலகங்களைப் பெற்றுக் கொடுப்பதற்காக செயற்கை வளமாக்கிகளை அதிக அளவில் இடுவதால், அவை தாவரங்களில் நச்சுத்தன்மையை ஏற்படுத்துகின்றன.

### 17.3 மனித உடலின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்கள்

நாம் உட்கொள்ளும் உணவில் அடங்கியுள்ள காபோவைதரேற்றுக்கள், இலிப்பிட்டுக்கள் ஆகிய போசணைப் பதார்த்தங்கள் யாவும் காபன் (C) ஐதரசன் (H) ஓட்சிசன் (O) ஆகிய மூலகங்கள் ஒன்று சேர்வதாலே தோன்றிய சிக்கலான சேர்வைகளாகும். உதாரணமாக, எளிய காபோவைதரேற்றான குளுக்கோசின் இரசாயனச் சூத்திரம்  $C_6H_{12}O_6$  ஆகும். அதை விடச் சிக்கலான காபோவைதரேற்றான கரும்பு வெல்லத்தின்

இரசாயனச் சூத்திரம்  $C_{11}H_{22}O_{11}$  ஆகும். அத்தோடு, தியரீன், பாமிற்றீன் என்பன நாம் உணவாக உட்கொள்ளும் தேங்காய், ஆனைக் கொய்யா போன்றவற்றில் அடங்கியுள்ள இரு கொழுப்பு வகைகளாகும். அப்பதார்த்தங்களின் இரசாயனச் சூத்திரங்கள் முறையே  $C_3H_5CO_2C_{17}H_{35}$  உம்  $C_3H_5CO_2C_{15}H_{31}$  உம் ஆகும். இச்சூத்திரங்களின்படி அப்பதார்த்தங்களிலே காபன், ஐதரசன், ஓட்சிசன் ஆகிய மூலகங்களே அடங்கியுள்ளன (இங்கு தரப்பட்டுள்ள இரசாயனச் சூத்திரங்களை மனனஞ்செய்யத் தேவையில்லை).

புரதங்களிலே காபன், ஐதரசன், ஓட்சிசன் ஆகியவற்றுடன் நைதரசன் மூலகமும் அடங்கியுள்ளது. எனவே, விலங்குகளின் உடலில் அடங்கியுள்ள காபன், ஐதரசன், ஓட்சிசன், நைதரசன் என்பன காபோவைதரேற்று, புரதம், கொழுப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்ட உணவுகளிலிருந்தே கிடைக்கப்பெற்றுள்ளன.

காபோவைதரேற்றுக்கள், புரதங்கள், கொழுப்புகள் ஆகியவற்றுடன் பல கனியங்களும் உணவுப் பதார்த்தங்களிலிருந்து உடலுக்குக் கிடைக்கின்றன. கனியங்களால் உடலிற்குச் சக்தி வழங்கப்படுவதில்லை. எனினும், பற்கள், எலும்புகள், தசைகள், குருதி என்பவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் உயிர்த்தொழிற்பாடுகளைச் சிறப்பாக நடத்துவதற்கும் கனிப்பொருள்கள் அவசியமாகின்றன.

அட்டவணை 17.3 இற் காட்டப்பட்டுள்ள மூலகங்கள் ஏறத்தாழ அட்டவணையிலே தரப்பட்டுள்ள அளவுகளில் பொதுவாகத் தாவர உடலிலும் விலங்கு உடலிலும் அடங்கியுள்ளதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. இந்த அட்டவணைக்கு ஏற்ப, ஓட்சிசன், காபன், ஐதரசன், நைதரசன் ஆகிய மூலகங்கள் மனித உடலிலும், சோளத்தாவர உடலிலும் கூடுதலான அளவில் (நிறைக்கேற்ப) அடங்கியுள்ள மூலகங்களாகும் என்பது தெளிவாகின்றது. இவற்றை விட, இங்கு குறிப்பிடப்படாத ஏறத்தாழ 20 மூலகங்களும் அங்கிகளின் உடலில் அடங்கியுள்ளன என்பது பரிசோதனைகள் மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது. என்னும், இம்மூலகங்கள் மிக சொற்ப அளவுகளிலேயே காணப்படுகின்றன.



மூலகம்	குறியீடு	ஏறத்தாழ சோளத் தாவரம்	நிறைக்கேற்ப மனித உடல்
ஓட்சிசன்	O	75	65
காபன்	C	13	18
ஐதரசன்	H	10	10
நைதரசன்	N	0.45	3.3
சிலிக்கன்	Si	0.26	சொற்ப அளவு
பொற்றாசியம்	K	0.28	0.35
கல்சியம்	Ca	0.07	1.5
பொசுபரசு	P	0.06	1.0
மக்னீசியம்	Mg	0.06	0.05
சுந்தகம்	S	0.05	0.25
குளோரீன்	Cl	0.04	0.19
இரும்பு	Fe	0.03	0.005
மங்கனீசு	Mn	0.01	0.003
சோடியம்	Na	சொற்ப அளவு	0.24

அட்டவணை 17.3

அட்டவணை 17.3 இற் காட்டப்பட்டுள்ள மூலகங்கள் ஏறத்தாழ அவ்வளவுகளிலே தாவரங்களிலும் விலங்குகளின் உடல்களிலும் காணப்படுகின்றன.

உடலுக்கு அவசியமான மூலகங்கள் கிடைக்காதபோது விலங்குகளின் உடலில் நடைபெறும் உயிர்த் தொழிற்பாடுகள் சிறப்பாக நடைபெறுவதில்லை. உடலுறுப்புகள் சிறப்பாகத் தொழிற்படுவதில்லை. உடலிலே பல்வேறு குறைபாட்டு நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. எனவே, இம்மூலகங்கள் போதிய அளவில் உடலுக்குக் கிடைக்க வேண்டியது அவசியம்.

#### 17.4 விலங்குகளிலே தோன்றும் பல்வேறு போசணைக் குறைபாடுகள்

உடல் விரைவாக வளரும் இளம் பருவத்தில் உடலுக்குக் கல்சியம் (Ca), பொசு

பரசு (P) என்பன கூடுதலான அளவிலே தேவைப்படுகின்றது. இவை பல் வளர்ச்சிக்கும் என்பு வளர்ச்சிக்கும் மிக அத்தியாவசியமானவை. இவை போதிய அளவிற்கு கிடைக்காவிடின் என்புகள் விகாரமடைகின்றன. உடலுக்குப் போதிய அளவு இரும்பு Fe கிடைக்காவிடின் குருதிச் சோகை என்னும் நோய் தோன்றுகின்றது. குருதியில் அடங்கியுள்ள ஈமோகுளோபின் என்னும் நிறப்பொருளை உற்பத்தி செய்வதற்கு இரும்பு அவசியமானது. அதிக களைப்பு, கணுக்கால் வீக்கம், வெளிநில் என்பவை குருதிச் சோகையின் சில அறிகுறிகளாகும். வளரும்

கலியம்	பெருமளவில் அடங்கியிருக்கும் உணவு	குறைபாட்டினால் ஏற்படும் கோளாறுகள்
பொற்றாசியம்	தானிய வகைகள் மரக்கறி வகைகள், பழவகைகள்	தசைகள் நலிவுறல், இழையங்களிற் கிளைக்கோசன் குறைதல்
கல்சியம்	நெத்தலிக் கருவாடு போன்ற சிறிய கருவாடு வகைகள், கீரை வகைகள், பால், பாற்கட்டி	என்புகளதும் பற்களதும் வலிமை குறைதல், என்புகள் விகாரமடைந்து குட்டையாதல்
பொசுபரசு	சோயா அவரை, எள்ளு, மரமுந்திரிகை, பான், நெத்தலிக் கருவாடு போன்ற சிறிய கருவாட்டு வகைகள், முட்டை மஞ்சட் கரு	என்புகளதும் பற்களதும் வலிமை குன்றுதல், என்புகள் விகாரமடைதல், குட்டையாதல்
இரும்பு	வல்லாரைக் கீரை, சாரணைக் கீரை, ஈரல், பாகற்காய், கரட், பருப்பு, இறைச்சி சோயா அவரை	குருதிச்சோகை
அயடின்	கடலுணவுகள், அயடின் சேர்ந்த உப்பு	கண்டமாலை, குட்டையாதல்
புளோரீன்	பருகும் நீர்	பற்கள் சூத்தையாதல், பற்களிற் புள்ளிகள் தோன்றுதல்
சோடியம்	கறியுப்பு, இறைச்சி, பால், முட்டை	குமட்டல், கழிச்சல்நோய் கணைக்காற்றசைபுரள்தல்

பிள்ளைகள், கர்ப்பிணித்தாய் மார்கள் ஆகியோரிடையே இந்நோய் பெருமளவிற்காணப்படுகின்றது.

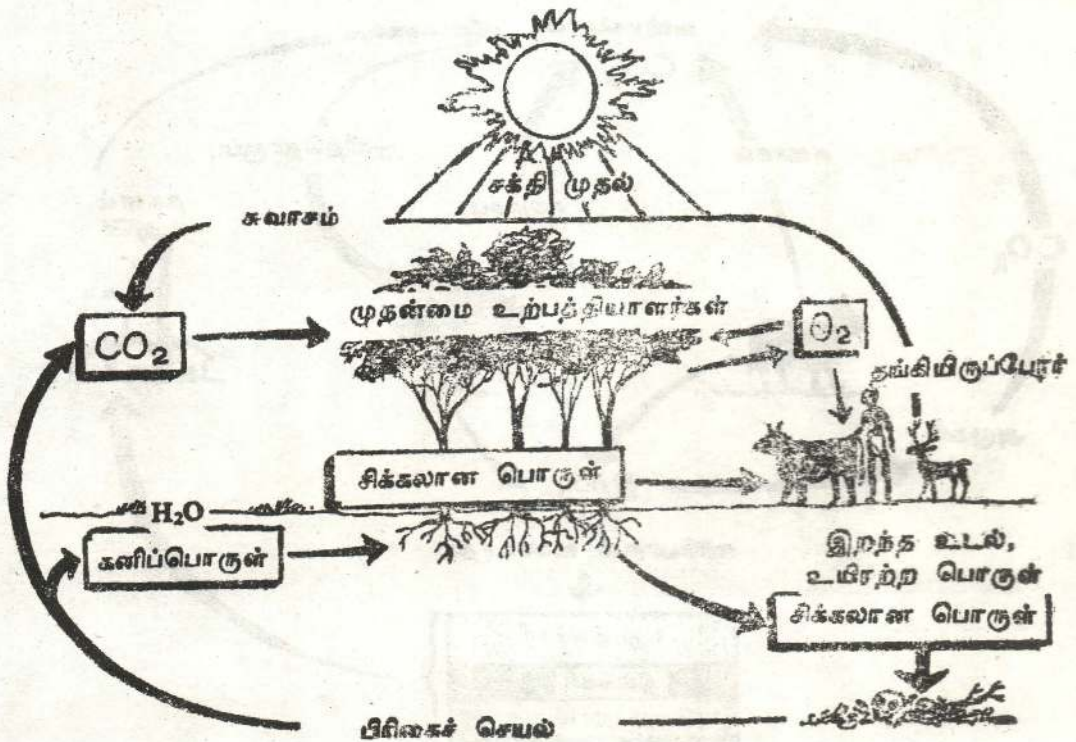
இவ்வொவ்வொரு கனிப்பொருள்களும் அடங்கியுள்ள விலங்குணவுகள் சிலவற்றின் பெயர்களும் அவற்றின் குறைபாட்டினால் ஏற்படும் கோளாறுகள் சிலவற்றின் பெயர்களும் அட்டவணை 17.4 இலே தரப்பட்டுள்ளன.

ஆரோக்கியமாக வாழ்வதற்கு உடலுக்குத் தேவையான அளவு கனியங்களைக்கொண்ட உணவுகளை உட்கொள்வது அவசியமானதாகும்.

### 17.5 பொருட்களின் வட்டங்கள்

எந்தவொரு சூழல் தொகுதியிலும் வாழ்கின்ற உயிரினங்கள் சூழலிலிருந்து சில பொருட்களைப் பெற்றுக்கொள்ளும். அதே வேளையில், சில பொருள்களைத் தமது சூழலுக்கு வெளிவிடுகின்றன. தாவரங்கள் வளிமண்டலத்திலிருந்து காபனீரொட்சைட்டு, ஓட்சிசன் ஆகியவற்றையும் மண்ணிலிருந்து நீர், கனியங்கள் ஆகியவற்றையும் பெற்றுக்கொள்கின்றன. தாவரக் கலங்களுள் நடைபெறும் இரசாயனத் தாக்கத்

திற்காகச் சூரிய கதிர்ப்புச்சக்தி உபயோகிக்கப்படுகின்றது. ஒரு சாகியத்தில் வாழும் எல்லா நுகரிகளுக்கும் தேவையான உணவுப் பொருள்களை அளிப்பது அங்குள்ள தாவரங்களே. காபோவைதரேற்று, புரதம், இலிப்பிட்டுபோன்ற சிக்கலான தூதாஇய்கள் உணவுச் சங்கிலி ஊடாகச் சென்று, விலங்குகளின் உடலினுட் புகும். தாவரங்களினதும் விலக்குகளினதும் சுவாசத்தின் போது, இச்சிக்கலான பொருள்களின் ஒரு பகுதி மாத்திரம் பிரிகையுற்று ஓரளவு காபனீரொட்சைட்டும் நீரும் சூழலுக்கு வெளிவிடப்படும். விலங்குகள் கழிக்கும் மலம், சிறுநீர் போன்ற கழிவுப் பொருள்களும் தாவரங்களினதும் விலங்குகளினதும் பகுதிகளும் இறந்த உடல்களும் சடத்துவ சூழலை அடைகின்றன. இறந்தச் சேதனப் பொருள்கள் எனப்படும் இவை சூழலின் ஒரு பாகமாக மாறும். விலங்குகளிலிருந்து அவற்றின் சடத்துவச் சூழலுக்குச் சேரும் பொருள்களுள் செலுலோசு, யூரியா போன்ற சிக்கலான பொருட்களும் அடங்கும். இப்பொருள்கள் நுண்ணணங்குகளின் தாக்கத்தால் திரும்பவும் பிரிகையுற்று, அவற்றின் கூறுகள் திரும்பவும் சூழலை அடைகின்றன.



படம் 17.1 பொருட்களின் வட்டம்

இவ்வாறு உணவுச் சங்கிலி ஊடாகப் பொருள்கள் கடத்தப்படும் போது அவை பல்வேறு விதமான மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்றன. முடிவில் ஆரம்ப நிலையிலுள்ள பொருள்களாகச் சடத்துவச்சூழலுக்கு வெளி விடப்படும். இவ்வாறு சடத்துவச் சூழலிற் பொருள்கள் சுற்றிச் செல்வது பொருள்களின் வட்டம் எனப்படும்.

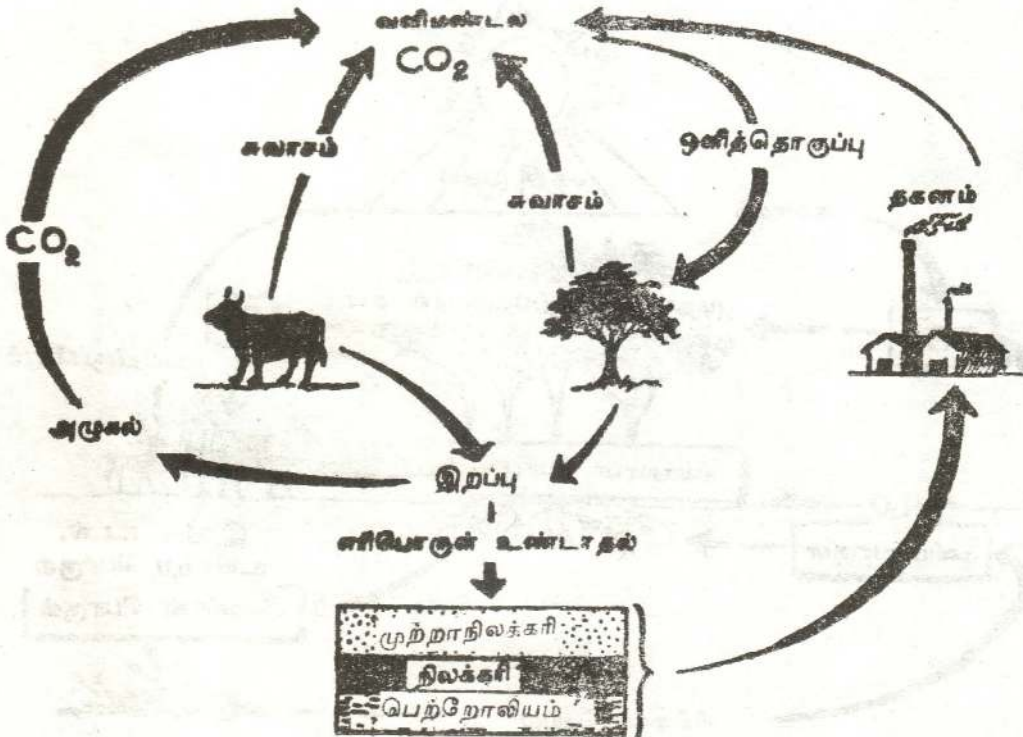
சூழற் தொகுதியினுள் வட்டமாகக் கடத்தப்படும் பொருள்களின் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன. அவை ஒட்சிசன், காபன், ஐதரசன், நைதரசன், பொற்றாசியம், கல்சியம், பொசுபரசு போன்றவையாகும். இம் மூலகங்கள் சில வேளைகளிற் சேர்வைகளாகவும் மற்றும் சில வேளைகளில் மூலகங்களாகவும் அமையும். ஆயினும், எந்த ஒரு மூலகமும் சுயாதீனமாக சூழல் தொகுதியில் கடத்தப்படமாட்டாது. ஒவ்வொரு மூலகமும் கடத்தப்படுதல் மற்றைய மூலகங்கள் கடத்தப்படுதலுடன் தொடர்புடையது. ஆயினும், நாம் இலகுவாகக் கற்பதற்காக ஒவ்வொரு மூலகமும் கடத்தப்படுவதைத் தனித்தனியாக உற்று நோக்குவோம். முதலாவதாகக் காபன் மூலகம் சூழல் தொகுதியினுள் கடத்தப்படும் முறையை ஆராய்வோம்.

### 17.5.1 காபன் வட்டம்

நமது சூழலிலுள்ள வளயில் அண்ணளவாகக் காபனீரொட்சைட்டு 0.04% உள்ளது. தாவரங்களிலும் விலங்குகளும் தொடர்ச்சியாக நடைபெறும் சுவாசச் செயற்பாட்டின் போது காபன் அடங்கும் சேர்வைகளைப் பிரிகையடையச் செய்யும் தாக்கங்களின் மூலம் வளிமண்டலத்திற்குக் காபனீரொட்சைட்டு சேரும். இங்கு எல்லாத் தாக்கங்களையும் காட்டுதல், கடினமாகையால் தாக்கத்தின் ஆரம்பக் கூறுகளும் (தாக்கிகளும்) விளை பொருள்களும் மாத்திரம் காட்டப்பட்டுள்ளன.



தாவரங்களும் விலங்குகளும் இறந்து போகும்போது அப்பாகங்களின்மேல் சில நுண்ணங்கிகள் (பற்றீரியங்களும் பூஞ்சணங்களும்) தாக்குவதன் காரணமாக வெளிவிடப்படும் காபனீரொட்சைட்டு வளியுடன் சேருகின்றது. மேலும், டீசல், நிலக்கரி, விறகு போன்ற எரிபொருள்கள் எரிக்கப்படும் போதும் எரிமலை செயலுறும்போதும் அதிக அளவிலான காபனீரொட்சைட்டு வளியுடன் சேரும்.



பகல் நேரங்களில் ஒளித்தொகுப்பிற்காக வளிமண்டலத்திலுள்ள காபனீரொட்சைட்டு பச்சை நிறத் தாவரங்களினால் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றது. ஆயினும், இச்செயற் பாட்டினால் வளிமண்டலத்திலுள்ள காபனீரொட்சைட்டு குறைவுறுவது மிகச் சிறிய அளவிலேயே ஆகும்.

சூரிய ஒளி

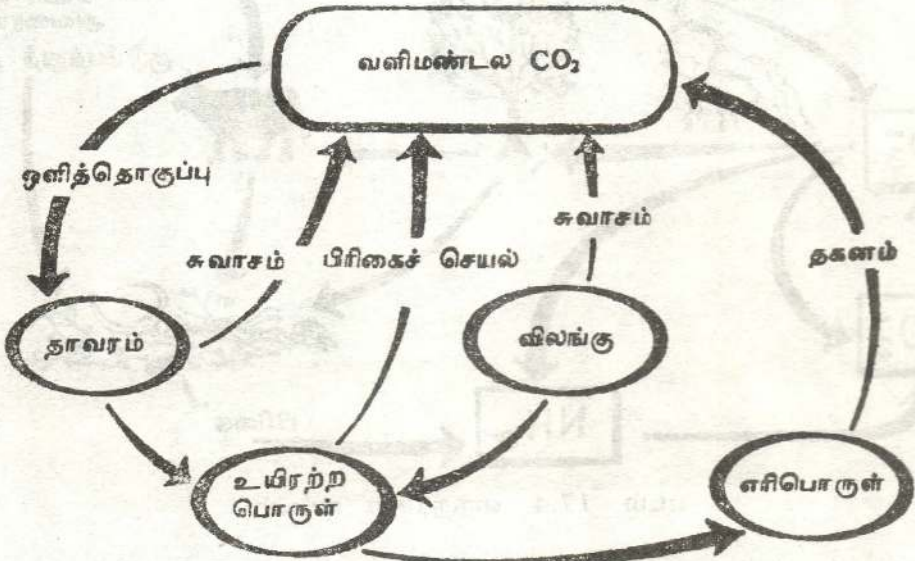


பச்சையம்

மேலும் சில இரசாயனப் பொருள்களினாற் காபனீரொட்சைட்டு வாயு உறிஞ்சப் படுகின்றது. உதாரணமாக, சுண்ணாம்புச் சாந்து திண்மமாகும்போது கல்சியம் ஐதரொட்சைட்டு வளியிலுள்ள காபனீரொட்சைட் வாயுவை உறிஞ்சுவதன் மூலம் கல்சியம் காபனேற்றாக மாற்றமடையும். விலங்குகள் தாவரப் பகுதிகளை உணவாக உட்கொள்ளும்போது, தாவரங்களில் உண்டாக்கப்படும் காபன் சேர்வைகள் விலங்குகளின் உடலிலுள் உட்புகும்.

## 17.5.2 நைதரசன் வட்டம்

வளியில் 80% நைதரசன் வாயு அடங்கியுள்ளது. ஆயினும், வளியிலுள்ள நைதரசன் வாயுவை நேரடியாக உபயோகிப்பதற்குத் தாவரங்களினால் முடியாது. வளியிலுள்ள நைதரசனைப் பெற்று அதைப் பயனுள்ள சேர்வையாக மாற்றும் ஆற்றல் எல்லாத்தாவர இனங்களுக்கும் இல்லை. ஆயினும் போஞ்சி, பயறு போன்ற அவரைக்குடும்பத் தாவரங்களின் வேர்க்கணுக்களிற்காணப்படும் இறைசோபியம் என்னும் பற்றீரிய இனம் இவ்வாற்றலைக் கொண்டுள்ளது. தாவர வேர்களில் இறைசோபியம் பற்றீரியங்கள் காணப்படும் இடங்கள் வேறுபட்ட வளர்ச்சியைக் காட்டும். இவை வேர்க்கணுக்கள் எனப்படும். மேலும் வயல்களில் காணப்படும் நீலப் பச்சைநிற அல்காக்களும் வளிமண்டல நைதரசனைப் பதிக்கும் ஆற்றல் உடையவை.

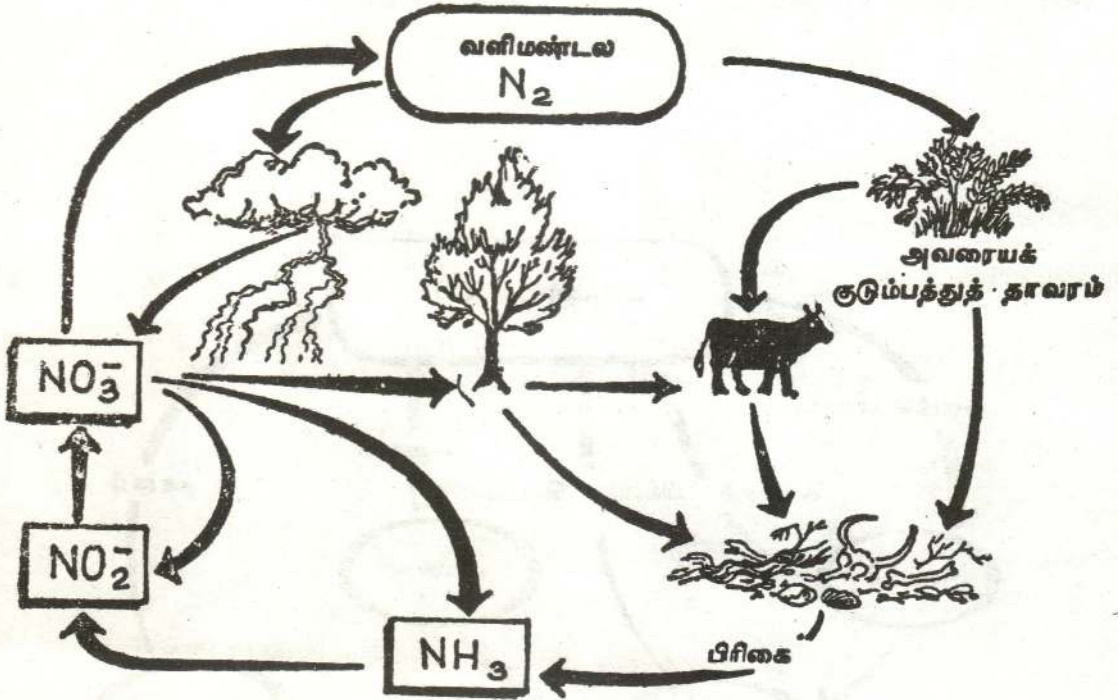


படம் 17.3 காபன் வட்டம்

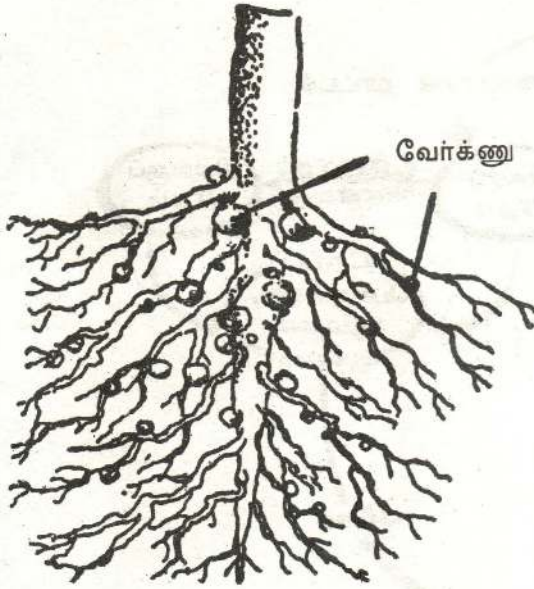
தாவரங்களினதும் விலங்குகளினதும் உடலில் நைதரசன் முக்கியமாகப் புரத வடிவிலேயே காணப்படும். இவற்றில் ஒரு பாகம் விலங்குகளின் கழிவுப் பொருள்களுடன் வெளியேறும். தாவரங்களும் விலங்குகளும் இறக்கும்போது அவற்றின் உடல்கள் சில வகைப் பற்றீரியங்களினதும் பூஞ்சணங்களினதும் உதவியாற் பழுதடைகின்றன. அப்போது அவற்றிலுள்ள புரதம் அமோனியாவாக மாறும். இவ்வாறு பிறக்கும் அமோனியா வேறு பற்றீரியா இனங்களினால் நைத்திரேற்றுச் சேர்வைகளாக ஒட்சியேற்றப்பட்டு, பின்னர் நைத்திரேற்றுச் சேர்வைகள் மண்ணிலுள்ள வேறு பற்றீரியங்களால் நைத்திரேற்றுச் சேர்வைகளாக ஒட்சியேற்றப்படும். தாவரங்கள் நைதரசனை முக்கியமாக உள்ளெடுப்பது நைத்திரேற்றுச் சேர்வைகளாகவேயாகும். மண்ணிலுள்ள நைத்

திரேற்றை நைதரசனாக மாற்றி வளியுடன் சேர்க்கும் (நைதரசனிறக்கும்) பற்றீரியங்களும் உள. இவற்றின் தாக்கங்களினால் மண்ணிலுள்ள நைத்திரேற்றுக்களின் ஒரு பகுதி தாவரங்களுக்குக் கிடைக்காமற் போகின்றது.

வளியிலுள்ள நைதரசனை வேறு வழிகளிலும் நைத்திரேற்றாக மண் பெறுகின்றது. மின்னல் வளியில் ஏற்படும் ஒரு தாக்கமாகும். மின்னலின்போது வளியிலுள்ள நைதரசனும், ஒட்சிசனும் ஒன்று சேர்ந்து நைதரசன் ஒட்சைட்டை உண்டாக்கும். இந்த ஒட்சைட்டு நீருடன் தாக்கமுற்று அமிலமாகத் தரையை அடையும். மண்ணில் இது நைத்திரேற்றாக மாறும்.



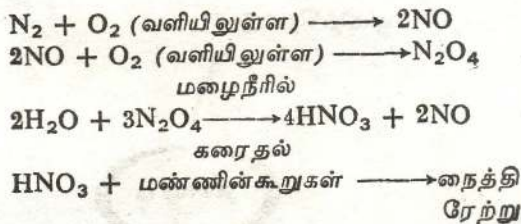
படம் 17.4 நைதரசன் வட்டம்



வளிமண்டலத்தில் அடங்கியுள்ள ஒட்சிசன் அகற்றப்படுகின்றது. எனினும் வளிமண்டலத்தில் உள்ள ஒட்சிசனின் அளவு மாறாமல் இருக்கின்றது. பச்சைநிறத் தாவரங்களில் நடைபெறும் ஒளித்தொகுப்பின்போது ஒட்சிசன் வளிமண்டலத்துக்கு விடுவிக்கப்படுவதே இதற்கான காரணமாகும்.

### படம் 17.5 அவரைக் குடும்பத் தவாரமொன்றின் வேர்

மின்னல் உண்டாகும்போது நடைபெறும் இரசாயனத் தாக்கம்



### 17.5.3 ஒட்சிசன் வட்டம்

எம்மைச் சூழவுள்ள வளிமண்டலத்தில் ஏறத்தாழ 20% இல் ஒட்சிசன் வாயு அடங்கியுள்ளது. அங்கிகள் சுவாசத்திற்காக வளிமண்டலத்திலிருந்து ஒட்சிசன் வாயுவை பெற்றுக்கொள்கின்றன. எரிபொருள் தகன மடையும்போது வளிமண்டல ஒட்சிசன் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறாகச் சுவாசத்தின் மூலமும் தகனத்தின் மூலமும்

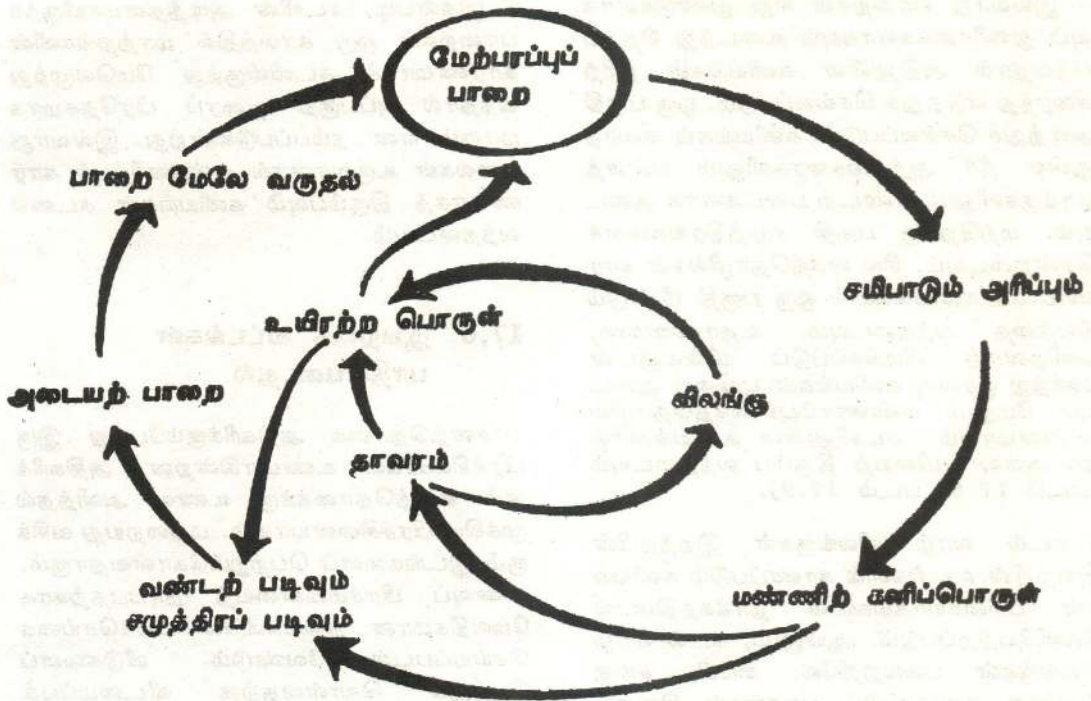
### 17.5.4 கனிய வட்டம்

காபன், ஒட்சிசன், நைதரசன் வட்டங்கள் சூழலிற் காணப்படும் முக்கியமான வட்டங்களாகும். கனியங்கள், நீர் போன்ற வேறு பதார்த்தங்களும் சூழலில் வட்டச் செய்கைக்கு உட்படுகின்றன.

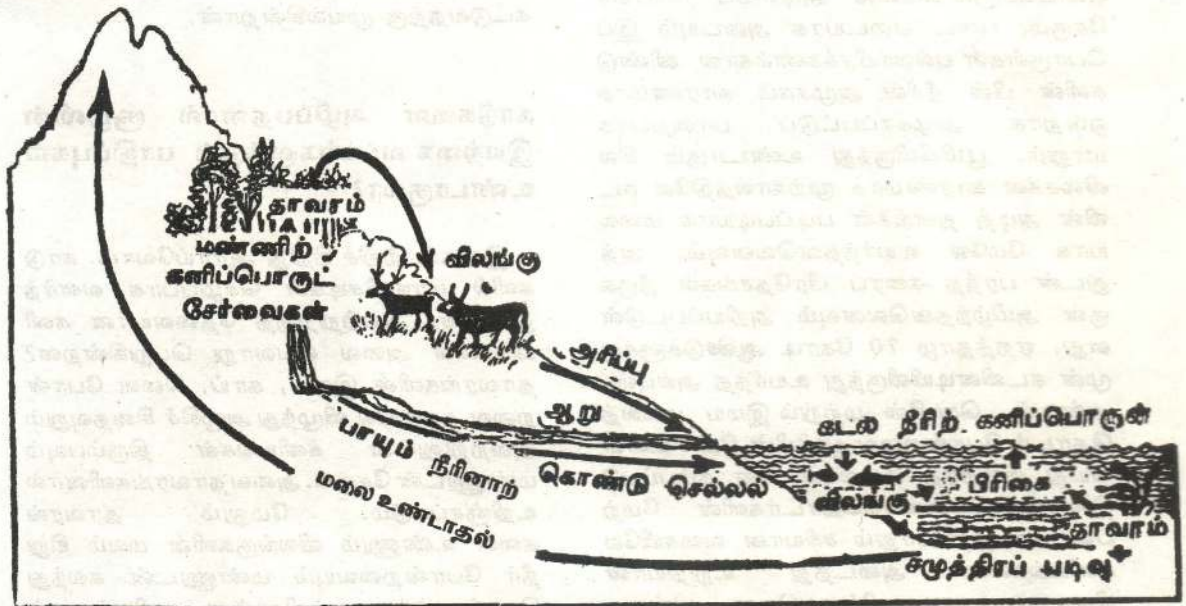
அளவிற் பெரியதாகவும் கடினமானமான கற்கள் (பாறைக்கற்கள்) குறிப்பிட்ட காலம் சென்ற பின் இயற்கைத் தாக்கங்களின் பலனாகச் சிறு துகள்களாக உடைந்து போகும். சூழல் வெப்பநிலை, காற்று, நீர் ஆகியவை காரணமாகப் பாறைகள் உடைந்து மண் உண்டாகும். உயிரினங்களின் சில செயல்களும் இதற்கு உதவும். பாறைகளிலுள்ள துளைகளினிடையே தாவர வேர்கள் உட்சென்று வளருவதால் பாறைகள் வெடிகின்றன. மேலும், மனிதன் இயந்திரங்கள், வெடி மருந்துகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திப் பெரிய மலைகளைத் தகர்ப்பதும் பாறைகள் சிதைவுறுவதற்குக் காரணமாய் அமையும். பூமியதிர்ச்சி, பூகம்பம், மண் சரிவுகள் போன்ற புவி அசைவுகளின் காரணமாகவும் பாறைகள் உடைந்து சிதறுகின்றன.







படம் 17.8 கனிய வட்டம்



படம் 17.9 கனிய வட்டம்

இவ்வாறு பாறைகள் சிறு துண்டுகளாகவும் துணிக்கைகளாகவும் உடைந்து சிதறப் படுவதால் அதிலுள்ள கனியங்கள் நீரிற் கரைந்து எடுத்துச் செல்லப்படும். ஒரு பகுதி அடித்துச் செல்லப்படும். கனியங்கள் கரைந்துள்ள நீர் ஆற்றங்கரைகளிலும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் வண்டற் படைகளாக அடையும். மற்றொரு பகுதி சமுத்திரங்களைச் சென்றடையும். சில கைத்தொழில்கள் காரணமாகக் கனியங்களில் ஒரு பகுதி மீண்டும் நிலத்தை வந்தடையும். உதாரணமாக, மனிதனாற் பிடிக்கப்படும் மீன்களுடன் சேர்ந்து ஓரளவு கனியங்கள் புவியை அடையும். மேலும், சுண்ணாம்புக் கைத்தொழில் காரணமாகவும் கடலிலுள்ள கனியங்களில் ஓர் அளவு பூமியைத் திரும்ப வந்தடையும் (படம் 17.8, படம் 17.9).

கடல் வாழ் விலங்குகள் இறந்தபின் அவற்றின் உடல்களில் காணப்படும் கனியங்கள் பிரிகையாக்கிகளின் தாக்கத்தினால் வெளியேற்றப்படும். ஆயினும், கடல் வாழ் விலங்குகள் பலவற்றிலே, சிப்பி, சங்கு போன்ற வன்கூட்டுப் பாகங்கள் சிதைவடையமாட்டா. இவ்வாறான விலங்குகள் இறந்த பின் அவற்றின் வன்கூடுகள் கடலின் அடியிலுள்ள மண்ணுடன் சேரும். மேலும் திண்மங்களாகக் உடலை வந்தடைகின்ற கனியங்களும் கடலின் அடியைப் போய்ச் சேரும். படை படையாக அடையும் இப் பொருள்கள் பல்லாயிரக்கணக்கான னிண்டுகளின் பின் நீரின் அழுக்கம் காரணமாக ஒன்றாக அழுக்கப்பட்டுப் பாறையாக மாறும். பூமியிலிருந்து உண்டாகும் சில விசைகள் காரணமாக முற்காலத்திலே கடலின் அடித் தளங்கள் படிப்படியாக மலையாக மேலே உயர்ந்தனவெனவும், அத்துடன் பரந்த கரைப் பிரதேசங்கள் நீருக்குள் அமிழ்ந்தனவெனவும் அறியப்பட்டுள்ளது. ஏறத்தாழ 70 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் கடலினடியிலிருந்து உயர்ந்த அல்பஸ், அன்டீஸ், ரொகீஸ் மற்றும் இமய மலைத் தொடர் போன்றவை பூமியின் மேல் உள்ள வயது குறைந்த மலைகள் என நம்பப்படுகின்றது. இம்மலைத்தொடர்களின் மேற்படைகள் தற்போதும் சரியான வகையிலே கனியங்களை அடைத்து உறுதியான நிலையை அடையவில்லையென விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றார்கள்.

இதன்படி, கடலின் அடித்தளமாயிருந்த பாறைகள் ஒரு காலத்தில் மாற்றங்களின் காரணமாகக் கடலிலிருந்து மேலெழுந்து வந்தால் அப்பகுதி தரைப் பிரதேசமாக மாறும் என நம்பப்படுகின்றது. இவ்வாறு மலைகள் உருவானால் மண்ணரிப்புக் காரணமாகத் திரும்பவும் கனியங்கள் கடலை வந்தடையும்.

## 17.6 இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்படைதல்

சனத்தொகை அதிகரிக்கும்போது இரு பிரச்சினைகள் உண்டாகின்றன. அதிகரிக்கும் சனத்தொகைக்கு உணவு அளித்தல் முக்கிய பிரச்சினையாகும். மற்றையது வசிக்கும் இடங்களைப் பெற்றுக்கொள்வதாகும். உணவுப் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்காக மேலதிகமான நிலங்களிலே பயிர்செய்கை செய்யப்படல் வேண்டும். வீடுகளைப் பெற்றுக் கொள்வதற்கு வீடமைப்புத் திட்டங்களை அமைத்தல் வேண்டும். இவற்றிற்குத் தேவையான நிலத்தைப் பெற்றுக் கொள்வதற்குக் காடுகளை அழித்தல் வேண்டும். அனேகமாக மனிதன் இன்று மலைச் சரிவுகளையும் துப்புரவாக்கி வீடுகளைக் கட்டுவதற்கு முயல்கின்றான்.

காடுகளை அழிப்பதனால் சூழலின் இயற்கை வட்டங்களுக்கும் பாதிப்புகள் உண்டாகுமா?

இதைப்பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம். காடுகளில் மரஞ்செடிகள் செழிப்பாக வளர்ந்துள்ளன. அவற்றிற்குத் தேவையான கனியங்களை அவை எவ்வாறு பெறுகின்றன? தாவரங்களின் இலை, காய், கிளை போன்றவை தரையில் விழுந்து அழுதிச் சிதைவுறும் அவற்றிலுள்ள கனியங்கள் திரும்பவும் மண்ணுடன் சேரும். அவை தாவரங்களினால் உறிஞ்சப்படும். மேலும் தாவரங்களை உண்ணும் விலங்குகளின் மலம் சிறு நீர் போன்றவையும் மண்ணுடன் கலந்து கொள்ளும். அவற்றிலுள்ள கனியங்களும் தாவரங்களினால் உறிஞ்சப்படும். இச்செயற்

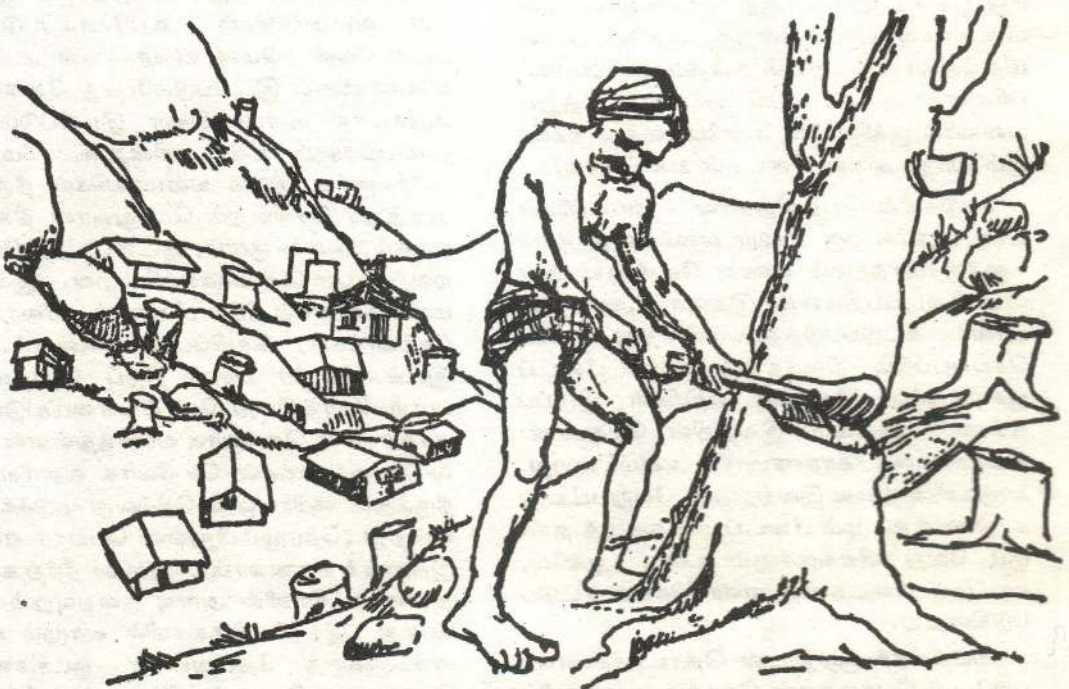
பாடுகள் ஒரு கழற்சி முறையில் நடைபெறும். இதனால் மரங்களுக்குக் கனியங்கள் குறைவில் கிடைத்துக்கொண்டிருக்கும்.

எனினும், காட்டை அழித்துப் பயிர் நிலமாக மாற்றும்போது இந்நிலைமை மாற்ற.. அடையும் விளைந்த பொருள்களைப் பயிர் நிலத்திலிருந்து அகற்றும்பொழுது, அதனுடன் மண்ணிலிருந்து தாவரங்கள் பெற்ற கனிய உப்புக்களையும் விளை நிலத்திலிருந்து அகற்றுகின்றோம் அதனால் சில போகங்கள் விளைச்சலுக்குப் பின்பு நிலத்தில் கனியங்கள் குறைந்து போகின்றன. இந்நிலையைத் தவிர்த்துக்கொள்வதற்காக நிலத்திற்குப் பசளையிட வேண்டி நேரிடும்.

இயற்கைக் காடுகளிலே மேற்படை மண்ணிற் சிதைவுறும் இலை குழைகள் நிறைந்திருக்கும். மூடு தாவரங்கள் மூடு படையாகச் செயற்படுவதனால் மழைநீர் நேரடியாக நிலத்தின் மேலே விழுவதில்லை. மழைத் துளிகள் இலைகளின் மேலே விழுவதால் வேகம் குறைவுற்ற நீர்த் துளிகளே

தரையை வந்தடைகின்றன இதனால் மண்ணின் மேற்படை உடையவோ கரைந்து போகவோ மாட்டாது மேலும் மழை நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தினுட் செல்லும் அப்பொழுது நிலத்தின் அடியிலுள்ள நீர் மட்டம் மேலும் உயரும் இதனால் நீர் ஊற்றுக்கள் வற்றாமல் இருக்கும்

தாவர மூடுபடை அழிக்கப்படும்பொழுது மழைநீர் திறந்துள்ள நிலத்தில் வேகமாக விழும் கட்டுப்பாடற்ற முறையில் வேகமாக நீர் நிலத்தின் மேலே விழுந்து வருவதால் அதனுடன் உக்கலுடன் கூடிய வளமான மேற்படை மண்ணும் அடித்துச் செல்லப்படும் ஆகவே, மண்ணின் வளம் குறைந்துபோகும் மேலும், மண் மேற்படையில் களிமண் துகள்கள் படிவதால் நீர் நிலத்தினுள் வடிந்து செல்வது குறையும் இதனால், நில நீர் மட்டம் நீரைக் குறைவாகவே பெறும் ஆகவே, ஆண்டின் சில காலங்களில் நீர் ஊற்றுகள் வற்றிப்போகும். இதனால் காடுகளை அழித்தால் நீர் வட்டம் பாதிப்பும்.



மலைச் சரிவுகளிலுள்ள காடுகளை அழிப்பது இன்று பரவலாகக் காணக்கூடிய நிகழ்ச்சியாய் உள்ளது (படம் 17.10). சிலர் மலை உச்சிகளைக்கூட வெளியாக்கி வீடுகளை அமைத்துக் கொள்கின்றார்கள். இதனால், சூழல் மிகக்கூடிய அளவிற்கு பாதிப்படைகின்றது. சரிவு அதிகரிக்குமாயின், திறந்துள்ள மண், நீரினால் எடுத்துச் செல்லப்படல் அதிகமாகும். இம்மண் நதிகள், நீர் நிலைகள், குளம், குச்சடைகள் போன்றவற்றிற்கு போய் அடையும். களிமண் அடைவதால் நீர் நிலைகளின் ஆழம் குறையும் இதனால் மழைக்காலங்களிலே சொற்ப அளவில் மழை பெய்தாலும் வெள்ளப் பெருக்கு ஏற்படக்கூடும்.

பயிர் நிலங்களைத் தயார் செய்து பயிர் செய்யும்போது மற்றுமோர் சிக்கல் உண்டாகின்றது. இப்பயிர் நிலங்களில் பீடைகளின் தொல்லை அதிகரிக்கின்றது. இயற்கைக் காடுகள் பீடைப்பூச்சித் தொல்லையினாற் பாதிப்புறுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் என்ன? விளைச்சல் நிலங்களில் ஓரின அல்லது ஈரினத் தாவரங்களே பயிரிடப்படுகின்றன. ஆகவே, இத்தாவரங்களை நுகரும் சிறு பூச்சி புழுக்களுக்குத் தேவையான அளவில் உணவு கிடைக்கின்றது. ஆகவே, அவை மிக வேகமாகப் பரவும் தன்மையுடையவை. (விளைச்சலுக்குப் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும் வகையில் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது அவை பீடைகள் எனப்படும்).

காடுகளில் பலவிதமான தாவரங்கள் உள். ஆகவே ஒரு தாவர வகையினது நுகரிகளுக்கு மாத்திரம் உணவு வேண்டிய அளவில் கிடைப்பதில்லை. இதனால் அவற்றின் பரவல் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. பயிர் செய்யப்படும் நிலத்திற்கு வரும் பீடைப் பூச்சிகளுக்கு இயற்கை எதிரிகள் இருப்பதில்லை. இதுவும் இவற்றின் வேகமான வளர்ச்சிக்குக் காரணமாய் அமைகின்றது. காடுகளின் நிலை இவற்றிற்கு வேறுபட்டது காடுகளில் வாழும் பீடைப்பூச்சிகளைத் தாக்கும் வேறு விலங்குகளும் உள். ஆகவே, காட்டில் பீடைகளின் எண்ணிக்கை கட்டுப்படுகின்றது.

இயற்கைச் சூழலுடன் தொடர்ச்சியாகப் பல்வேறு பொருள்கள் சொற்ப அளவுகளில் ஒன்று சேர்கின்றன. அதேவேளையில் சில

பொருள்கள் இயற்கையாகவே சூழலிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன. இயற்கைச் சூழலிலுள்ள நீர், ஓட்சிசன், கபன், நைதரசன் கனிய உப்புக்கள் போன்றவை யாவும் இயற்கையாகவே சூழலிலிருந்து உயிரினங்களுக்குள்ளும் உயிரினங்களிலிருந்து சூழலுக்கும் சுற்றிச் செல்வதாக முன்பு படித்தீர்கள். ஒரு பொருள் சொற்ப அளவில் அல்லாமல் பெருமளவிற்கு சூழலுடன் சேருமாயின், மேற்கூறிய இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்படையும். இதனால் மனிதனுக்கும் விலங்குகளுக்கும் நீண்ட காலத்திற்குக் கெடுதிகள் உண்டாகும். இந்நிலையே சூழல் மாசுறல் எனப்படும். சூழல் மாசுறல் நிலை ஏற்படுவது தாவரங்களினாலோ விலங்குகளினாலோ அன்று. அவ்வாறான நிலை உண்டாவது மனிதனின் ஆராய்வின்றிய செயற்பாடுகளினாலேயாகும். ஆகவே, சூழலுக்குக் கெடுதலை விளைவிப்பது மனிதன் மாத்திரமே எனக்கூறப்படுகின்றது.

## 17.7 சூழல் மாசுறல் இரசாயன வளமாக்கிகள்

விளைச்சலை அதிகரிப்பதற்காக இரசாயன வளமாக்கிகள் உபயோகப்படுத்தப்படல் வேண்டுமென விவசாயிகள் அறிவர். வளமாக்கிகள் இடப்படும்போது தேவைக்கு அதிகமாக வளமாக்கிகள் இடப்படும் சந்தர்ப்பங்களும் உண்டாகின்றன. மேலும், பயிர்களுக்கு இடும் வளமாக்கிகள் நீருடன் அடித்துச் செல்வதும் பொதுவான நிகழ்ச்சியாகும். அவை குளம், குட்டை, நதி போன்றவற்றுடன் போய்க் கலக்கின்றன. இவ்வளமாக்கிகளினால் நீரில் மிதக்கும் தாவரங்கள் (அல்காக்கள்) செழிப்பாக வளரும். சில இடங்களில் நீர் பச்சை நிறப் போர்வையினாற் போத்தியது போற் காணப்படுமாறு தாவரங்கள் செறிவாக வளர்ந்துள்ளன. இவ்வாறு அல்காக்கள் செறிவாக வளர்வதால் நீருக்குள் சூரிய ஒளி செல்வது தடுக்கப்படுகின்றது (கொழும்பிலுள்ள பெயரா ஏரியில் இதனைக் காணலாம்). ஆகவே நீரிற் கரைந்துள்ள ஓட்சிசனின் அளவு குறைவுறும். அப்போது, இந்நீர் நிலைகளில் வாழும் உயிரினங்களுக்குத் தேவையான ஓட்சிசனைப் பெறமுடியாதுபோகும். இதனால் நீர்நிலை பழுதடையும்.

மேலும் இரசாயனப் பசளைகளை அதிக அளவிற் பயன்படுத்துவதால் மண்ணின் நுண்ணங்கிகளுக்கும் பாதிப்பு உண்டாகும்.

இதனால், நைதரசன் வட்டம் போன்ற இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்படையும். தேவை ஏற்படும்போதெல்லாம் சேதனப் பசளைகளை உபயோகிப்பின் மண்ணின் வளம் அதிகரிக்கும். இலைச் சருகுகள், கூட்டுப் பசளை போன்றவற்றை இதற்கு உபயோகிக்கலாம். இவை மெதுவாகச் சிதவடைந்து தாவரங்களுக்குத் தேவையான போசணைகளை அளிக்கும். அத்துடன் மண்ணில் வாழும் நுண்ணங்கிகளின் வாழ்க்கைக்கும் பயனுள்ளதாயிருக்கும்.

### பூச்சிகொல்லி

குழல் மாசுறுவதற்கு மற்றுமோர் காரணம், சிந்தனையற்ற முறையில் இரசாயனப் பூச்சிகொல்லி வகைகளை உபயோகித்தலாகும். பீடைப்பூச்சிகளை இலகுவாக ஒழிப்பதற்கு அதிக செறிவிலுள்ள பூச்சி கொல்லிகளைக் கமக்காரர்கள் உபயோகிப்பார். இப்பூச்சி கொல்லி மருந்துகள் குளம், குட்டை, ஆறு போன்ற நீர் நிலைகளை மட்டுமன்றி நில நீருடனும் கலந்து கொள்கின்றன. இவை தாவரங்கள், விலங்குகள், மனிதன் ஆகிய எல்லா உயிரினங்களின் உடலினுள்ளும் நீருடன் புருந்துவிடுகின்றன. உடம்பினுட் குறிப்பிட்ட செறிவுக்கு மேலாக இப்பூச்சி கொல்லிகள் சேரும்பொழுது உடல் பல வகையான நோய்களுக்கு ஆளாகின்றது. சில வேளைகளில் இதன் விளைவால் உடலுக்கு ஆபத்தும் நேரிடக் கூடும். மேலும், மண்ணில் வாழும் நுண்ணங்கிகளும் பூச்சி கொல்லிகளினால் அழிக்கப்படுகின்றன. இதனால் காபன் வட்டம், நைதரசன் வட்டம் போன்ற இயற்கை வட்டங்கள் பாதிப்புறுகின்றன.

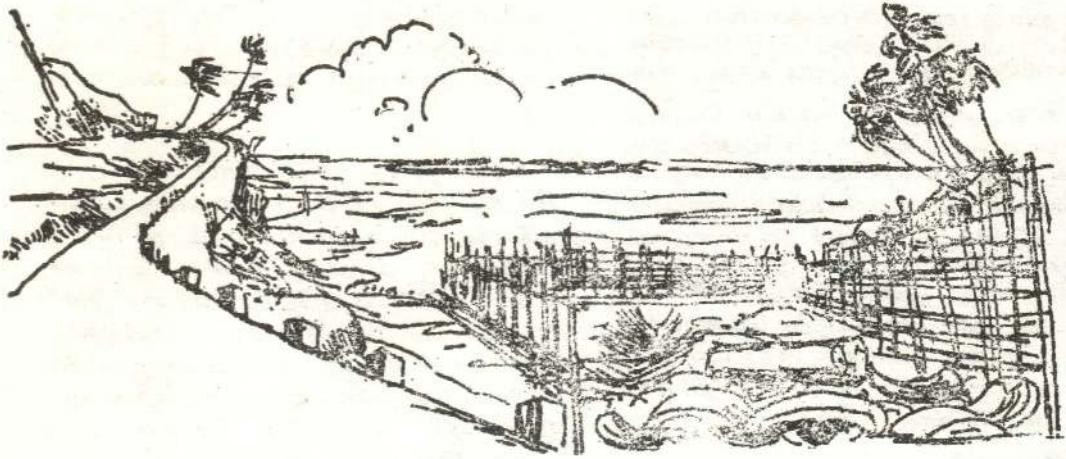
பூச்சிகொல்லிகள் பயன்படுத்தப்படுவதால் பயிரிடும் நிலங்களுக்கு அருகிற் காணப்படும் பறவைகளும் பாதிப்படைவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது கொக்குகள், நாரைகள், மீன் கொத்திகள் போன்ற பறவைகளின் உணவுடன் பூச்சிகொல்லிகள் கலந்துகொள்வதால் அவை இடும் முட்டைகளின் கோது மெலிவடைவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால், அடைக்காக்கும்போது அவை

உடைந்து போகும். எனவே, இவற்றின் இனப்பெருக்கம் குறைந்துபோய் இப்பறவைகள் ஒழிந்துபோகும் அபாயம் உண்டாகின்றது.

உயிரினவியற் கட்டுப்பாடு முறைகளை கையாளப்படுமாயின் இயற்கைச் சூழலுக்கு அதிக பாதிப்பு உண்டாகமாட்டாது. பயிரிற் பரவியுள்ள பீடைப்பூச்சிகளின் இயற்கை உயிரின் எதிரியை அறிந்து, அவற்றை இனப்பெருக்கஞ்செய்து பயிர்களிற் பரவ விடுதலே உயிரியற் கட்டுப்பாடு எனப்படும். இது விவசாயிகள் செய்யக்கூடிய செயல்முறை அன்று. இது ஒரே முறையிற் செய்யக்கூடியது மன்று. இது காலம் எடுக்கின்ற தாமதமான செயல் முறையாகும். மேலும், இதற்குபூச்சி ஆராய்ச்சியாளர்களின் சேவை அவசியமாகும். ஆகவே, இவ்வாறான முறை அரசாங்க உதவியுடனேயே கையாளப்பட முடியும். 70 ஆம் னிண்டுகளில் "புரோமிதிக்கா குமிங்கி" எனப்படும் தென்னை மரங்களை தாக்கும் வண்டு பெருமளவிற் பரவியதால் நமது நாட்டுத் தென்னந்தோட்டங்களுக்குப் பெரும் பாதிப்பும் அழிவும் உண்டானது. இப்பூச்சிகளினால் ஏற்பட்ட அழிவைத் தடுப்பதற்கு உயிரினவியற் கட்டுப்பாட்டு முறை ஒன்று நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டது. அதாவது, இவ்வண்டைத் தாக்கும் ஒட்டுண்ணிகள் தென்னந்தோட்டங்கள் தோறும் பரவ விடப்பட்டன. சில காலத்திற்குப் பின்பு புரோமிதிக்கா குமிங்கி தென்னம் வண்டுகள் குறைந்து போனதாற் பாதிப்பு இல்லாமல் போயிற்று.

### கைத்தொழில் மயம்

அதிகரிக்கும் சனத்தொகையின் சுக வாழ் விற்குத் தேவையான பொருள்களை உற்பத்திசெய்வதற்குப் பல்வேறு வகையான கைத் தொழில்கள் ஆரம்பிக்கப்பட்டுள்ளன. உலோகத் தொழில்கள் நெசவுக் கைத்தொழில்கள், இரசாயனக் கைத்தொழில்கள் போன்றவை பல நாடுகளில் மிக முன்னேற்றம் அடைந்த நிலையிற் காணப்படுகின்றன மேலும், தொழிற்சாலைகளில் இயந்திரங்களைக் குளிரவைப்பதற்கு நீரையே அதிகமாக உபயோகிப்பார். இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகின்ற நீர் வெப்பமடையும். வெப்பமடைந்த நீர் பெரும்பாலும் அதே நிலையில்



### படம் 17.11

படுகின்றது. வெப்பமான நீரின் காரணமாக நீர் நிலைகளிலுள்ள சிறு தாவரங்களும் உயிரினங்களும் உயிரிழக்க நேரிடுகின்றது. உயிரினங்கள் இல்லாத நீர் நிலைகள் இறந்த நீர் நிலைகள் எனப்படும். மேலும், தொழிற்சாலைகளிற் பயன்படுத்தப்படும் நீருடன் பல வகையான இரசாயனப் பொருள்களும் கலந்திருக்கும். அவற்றினாலும் உயிரினங்கள் அழிந்துபோகும். தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளிவிடப்படும் நீரைக் குளிரவைத்து, அதிலுள்ள இரசாயனப் பொருள்களை அகற்றி நீரைச் சுத்தமாக்கிய பின்பே நீர் நிலைகளுக்கு நீரைச் செலுத்த வேண்டுமெனத் தொழிற்சாலை முகாமைத்துவச் சட்டமூலம் வற்புறுத்தப்படல் வேண்டும். தற்பொழுதும் அவ்வாறான சட்டங்கள் சில அமுலிலுள்ளன.

பாரிய தொழிற்சாலைகள் மாத்திரமல்ல வீடுகளில் நடைபெறும் சிறிய கைத்தொழில்களும் சூழல் மாசுறுவதற்குக் காரணமாய் அமையக்கூடும். நமது நாட்டின் தும்புக் கைத்தொழில் இதற்கோர் நல்ல உதாரணமாகும். தும்புக் கைத்தொழில் ஒரு சிறு கைத்தொழிலாகும். இதன் மூலம் வாழ்க்கை நடத்தும் பெருந் தொகையானோர் நம் நாட்டில் உள்ளனர். தென்னம் பொய்ச்சை அழுகச் செய்வதற்கு இயற்கை நீர் நிலைகளை இவர்கள் உபயோகிப்பர். முக்கியமாகப் பெந்தோட்டையிலிருந்து தெய்வேந்திரமுனை வரையிலான கரையோரப் பகுதிகளில் இக்கைத்தொழில் பெரும்பாலும் நடைபெறுவதைக் காணலாம். குட்டைகளிலும் நீர் நிலைகளிலும் தென்னம் பொய்ச்சை

சுகள் ஊறி அழுக விடப்படும். பொய்ச்சை அழுகப் பல நாட்கள் எடுக்கும். இதனால் இந்நீர் நிலைகளின் நீர் அடித்துச் செல்லப் படுவதில்லை. நீர் ஓடாது ஒரே இடத்தில் இருக்கும். மேலும், பொய்ச்சைகள் பழுதடையும் பொழுது நீர் மிகவும் அழுக்கடையும். இவ்வாறான இடங்கள் நுளம்புகள் பரவுவதற்கு ஏதுவான இடங்களாக அமைந்து விடும்.

மேலும் தென்னம் பொய்ச்சை அழுகும்போது வெளிவரும் ஐதரசன் சல்பைட்டு வாயு(இது அழுகல் முட்டை நாற்றமுடையது) வளிமண்டலத்தை மாசுறச் செய்யும். இவ்வாறான குழலில் வாழும் மக்களின் சுகாதார நிலை பாதிப்படையும். மேலும் நீர் நிலையும் இறந்த நீர் நிலையாக மாறும் (படம் 17.11). நீர் நிலைகளில் நீர் அடித்துச் செல்லப்படாததால் மழைக் காலத்தில் நீர் தேங்கி அதிலுள்ள பொருட்கள் அழுகலடையும்.

இந்நிலையை நிவர்த்தி செய்வதற்கான மாற்று வழி தும்புத்தொழிலில் ஈடுபட்டுள்ளவர்களின் கைகளிலேயே தங்கியுள்ளது. களப்பு, நீர் நிலைகள் அல்லது குட்டைகள் ஒரு தனி மனிதனுக்கோ சில மனிதர்களுக்கோ மட்டும் சொந்தமானதல்ல. அவை பொதுச் சொத்துக்களாகும். ஆகவே, அவற்றிலிருந்து பலன் பெறும்பொழுது அவற்றிற்குத் தீங்கு ஏற்படாதவாறு செயற்பட வேண்டும். இதற்காக நீண்ட கால கூட்டுச் செயல் திட்டங்களை அமைத்தல் வேண்டும்.

பாரிய தும்புத் தொழிற்சாலைகளுக் கருகிலே குவிக்கப்பட்டிருக்கும் தும்புத் தூள் மலைகளை நீங்கள் அவதானித்திருக்கக் கூடும். மழைகாலங்களிலே தும்புத்தூள் மழையில் நனையும். அப்போது தும்புத் தூளுடன் கலந்து வடித்து செல்லும் கபில நிறத் திரவம் அருகிலுள்ள நீர் நிலைகளுடன் கலக்கும். மேலும் நிலத்தினுள் வடியும் இந்நீர் அடியிலுள்ள புவி நீரையும் அசுத்தமாக்கும்.

இத்தும்புத் தூளைப் பசளையாக உபயோகிக்க முடியும். காய்ந்த தும்புத் தூள் எரிபொருளாக உபயோகப்படுத்தப்படும். இவ்வாறான முறைகளாலே தும்புத் தூள் பல நாட்களுக்கு ஒரே இடத்திலே தேங்கியிருப்பதைத் தடுக்கலாம். இவ்வாறு இதனால் ஏற்படக்கூடிய சூழல் மாசுறுவதை ஓரளவுக்குத் தடுக்கலாம்.

ஆயினும், மேற் கூறியவற்றைச் செயற்படுத்துவதற்குப் பணம் செலவாகுவதாலும் இன்னும் பிற காரணங்களினாலும் தொழில் அதிபர்கள் சூழலுக்கு ஏற்படும் தீமையைப் பற்றிக் கவனமெடுப்பதில்லை. சட்டங்களை உருவாக்கி அவற்றை அமுல் செய்வதன் மூலமே இவர்களைச் சூழற் பாதுகாப்பில் ஈடுபடவைக்க முடியும்.

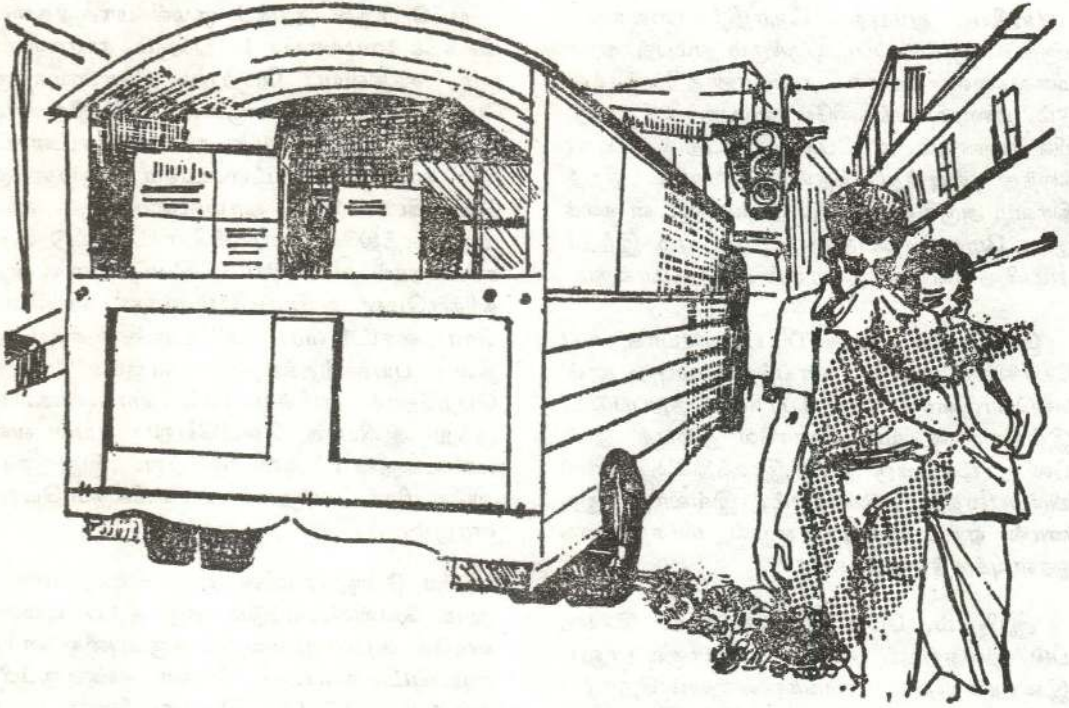
நமது நாட்டிலே சிறு கைத்தொழிலாக ரஆம்பிக்கப்பட்ட "பட்டிக்" கைத்தொழில் இன்று நன்கு பிரபல்யமாகி உள்ளது. பட்டிக் தொழிலின் பொழுது வீசப்படும் கழிவுப் பொருள்களான சாய வகைகளும் இரசாயனப் பொருள்களும் உயிரினங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கக்கூடியன. இவற்றைத் தொழிலாளர்கள் ஓடும் நீருடன் கலந்து வெளியேற்றுதல் சாதாரண வழக்கமாகி உள்ளது. இதனால் நீரில் வாழும் உயிரினங்கள் இறந்து போகின்றன. சிலவேலைகளிலே நில நீருடன் கலக்கும் இந்த நச்சுப் பொருள்கள் மனித உடலினுள்ளும் செல்கின்றன. இந்நிலையைத் தடுப்பதற்காக இதினுள்ள தீங்கைப் பற்றித் தொழிலாளர்கள் அறிந்துகொள்ள வேண்டும். மேலும், இப்பொருள்கள் உயிரினங்களுக்குத் தீமையை உண்டாக்காத நிலைக்கு மாற்றப்பட்ட பின்பே வெளியகற்றப்பட வேண்டுமென அவர்களைக் கட்டாயப்படுத்தல் வேண்டும்.

எரிபொருள் தகனம் சூழல் மாசுறுதலை மிகக் கடுமையாகப் பாதிக்கும் காரணியாகும். சக்தியைப் பெற்றுக் கொள்வதற்கு மேலதிகமாக எரிபொருளை எரிக்கவேண்டி ஏற்படும். அப்பொழுது காபனீரொட்சைட்டும் காபனோரொட்சைட்டும் சூழலுக்கு வெளிவிடப்படும் வாயுக்களாகும். வளிமண்டலத்திலே காபனீரொட்சைட்டு அதிகரிப்பதால் வளிமண்டல வெப்பநிலை அதிகரிக்குமென அறியப்பட்டுள்ளது. காபனோரொட்சைட்டு வாயு உயிரியனங்களுக்குமிக்கத் தீமை பயக்கத்தக்க வாயுவாகும். மேலும் பெற்றோல் எரிக்கப்படும் வாகனங்களிலிருந்து ஆவியாக வெளியேறும் ஈயம் வளிமண்டலத்தை அடைகின்றது. இது உடலுக்கு மிகக் கெடுதலை விளைவிக்கும் பொருளாகும்.

சில பேருந்துகளினாலும் லொறிகளினாலும் வெளிவிடப்படும் கரு நிறப் புகையினாலே சூழல் முழுவதும் கரும்புகையினாற் சூழப்பட்டிருப்பதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள் (படம் 17.12). இப்புகையினால் சூழல் மாசுறுவது மட்டுமன்றி, வீதிகளிற் செல்வோருக்கும் இது ஒரு தடங்கலாய் அமையும். மேலும், இதனால் எரிபொருள் வீண் விரயமாக்கப்படுவதால் பண நட்டமும் உண்டாகின்றது. மனிதர் இதைச் சுவாசிப்பதாலும் தீங்கு உண்டாகின்றது.

இந்நிலையைத் தவிர்த்துக்கொள்ளக்கூடிய வழிமுறைகள் சில உண்டு. எரிபொருள் தகனத்தின்பொழுது வெளிவிடப்படும் தீமையான பொருள்களைப் பிரித்த பின்பு வளிக்கு வெளிவிடல் ஒரு முறையாகும். இதற்கு அதிகப் பணம் செலவாகும். எரிபொருளுக்குப் பதிலாக மாற்று எரிபொருளை உபயோகித்தல் மற்றொரு முறையாகும். சூரியனிலிருந்து பெறப்படும் சக்தியைப் பல பயனுள்ள தொழிற்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

ஆயினும் இத்தொழிற்பாடுகளுக்கு ஏராளமாகப் பணம் செலவு செய்ய வேண்டியிருக்கும். வளியை உபயோகித்து, மின்னை உற்பத்தியாக்கி அதனால் வேலை செய்விப்பது மற்றுமொரு வழியாகும். இம்முறைகளாற் சூழல் மாசுறுதலைக் குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் குறைக்கலாம்.



## படம் 17.12

கடலிலிருந்து சக்தியைப் பெறும் வழி முறைகள் தற்பொழுது ஆராயப்பட்டும் பரிசோதனை செய்யப்பட்டும் வருகின்றன. கடல் அலையிலிருந்து சக்தியைப் பெறுவது இதில் ஒரு முறையாகும். அலை வீசும் பொழுது அதில் அடங்கியுள்ள சக்தியைப் பயன்படுத்தி நீர்ச் சக்கரச் சுழலியைச் சுழலச் செய்வதன் மூலம் மின்சக்தியைப் பெறலாம். இம்முறையினால் தற்போதும் சில நாடுகள் மின்னை உற்பத்தி செய்கின்றன.

மேற்பரப்பின் வெப்பநிலையைவிடக் கடலின் ஆழத்தில் வெப்பநிலை குறைவானதாகும். இவ்வெப்பநிலை வேறுபாட்டை உபயோகித்து மின் சக்தியைப் பெற முடியுமென விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றார்கள். தரையுடன் மிக ஆழமான கடற்பகுதி அமைந்திருத்தல் அவசியமாகும். திருகோணமலைக்கு 400 மீட்டர் ஆழம் உள்ள ஓர் இடம் இதற்கு மிக உகந்ததென அறியப்பட்டுள்ளது. கடலின் மிக ஆழத்திலும் கடலின் மேற்பரப்பிலும் உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் காரணமாக இவ்விரு மட்டங்களுக்கும் இடையில், உடன் காவுகை ஓட்டம் நடைபெறக்கூடும். இதன் மூலம் சுழலியைச்

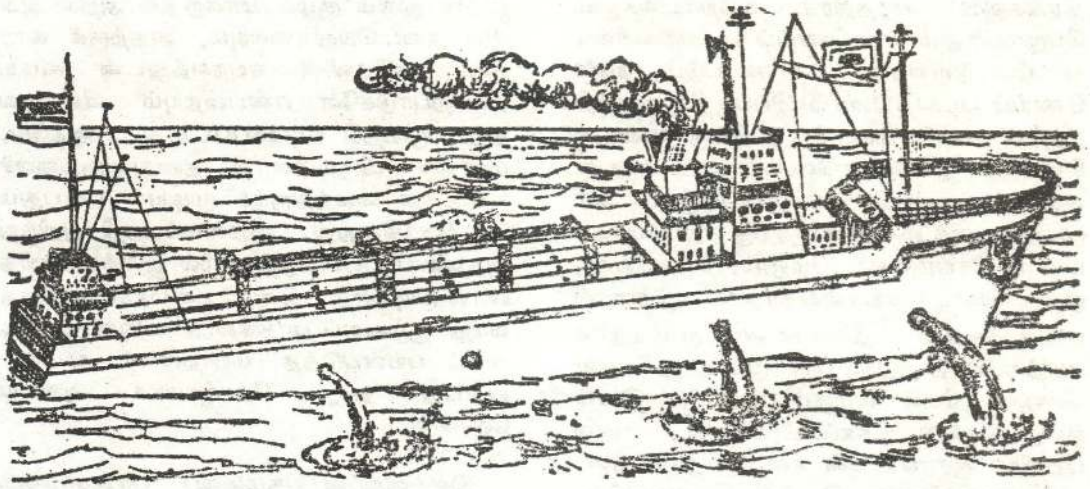
சுழலச் செய்து மின் சக்தியைப் பெறலாம். இவ்வாறான வலுநிலையத்தை அமைப்பதற்குப் பல இலட்சக்கணக்கான ரூபாய் பணம் செலவாகும். ஆயினும், அதனாற் பெறப்படும் பலன் மிகக்குறைவானதாகும். எனவே, இச்செய்முறையைச் செயற்படுத்துவதால் நன்மை கிடைக்காது.

கடலின் நீர்மட்டம் உயர்வதையும் தாழ்வதையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு மின்னைப் பெறுதல் தற்போதும் சில நாடுகளில் நடைமுறையில் உள்ளது. இது போன்ற முறையினால் சூழல் மாசுறுதல் மிகவும் குறைவடைகின்றது.

## மலமும் கழிவுப் பொருள்களும்

சில பகுதிகளில் மலசலகூட பாவனை இல்லை. பொழுதும் சீராக நடைபெறுவதில்லை அனேகர் இன்னமும் தரையில் மலங்கழிக்கின்றார்கள். முக்கியமாகக் கடற்கரையோரக் குடிசை வாசிகள் வாழும் பகுதிகளில் மலசலகூட பாவனை மிகக் குறைவாகும். அவர்கள் கடற்கரை ஓரங்களில் மலங்கழிப்பது





### படம் 17.13

பர். இது நோய் பரவுவதற்குக் காரணமாகின்றது. அதே வேளையில் வெறுப்பான நிலைமையும் இதனால் உண்டாகின்றது.

கொழும்பு நகரத்தின் கழிவுகள் குழாய்கள் மூலம் கடலுக்கும் களனி நதிக்கும் அகற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு வெளியேற்றப்படும் கழிவுகள் தகுந்த முறையிற் பரிசுரிக்கப்படாமல் அகற்றப்படுவதால் களனி நதியின் நீர் கொலரா மற்றும் நோய்களுக்கான நுண்ணங்கி (பற்றீரியங்) களைக் கொண்டிருக்கும். இந்நிலை மிகவும் பயங்கரமானது.

வீட்டுக் கழிவுப் பொருட்களை ஆங்காங்கே தேக்கி வைப்பதாலும் சூழல் அசுத்தமுறுகின்றது. சிலருக்குக் குப்பை கூழங்களை நீர் நிலைகளுள் இடும் பழக்கம் உண்டு. இப்பழக்கம் மிக விரும்பத்தகாத பழக்கமாகும். இதனால் சூழல் அசுத்தமுறுவயுடன், சுகாதாரத்திற்குக் கேடு விளைவிக்கும். நோய்களும் பரவுவதற்கு வழி ஏற்படுகின்றது. குப்பை கூழங்களைப் புதைத்தல் அல்லது அதனை எரித்தல் அல்லது அவற்றைக் கூட்டுப் பசளையாக மாற்றல் போன்ற முறைகளாற் சூழலைப் பாதுகாக்கலாம்.

### சமுத்திரம் மாசுநல்

தரை மாத்திரமல்லாமல் சமுத்திரமும் இன்று மிகவும் மாசுந்ற நிலையை அடைந்துள்ளது. எண்ணெய்த் தாங்கிக் கப்பல்கள்

இதற்கு முக்கிய காரணியாக அமைந்துள்ளன. பாரிய எண்ணெய்த் தாங்கிக் கப்பல்களில் எண்ணெய் எடுத்துச் செல்லல் இலாபகரமானது. ஆகவே, பாரிய எண்ணெய்த் தாங்கிக் கப்பல்களை எண்ணெய் ஏற்றுமதி செய்வதற்கு முன்னேறிய நாடுகள் பயன்படுத்துகின்றன. ஆயினும், அவ்வாறான கப்பல்கள் கடலிற் சேதமுறும்போது ஆயிரக் கணக்கான தொன் மசகு எண்ணெய் வெளியேறிக் கடலுடன் கலக்கின்றது. இதனால் நூற்றுக் கணக்கான கிலோமீற்றர் தூரத்திலுள்ள நாடுகளின் கடற்கரையோரங்களும் உயிரினங்களும் பாதிப்படைகின்றன. மேலும், எண்ணெய் ஏற்றிச் செல்லும் கப்பல்கள் எண்ணெய்யை இறக்கிய பின் திருப்பிச் செல்லும் போது கப்பல் செலுத்துதலை இலகு வாக்குவதற்காக வெறும் தாங்கிகள் கடல் நீரால் நிரப்பப்பட்டு, எடுத்துச் செல்லப்படும். அக்கப்பல்களிலே திரும்பவும் எண்ணெய்யை நிரப்புவதற்காகத் துறைமுகங்களில் இத்தாங்கிகளிலுள்ள நீர் திரும்பவும் கடலினுள் வெளியேற்றப்படும். இவ்வாறு வெளியேற்றும்போது தாங்கியில் எஞ்சியிருந்த எண்ணெயும் நீருடன் வெளியேறும் (படம் 17.13). இதனால் கடல் நீரின் மேற்படையில் எண்ணெயைப் படலம் உண்டாகின்றது. செங்கடலும் பேர்சியன் விரி குடாவும் கப்பல் போக்குவரது அதிகமாயுள்ள கடல் பிரதேசமாகையால் இச்சமுத்

திரங்களும் சமுத்திரச் சுற்றாடல்களும் பெரும்பாலும் எண்ணெய்ப் படலங்களினால் மூடப்பட்டுள்ளதாகக் காணப்படும். எண்ணெய்ப் படலத்தினால் இப்பகுதிச் சமுத்திரத்தின் உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு உண்டாகின்றது. இவ்வெண்ணெய்ப் படலங்களை அகற்றும் வழிமுறைகள் இருப்பினும், அம் முறைகளைக் கையாளுவதற்கு ஏராளமாகப் பணம் விரயமாகும். மேலும், எந்தவொரு முறையைக் கையாள்வதாலும் இதனால் ஏற்படக்கூடிய தீமைகளை முழுவதாக அகற்றவோ, தடுக்கவோ முடியாது. எண்ணெயின் மேல் வழரும் பற்றீரிய இனம் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அது பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வாராய்ச்சிகள் வெற்றி பெறுமாயின், கழிவாக அகற்றப்படும், எண்ணெயிலிருந்து புரதம் தயாரிக்கும் இலாபகரமான முறையை மனிதன் அறிந்துகொள்வான்.

சூழல், நீர் நிலைகள், சமுத்திரம் ஆகியவை மாசுறும் வழிமுறைகள் விவரிக்கப்பட்டன.

## பொழிப்பு

அங்கிகளின் ஆரோக்கியமான வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமான மூலகங்கள் உள்ளன

ஓட்சிசன், காபன், ஐயரசன், நைதரசன் ஆகிய மூலகங்கள் அங்கிகளின் உடலுக்கு அதிக அளவில் அவசியமான மூலகங்களாகும்

தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் அவசியமான அளவுக்குக் கனி உப்புக்கள் கிடைக்காவிடின், அவற்றின் உயிர்த் தொழிற்பாடுகள் உரிய விதத்தில் நடைபெறுவதில்லை. அத்தோடு குறைபாட்டு நோய்களும் ஏற்படுகின்றன

தாவரத்திலிருந்து நல்விளைச்சலைப் பெறவேண்டுமெனின், மண்ணுக்குச் சேதனப் பசளைகளை அல்லது செயற்கை வளமாக்கிகளை இடுதல் வேண்டும்

சூழல் தொகுதியில் வாழும் உயிரினங்களும் சடத்துவச் சூழலும் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்துள்ளன

இதன் மூலம் சூழல் மாசுறுதல் அதிக அளவில் நடைபெறுதலையும், அதற்குக் காரணம் மனிதனின் சுயநலத்துடன் கூடிய செயற்பாடுகளே என்பதையும் விளக்குவதற்கு முயற்சி எடுக்கப்பட்டது. ஆகவே, மனிதன் விரும்பினால் தனது சூழலைச் சிறப்பாக வைத்திருக்க முடியும் என்பதும் தெளிவாகின்றது. சூழலைப்பற்றி அறிந்து அதனைப் பயன்படுத்தாமல் இருக்க மனிதனால் முடியாது. ஆனால், சூழலில் வாழ்ந்த வாறு சூழலைப் பாதிக்காத வகையில் சூழலைப் பயன்படுத்த மனிதனால் முடியும் என்பது நமது நோக்கமாக அமைய வேண்டும்.

இலங்கையின் சூழலைப் பாதுகாக்கும் நோக்குடன் மத்திய சூழல் அதிகார சபை ஒன்று ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இச்சபை மூலம் பொது மக்களுக்குச் சூழல் பாதுகாப்பின் முக்கியத்துவம் பற்றிய அறிவு விவரிக்கப்படுகின்றது. மேலும் சூழலைப் பாதுகாக்குக் வழி வகைகள் பற்றிய அறிவும் விவரிக்கப்படுகின்றது.

உயிரினங்கள் சூழலிலிருந்து பலவகையான பொருள்களைப் பெற்றுக்கொள்கின்றன. மேலும், அவை சூழலுக்குப் பொருள்களை வெளிவிடுகின்றனா சூழலில் நடைபெறும் பதார்த்தங்களின் சுற்றல் செயலை அவதானித்ததன் பின் இயற்கைப் பொருள்களின் வட்டம் பற்றிய எண்ணக்கரு உருவாகியுள்ளது

ஓட்சிசன், காபன், ஐதரசன், நைதரசன், என்னும் மூலகங்களின் வட்டங்கள், வளிமண்டலத்தின் ஊடாகச் செயற்படுகின்றன ஆயினும், உயிரினங்களிற் காணப்படும் மற்றை மூலகங்கள் வளிமண்டலத்தினுட் செல்லமாட்டா அம்மூலகங்களின் சுற்று கனி வட்டம் என அழைக்கப்படும்

பாறைகள் சிதைவதாலும் மண்ணரிப்புக் காரணமாகவும் கனியங்கள் கடலினடியை அடைகின்றன கடலின் அடியை அடையும் மூலகங்கள் திரும்பவும் வட்டத்திற்குள் வந்துசேரும்.

சனத்தொகை அதிகரிக்கும்போது உணவுப் பிரச்சினையும் உறைவிடப் பிரச்சினையும் தலை தூக்குகின்றன. புதிய குடியேற்றங்களைத் தோற்றுவித்தற்காகக் காடுகளை அழிக்க வேண்டி ஏற்படுகின்றது. இதன் மூலம் குடியேற்றத் திட்டங்களை அமைப்பதற்கும் பயிர்ச் செய்கையை மேற்கொள்வதற்கும் தேவையான இடவசதியைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம். எனினும் காடுகளை அழிப்பதால் இயற்கை வட்டங்கள் குழப்பப்படுகின்றன.

காடுகளை அழிப்பதனால் மண் அரிப்புக்குள்ளாதற்கான வாய்ப்புகள் அதிகரிக்கின்றன. அத்தோடு தரைக்கீழ் நீர்மட்டம் இறங்கும் பிரச்சினையையும் எதிர்நோக்க வேண்டி ஏற்படுகின்றது. ஆறுகளும் ஏனைய நீர் நிலைகளும் வற்றிப்போகக்கூடிய நிலையும் ஏற்படக்கூடும்.

குலலுக்கு ஒவ்வாத பொருள்கள் காரணமாகச் சூழல், உயிரினங்கள் உயிர் வாழத் தகுதியற்ற நிலைக்கு மாறல், சூழல் மாசுறல் எனப்படும்.

கட்டுப்பாடற்ற முறையில் இரசாயனப் பசளைகளை உபயோகிப்பதனால் சூழல் மாசுறுகின்றது.

பீடைகொல்லிகளினாலும் சூழல் மாசுறுகின்றது.

தொழிற்சாலைகளிலிருந்து பலவகையான இரசாயனப் பொருள்கள் சூழலுக்கு வெளிவிடப்படுகின்றன. இவை சீராகப் பரிகரிக்கப்பட்ட பின்பு அகற்றப்படுமாயின், சூழல், மாசுறல் தடுக்கப்படலாம்.

எரிபொருள் எரிப்பதனாலும் சூழல் மாசுறுகின்றது.

மலமும் மற்றும் கழிவுப் பொருள்களும் கவலையீனமான முறையிற் சூழலுக்கு வெளி விடப்படுவதனாலும் சூழல் மாசுறும்.

எண்ணெய்த் தாங்கி கப்பல்களினாற் சமுத்திரம் மாசுறுகின்றது.

## பயிற்சி

- (1) நீங்கள் வாழும் பிரதேசத்திலே சூழல் மாசுற்றுள்ள பகுதியொன்றைத் தேடிக்கண்டுபிடியுங்கள். அப்பகுதி எவ்வாறு மாசுற்றது என ஆராய்ந்து அறிக்கை ஒன்றைத் தயாரியுங்கள்.
- (2) அப்பகுதியின் சூழல் மாசுறுதலை எவ்வாறு தவிர்க்கலாம்?

# விஞ்ஞானம்

## ஆண்டு 10

### விரிவான பாடத்திட்டம்

10 — 1.0 இரசாயனத் தொகுதிகள் பற்றி எளிதான அளவில் கற்றல்

10 — 1.1-அணுக்கள், மூலக்கூறுகள், அயன்கள் —

ஒன்றுடனொன்று இணைக்கப்பட்ட அணுக்கூட்டமொன்றே மூலக்கூறாகும் என்பதை அறிமுகம் செய்தல்; இலத்திரன் நிலையமைப்பு, வலுவளவு ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பை அறிமுகம் செய்தல்; மின்னேற்றத்தைக் கொண்டுள்ள அணுவொன்றை அல்லது அணுக்கூட்டமொன்றை அயன் என இனங்காணல்; எளிதான சேர்வைகள் சிலவற்றின் சூத்திரங்களை அறிமுகஞ் செய்தல் (ஒட்சிசன், ஐதரசன் போன்ற மூலக்கூறுகள் உட்பட); சேர்வைகளின் சூத்திரங்களைக் கொண்டு, மூலகங்களின் வலுவளவை அறிமுகஞ் செய்தல் (இரண்டு மூலகங்களாலான சேர்வைகள் மாத்திரம் போதுமானவை. சேர்வைகளின் அறிமுறைப் பெயரையும் IUPAC பெயரையும் காட்டுதல் வேண்டும்).

10 — 1.2-மூல் —

கிராம் அணுத்திணிவு, கிராம் மூலக்கூற்றுத்திணிவு, ஆகியவற்றின் உதவியுடன், மூல் பற்றிய எண்ணக்கருவை எளிதான முறையில் சமர்ப்பித்தல்; அவகாதரோ எண்ணை அறிமுகஞ் செய்தல்; மேற்படி அறிவின் உதவியுடன் கணித்தல்களைச் செய்தல் (கிராம் திணிவை மூல்களாகவும் மூல்களை கிராம் ஆகவும் மாற்றுதல்).

10 — 1.3 திணிவுமாறா விதி —

மூடிய தொகுதியொன்றினுள் நிகழும் (அ) வீழ்ப்படிவுத் தாக்கங்கள் (உ-ம்: பேரியம் குளோரைட்டுக் கரைசலும் சோடியம் சல்பேற்றுக் கரைசலும்); (ஆ) தகனம் (உ-ம்: தீக்குச்சி எரிதல்) பற்றி எளிதான முறையில் கற்றல்.

10 — 1.4 இரசாயனச் சமன்பாடுகள் —

சேர்க்கை, பிரிகை, ஒற்றை இடப்பெயர்ச்சி, இரட்டை இடப்பெயர்ச்சி-இரட்டைப் பிரிகைத் தாக்கங்கள், அயன்கள் உண்டாதல் ஆகியவற்றுக்கான சமன்பாடுகளை எழுதுதல்; தாக்கமொன்றின், தாக்கிகளினதும் விளைவுகளினதும் திணிவு, மூல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கணித்தல்களைச் செய்தல்.

10 — 1.5 கரைசல்களின் செறிவு —

கரைசல், செறிவு என்ற பதங்களின் வரைவிலக்கணத்தைக் கூறுதல்; செறிவின் அளவை அறிதல் (உ-ம்: இவீற்றருக்கு கிராம்; இவீற்றருக்கு மூல்) தெரிந்த செறிவைக் கொண்ட கரைசல்களை தயாரித்தல்; செறிவை அண்ணளவாகத் துணியும் முறையொன்றாக அடர்த்தியைப் பயன்படுத்துதல் (உ-ம் மின்கல அமிலம், பால்).

10 — 2.0 மனித உடலினுள் பதார்த்தங்கள் கொண்டு செல்லப்படல்

10 — 2.1 குருதியின் அமைப்பும் தொழில்களும் —

குருதிக் கலங்களை இனங்காணல் (செங்குருதிச் சிறு துணிக்கை, வெண் குருதிச் சிறுதுணிக்கை, சிறு தட்டுக்கள் ஆகியவற்றின் தொழில்கள்): குருதித் திரவ விழையத்தின் கூறுகளை இனங்காணல் (நீர், உப்புக்கள், குளுக்கோசு என்பன)

10 — 2.2 மனித இதயத்தின் கட்டமைப்பும் அதன் தொழிற்பாடும் —

மனித இதயத்தின் முக்கிய பகுதிகளை அறிமுகம் செய்தல்; விளக்கப்படம் மூலம் அப்பகுதிகளைக் காட்டுதல்; இதயத்தின் தொழிற்பாட்டை விளக்குதல்.

10 — 2.3 குருதிச் சுற்றோட்டம் —

நாடிக் குருதியோட்டம், நாளக் குருதியோட்டம், சுவாசப்பைக் குருதிச் சுற்றோட்டம் ஆகியவற்றை விளக்குதல்.

10 — 2.4 நிணநீர்த் தொகுதி

நிணநீரை அறிமுகம் செய்தல்; நிணநீர்க் கலன்கள், நிணநீர்த் தொகுதி ஆகியவற்றின் முக்கியத்துவத்தை எளிதான முறையில் விளக்குதல்.

10 — 2.5 குருதி வகையும் குருதி பாய்ச்சதலும் (எளிதான அளவில்) —

குருதி வகை நான்கையும் எளிதான வகையில் அறிமுகம் செய்தல்; குருதி பாய்ச்சதலின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்துதல்; வழங்குபவர், ஏற்பவர் ஆகியோர் பற்றி உணர்த்துதல்; பாய்ச்சதலுக்குத் தேவையான குருதியை வழங்குவதற்குத் தகுதியற்றோர் பற்றிய எளிதான அறிவைக் கொடுத்தல்; குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதி தொடர்பான நோய்களிலிருந்தும் குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதியினுடாகப் பரவும் நோய்களிலிருந்தும் எம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்காகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய சிறந்த சுகாதாரப்படிக்க வழக்கங்கள் பற்றிய அறிவை வழங்குதல் (உ-ம்; குருதிச் சோகை).

10 — 3.1 மூலகங்களை வகைப்படுத்துதல் —

மூலகங்களை வகைப்படுத்தக்கூடிய முறைகளை இணங்காணல் (உ-ம்: திண்மம், திரவம், வாயு என; உலோகங்கள், அல்லலோகங்கள் என); சக்தி மட்டங்களிலுள்ள இலத்திரன்கள், பிரதான சக்தி மட்டங்களின் எண்ணிக்கை என்பவற்றைக் கொண்டு வகைப்படுத்துவதில் ஈடுபடுத்துதல்; (முதல் 20 மூலகங்கள் மாத்திரம்): கூட்டங்கள், ஆவர்த்தனங்கள் ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தல்.

10 — 3.2 அணு ஆரையும் அயனாக்கற் சக்தியும் —

அணுக்கருவிலிருந்து புறச்சக்தி மட்டம் வரையான தூரத்தை, அணு ஆரை என அறிமுகம் செய்தல், அணுவிலிருந்து இலத்திரன் ஒன்றை அகற்றுவது சக்தி விரயமாகி ஒரு தொழிற்பாடாகும் என அறிமுகஞ் செய்தல்; இலத்திரன் ஒன்றை அகற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் சக்தியானது, முக்கியமாக அணுக்கருவிலுள்ள நேர் ஏற்றங்களின் எண்ணிக்கையிலும் அணு ஆரையிலும் தங்கியுள்ளது என்பதை விளக்குதல்; அயனாக்கற் சக்தி என்பதன் வரைவிலக்கணத்தை அறிதல்; கூட்டம், ஆவர்த்தனம் ஆகியவற்றுக்கமைய அணு ஆரையும் அயனாக்கற் சக்தியும் வேறுபடுவதை விளக்குதல்.

10 — 4.0 தகனமும் வெப்பமும்

10 — 4.1 வெப்பமானம்

வெப்பம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றுக்கிடையிலான வேறுபாட்டை அறிமுகம் செய்தல்; வெப்பக் கொள்ளளவை அறிமுகம் செய்தல்; வெப்பத்தை அளக்கும் அலகாக யூல் என்பதை அறிமுகம் செய்தல், தன் வெப்பக் கொள்ளளவை அறிமுகம் செய்தல்; தன் வெப்பக் கொள்ளளவு தொடர்பான பிரயோகங்களை விளக்குதல் (உ-ம்: கடற்காற்றும் தரைக்காற்றும் உண்டாகுதல், வாகனங்களின் கதிர்த்தி (Radiators) களில் நீரிடல்); கலவை முறையைப் பயன்படுத்தித் தன்வெப்பக் கொள்ளளவைத் துணிதல் (வெப்பக் கொள்ளளவு, மூல் அடிப்படையிலான அலகில் குறிப்பிடப்படும்).

10 — 4.2—மறைவெப்பமும் நிலைமாற்றமும் —

நீரின் உருகுநிலை, கொதிநிலை ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தல்; மெழுகின் உருகுநிலையைப் பரிசோதனை மூலம் துணிதல்; மறைவெப்பக் கொள்ளளவை அறிமுகம் செய்தல்; பனிக்கட்டியின் உருகல் மறைவெப்பக் கொள்ளளவைத் துணிதல்; நீரின் ஆவியாதல் மறைவெப்பக் கொள்ளளவைத் துணிதல்; மறைவெப்பக் கொள்ளளவை அளக்கும் அலகு, கிலோகிராமுக்கு யூல் என அறிமுகம் செய்தல் (மறைவெப்பக் கொள்ளளவு, மூல் அடிப்படையிலும் குறிப்பிடப்படும்).

10 — 4.3—எரிபொருள்களின் எரிபற்றல் நிலையும் கலோரிப்

பெறுமானமும் —

எரிபொருள் வகைகளை அறிமுகம் செய்தல் (விறகு, பெற்றோல், டீசல், மண்ணெண்ணெய், உயிர்வாயு): எரிபற்றல் நிலையை அறிமுகம் செய்தல்; எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய எரிபொருள்கள் சிலவற்றின் எரிபற்றல் நிலைகளை எளிதான பரிசோதனைகள் மூலம் (பண்பறிதலளவில்) ஒப்பிடலும் அவற்றினது எரிப்பற்றல் நிலைகளின் எண் பெறுமானங்களைச் சமர்ப்பித்தலும்.

10 — 4.4—எரிபொருள்களின் தகனத்திற்கு அவசியமான காரணிகளும் தீயணைத்தலும் —

எரிபொருள்களின் தகனத்திற்கு அவசியமான காரணிகளைச் சமர்ப்பித்தல்; சுவாலை, நிறைதகனம், குறைதகனம் ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தல்; நிறைதகனம், குறைதகனம் ஆகியவற்றின்போது உண்டாகும் விளைவுகள் சிலவற்றை அறிமுகம் செய்தல் (உ-ம்: காபன், காபனீரொட்டை, நீராவி); வெடிமருந்துகளில் தகனம் நிகழும் விதத்தைத் தெளிவுபடுத்துதல்; தகனத்திற்கு அவசியமான காரணிகளை அகற்றுவதன் மூலம் தீயணைவதைக் காட்டுதல். தீயணை சுருவிகளையும் தீயணைக்கும் சில சந்தர்ப்பங்களையும் பற்றி எளிதான முறையில் கற்றல்.

10 — 4.5—அடுப்புகள், உலைகள், சூளைகள் —

அடுப்புகள், உலைகள், சூளைகள் சிலவற்றின் தொழிற்பாடுகளையும் அவற்றைப் பாவிப்பதனால் ஏற்படும் சாதக பாதகங்களையும் அறிதல். (உ-ம்: விறகு அடுப்பு, மரத்தூள் அடுப்பு, கரி அடுப்பு (அழுக்க வகை மண்ணெண்ணெய் உலைகள், பன்சன் சுடரடுப்பு); நிறை தகனத்துக்கு வேண்டிய காரணிகள் கிடைக்கும் வண்ணம் அடுப்புகளையும் உலைகளையும் செப்பஞ் செய்தல்; சூளைகள் சிலவற்றின் தொழிற்பாட்டை எளிதான முறையில் கற்றல் உ-ம்: பாண்சூளை, சுண்ணாம்புச் சூளை, செங்கற்கூளை, வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் வேறு வகைச்சூளைகள்.

10 — 5.0—இரசாயனப் பிணைப்புகள்

10 — 5.1—அயன் பிணைப்புகள் —

அயன் பிணைப்புகள் உண்டாகும் விதத்தைச் சோடியம், குளோரீன், கல்சியம், புளோரீன், ஒட்சிசன் போன்ற மூலகங்களால் உண்டாகும் அயன் சேர்வைகளின் உதவியுடன் விளக்குதல்; சோடியம் குளோரைட்டு அயன் சாலகத்தை, எளிதான மாதிரியருவின் மூலம் விளக்குதல்.

10 — 5.2—பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்புகள் —

நீர், காபனீரொட்சைட்டு, அமோனியா, மெதேன், குளோரீன், ஒட்சிசன் என்பனவற்றை உதாரணங்களாகக்கொண்டு பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பை அறிமுகம் செய்தல்: பிணைப்புகள் பற்றிய எண்ணக்கருவைக் கொண்டு, சேர்வைகள் சிலவற்றின் சூத்திரங்களை நிறுவுதல் (மேற்காட்டிய உதாரணங்கள் மூலம்):

10 — 5.3—ஈதற் பிணைப்பு —

அமோனியம் அயனைப் பயன்படுத்தி, ஈதற் பிணைப்பை விளக்குதல்.

10 — 5.4 சக்தியும் பிணைப்புகளும் —

பிணைப்புச் சக்தியின் வரைவிலக்கணத்தை அறிதல்; இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது ஏற்படும் சக்தி மாற்றங்களைப் பிணைப்புகள் உடைதல், உண்டாதல்தல், ஆகியவற்றை அடிப்படையாக கொண்டு விளக்குதல் (உ-ம்: ஐதரசன்-குளோரீன் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தாக்கம்; மெதேன் -ஒட்சிசன் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தாக்கம்).

10 — 6.0 உயிர்த் தொழிற்பாடுகளுக்காகச் சக்தி பிறப்பிக்கப்படுதல்

10 — 6.1 மனிதனின் சுவாசத் தொகுதி —

மனிதனுடைய சுவாசத் தொகுதியின் கட்டமைப்பை அறிமுகம் செய்தல்; சுவாசத் தொழிற்பாட்டை விளக்குதல்; உட்சுவாச வளி, வெளிச்சுவாச வளி ஆகியவற்றின் அமைப்பு, செயற்றிறனுள்ள வாயுப் பரிமாற்றம் என்பவற்றுக்கேற்ப சுவாசப்பைகள் இசைவாக்கமடைந்துள்ள விதத்தை விளக்குதல்; புகைத்தலானது, சுவாசத் தொகுதியின் சாதாரண தொழிற்பாட்டில் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும் விதத்தை விளக்குதல்; சுவாசத் தொகுதி தொடர்பான நோய்களிலிருந்தும் சுவாசத் தொகுதியினூடாகப் பரவும் நோய்களிலிருந்தும் எம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்காகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய நல்ல சுகாதாரப் பழக்கவழக்கங்கள் பற்றிய எளிதான அறிவைப் பெற்றுக்கொள்ளல் (உ-ம்: தடிமல், குக்கல், சளிச்சுரம், கசம். சுவாசக்குழாய் அழற்சி).

10 — 6.2—கலச்சுவாசம் —

உயிர்க் கலங்களினுள் உணவு ஒட்சியேற்றப்படும் தொழிற்பாட்டை அறிமுகம் செய்தல்; கலச்சுவாசமானது, அங்கிகளின் முக்கியமான உயிர் தொழிற்படாகும் என்பதை விளக்குதல்; TP; DP ஆகியவற்றுக்கிடையில் நிகழும் பரிமாற்றத்தை எளிதான முறையில் அறிமுகம் செய்தல், சுவாசம் தொடர்பான சமன்பாட்டை எளிதான முறையில் சொற்கள் மூலமும் குறியீடுகள் மூலமும் காட்டுதல்; தாவரங்களும் விலங்குகளும் சுவாசிக்கின்றன என்பதை, ஆளுகைப் பரிசோதனைகளுடனான தொழிற்பாடுகள் மூலம் காட்டுதல்.



10 — 6.3 வளியின்றிய சுவாசம் —

தாவரங்களில் காற்றின்றிய சுவாசத்தின் விளைவுகளைப் பரிசேர்தனை மூலம் காட்டுதல்; காற்றின்றிய சுவாசம் காற்றின்றிய சுவாசம் ஆகியவற்றுக்கிடையிலுள்ள வேறுபாடுகளை விளக்குதல்.

10 — 7.0 மனித உடலினுள் தோன்றும் கழிவுப்பொருள்கள் வெளியேற்றப்படல்

10 — 7.1 மனித உடலினுள், அனுசேப விளைவுகள் தோன்றலும் கழிவுகற்றலின் அவசியமும் —

அனுசேபத் தொழிற்பாடுகளின்போது பிறப்பிக்கப்படும் பயனற்ற பொருள்கள் உடலுக்குத் தீங்கானவையாதலால், அவை உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்பட வேண்டும் என்பதை உணர்த்துதல்; மனிதனின் கழிவுகற்றும் உறுப்புகளாக சிறுநீரகம், சுவாசப்பை, தோல் ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தல்.

10 — 7.2 மனிதனின் சிறுநீர்த் தொகுதியும் அதன் தொழிற்பாடும் —

மனிதனுடைய சிறுநீர்த் தொகுதியின் கட்டமைப்பை விளக்குதல்; சிறுநீரகத்தியின் கட்டமைப்பு, அதன் தொழிற்பாடு ஆகியவற்றை விளக்குதல்; சிறுநீரகம் தொடர்பான நோய்களை (உ-ம்: சிறுநீர்க் கற்கள் உண்டாதல்) அறிதல்; சிறுநீர்த் தொகுதியை நன்கு பேணுவதற்கு உதவும் சுகாதாரப் பழக்கவழக்கங்கள் சிலவற்றை அறிதல்.

10 — 7.3—மனிதனின் சுவாசப்பையும் தோலும் (கழிவுகற்றும் உறுப்புகளாக

சுவாசப்பையின் கட்டமைப்பை மீண்டும் நினைவூட்டி கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேறுவதை விளக்குதல்; கழிவுகற்றும் உறுப்புகளில் ஒன்றாக, தோல் அமைந்துள்ள விதத்தை விளக்கப்படம் மூலம் தெளிவுபடுத்துதல்.

10 — 8.0 தாக்கங்களின் வீதமும் தன்மையும்

10 — 8.1 இரசாயனத் தாக்கத்தின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள் —

தாக்கங்களின் பெளதிக நிலை, செறிவு, வெப்பநிலை, ஊக்கிகள் என்பவை இரசாயனத் தாக்கமொன்றின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் விதத்தை அறிதல்; இதற்கென மக்னீசியம்|அமிலம், ஹைப்போ|ஐதரோக்குளோரிக் கமிலம், மக்னீசியம்-நீர், அலுமினியம்|வளி; ஐதரசன் பரவொட்சைட்டு |மங்கனீசு ஈரொட்சைட்டு ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துதல்.

10 — 8.2 மீளும் தாக்கங்கள் —

பனிக்கட்டி நீர், கொதிநீராவி தொகுதிகளைப் பயன்படுத்தி, மீளும் தன்மையை விளக்குதல்; மீளும் தாக்கங்களை விளக்குதல்; மீளும் தன்மையைப் பாதிக்கு காரணிகளை விளக்குதல் உ-ம். குரோமேற்று இரு குரோமேற்று, நைதரசனீரொட்சைட்டு நைதரசன் நான்கொட்சைட்டு).

10 — 9.0 இயக்கம்

10 — 9.1 தூரமும் இடப்பெயர்ச்சியும் —

தூரம், இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றுக்கிடையிலான வேறுபாட்டை அறிமுகம் செய்தல்; எளிதான சில தொழிற்பாடுகள், பிரச்சினைகள் ஆகியவற்றின்மூலம் தூரம், இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றைத் துணிதல்.

10 — 9.2 நேர்கோட்டு இயக்கம் —

சிறிய நேர இடைவெளிகளை அளப்பதற்காக, அதிரியைப் பயன்படுத்தும் விதத்தை விளக்குதல்; இடப்பெயர்ச்சி-நேர வரைபுகளை அறிமுகம் செய்தல்; கதி, வேகம் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான வேறுபாடுகளை அறிமுகம் செய்தல்; வேக-நேர வரைபுகளை அறிமுகம் செய்தல்; ஆர்முடுகல் என்பதன் வரைவிலக்கணம்; கதி, வேகம், ஆர்முடுகல் என்பவற்றின் அலகுகளை அறிமுகம் செய்தல்; எளிதான சில பிரச்சினைகளுக்குரிய வேக-நேர வரைபுகளையும் இடப்பெயர்ச்சி-நேர வரைபுகளையும் வரைதல்.

10 — 9.3 இயக்கம் தொடர்பான நியூற்றன் விதிகள் —

இயக்கம் தொடர்பான முதலாம் நியூற்றன் விதியை அறிமுகம் செய்தல் (அன்றாட வாழ்வில் நிகழும் உதாரணங்களை இயன்ற அளவு பயன்படுத்துக). இரண்டாவது நியூற்றன் இயக்க விதியை அறிமுகம் செய்தல் (தொழிற்பாடுகள் மூலம்); விசை என்பதன் வரைவிலக்கணம்;  $F=ma$  என்ற தொடர்பைக் கட்டியெழுப்பல் (செயன்முறைப் பரிசோதனைகள் அவசியமில்லை); நியூற்றன் என்பதன் வரைவிலக்கணம்; மூன்றாவது நியூற்றன் இயக்க விதியை உதாரணங்கள் மூலம் அறிமுகம் செய்தல்.

10 — 9.4 உராய்வு —

செவ்வன் மறுதாக்கம், எல்லை உராய்வு விசை என்பவற்றை அறிமுகம் செய்தல்;  $\mu = \frac{F}{R}$  என்னும் தொடர்பை எளிதான பரிசோதனை மூலம் கட்டியெழுப்பல்; உராய்வு பயன்படும் சந்தர்ப்பங்களை உதாரணங்களுடன் விளக்குதல்; உராய்வை அதிகரிப்பதற்கும் குறைப்பதற்கும் பிரயோகிக்கப்படும் உத்திகளை விளக்குதல்.

10 — 9.5 எளிய பொறிகள்

நெம்பு, கப்பி, சில்லோடு அச்சாணி, சாய்தளம் ஆகிய எளிய பொறிகளின் தத்துவங்களை விளக்குதல்; மேற்குறிப்பிட்ட எளிய பொறிகளின் வேகவிதிதம், பொறிமுறை நயம், வினைத்திறன், வினைத்திறன் சதவீதம் என்பவற்றை அறிமுகம் செய்தல்; எளிய பொறிகள் தொடர்பான கணிதத்தல்கள்; விசையைச் செலுத்தும் ஓர் உத்தியாக பற்சில்லுகளும் சங்கிலிகளும் பயன்படுத்தப்படுவதை அறிமுகம் செய்தல்.

10 — 10.0 ஒலி

10 — 10.1 அலையியக்கம் —

“சிலிங்கி” Slinky (அகன்ற வட்டச் சுருளி வில்) யைப்பயன் படுத்தி, குறுக்கு அலைகளையும் நெட்டாங்கு அலைகளையும் காட்டி விளக்குதல்: பொறிமுறை அலைகள் சிலவற்றை அறிமுகம் செய்தல் (இழைகளினதும் வளியினதும்); அலையின் மூலம் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல்

10 — 10.2 ஒலி முதல்கள் —

ஒலி முதல்கள், சிலவற்றை இனங்காணல்; இசைக் கருவிகள் சிலவற்றை இனங்காணல் (உ-ம்: தோல், நரம்பு, வளி இசைக்கருவிகள்).

10 — 10.3 ஒலி அலைகள் ஊடுகடத்தப்படல் (வளியிலும் நீரிலும்) —

ஒலி தோன்றுவதற்கு அதிர்வு அவசியம் என்பதைக் காட்டுதல்; வீச்சம், அலைநீலம், மீடறன், ஆவர்த்தன காலம், ஒலியின் வேகம் என்பவற்றை அறிமுகம் செய்தல்; ஒலி கடத்தப்படுவதற்கு ஊடகமொன்று அவசியம் என்பதை விளக்குதல்; நெருக்கல்கள்-ஐதாக்கல்கள் மூலம் வளியிலும் ஏனைய ஊடகங்களிலும் ஒலியானது பயணம் செய்கின்றது என்பதை விளக்குதல்; ஒலி அலைகளும் பொறிமுறை அலைகளே என்பதைக் காட்டுதல்: வளியில் ஒலியின் வேகம் சம்பந்தமாக  $V=f\lambda$  என்னும் தொடர்பைக் கட்டியெழுப்புதல்: சில ஊடகங்களில் ஒலியின் வேகத்தைப் பண்பறி முறையில் ஒப்பிடுதல் (உ-ம்: வளி, நீர், இரும்பு).

10 — 10.4 ஒலி கேட்டல் (செவியின் கட்டமைப்பும் கேள்தகு எல்லைகளும்) —

செவியின் உள்ளமைப்பையும் வெளியமைப்பையும் இனங்காணல்; புறச்செவிக் கால்வாய், செவிப்பறை மென்சவ்வு, சிறிறென்புகள் ஆகியவற்றின் தொழில்களை விளக்குதல்; அவற்றுக்கு ஊடக நத்தைச் சுருள் வரை, ஒலி அலைகள் செல்வதை விளக்குதல்; மனிதச் செவியின் கேள்தகு எல்லைகளை அறிமுகம் செய்தல்; உயர் ஒலி அலைகளைக் கேட்கக்கூடிய விலங்குகள் பற்றி உதாரணங்களுடன் குறிப்பிடுதல் (உ-ம்: நாய், வெளவால்); உயர் ஒலி அலைகளின் பயன்பாடுகள்.

10 — 11.1 மின்னின் வெப்பவிளைவுகள் (வெப்பத்தைப் பிறப்பித் தலும் வலுவும் —

மின்னிலிருந்து வெப்பம் உற்பத்தியாக்கப்படும் விதத்தை எளிதான முறையில் கற்றல்;

$$R = \rho \frac{l}{A}, E = I^2 RT \quad P = VI$$

ஆகிய சமன்பாடுகளை எளிதான சந்தர்ப்பங்களின் போது பயன்படுத்துதல்; மின்னின் வெப்ப விளைவுகளைப் பயன்படுத்துக்கொள்ளும் எளிதான சில சந்தர்ப்பங்களை விளக்குதல்.

10 — 11.2 மின்னின் இரசாயன விளைவுகள் —

மின்பகுப்பை எளிதான அளவில் கற்றல் (மின்வாய்த் தாக்கங்கள் பற்றி எளிதான அளவில் அறிதல் போதுமானது); மின்பகுப்பைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் சில சந்தர்ப்பங்கள் பற்றி எளிதான விளக்கத்தைக் கொடுத்தல்.

10 — 11.3 மின்னின் காந்த விளைவுகள் —

மின்னின் மூலம், காந்தப்புலங்கள் தோன்றுவதை எளிதான தொழிற்பாடுகள் மூலமாகாட்டுதல்; மின் காந்தம் மின்மணி, செவிப்பன்னி, மின் மோட்டோ என்பன பற்றி எளிதான அளவில் கற்றல்.

10 — 11.4 மின்காந்தத் தூண்டல் —

எளிதான பரிசோதனை மூலம் காந்தத் தூண்டலைக் காட்டுதல் (பண்பறிதலளவில் மாத்திரம்); மின்காந்தத் தூண்டல் பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள் பற்றி விளக்குதல் (நேரோட்டத் தைனமோ, ஆடலோட்டத் தைனமோ நிலைமாற்றி).

10 — 12.0 ஒளி முறிவு

10 — 12.1 முறிவு விதிகள்; அவதிக்கோணம்; முழுவுட்டெறிப்பு-முறிவு விதிகளையும் அவதிக்கோணத்தையும் அறிமுக செய்தல்; முறிவு, முழுவுட்டெறிப்பு ஆகியவற்றின் போது நிகழும் தோற்றப்பாடுகள் பற்றி எளிதான விதத்தில் கற்றல்; கதிர்ப்படங்கள் மூலம் இத்தோற்றப்பாடுகளை விளக்குதல்.

10 — 12.2 அரியத்தினூடாக முறிதலும் விலகலும் திருசியமும்-60 பாகை அரியமொன்றினூடாக நடைபெறும் விலகலை, கதிர்ப்படம் மூலம் காட்டுதல்; அரியத்தினூடாக வெவ்வேறு நிறங்கள் விலகலடைவதால் திருசியம் தோன்றும் விதத்தைக் கதிர்ப்படம் மூலம் காட்டுதல். திருசியத்திலுள்ள நிறங்களின் ஒழுங்கு பற்றிய விளக்கத்தைப் பெற்றுக் கொடுத்தல்.

10 — 12.3 குவிவுவில்லை, குழிவுவில்லை என்பவற்றால் உண்டாகும் விம்பங்கள் —

குவிவுவில்லை, குழிவுவில்லை ஆகியவற்றால் உண்டாகும் விம்பங்களைக் காட்டுவதற்கான கதிர்ப்படங்களை வரைதல்; குவிவுவில்லை ஒன்றின் குவியத்தூரத்தை எளிதான பரிசோதனை (உ-ம்: குவிவுவில்லை தள ஆடி, குண்டூசி மூலம் அறிதல்).

குவிவுவில்லை, குழிவுவில்லை ஆகியவற்றால் உண்டாகும் விம்பங்கள் பற்றிய எளிதான விளக்கங்கள் அளித்தல் (குழிவுவில்லையின் குவியத்தூரம் அவசியமில்லை).

10 — 12.4 வில்லைகள், அரியங்கள் ஆகியவற்றின் பயன்கள் —

நுணுக்குக்காட்டி, வானியல் தொலைகாட்டி, இருவிழியன் (Binocular) ஆகிய கருவிகளின் தொழிற்பாட்டை எளிதான வரிப்படங்கள் மூலம் விளக்குதல்.

10 — 13.0 இயற்கைச் சமநிலை

10 — 13.1 மூலக வட்டங்கள் பற்றிய எண்ணக்கரு —

தாவரங்களினதும் விலங்குகளினதும் உடல்களை கட்டியெழுப்புவதற்கு உதவும் மூலகங்களாக ஓட்சிசன், காபன், ஐதரசன், நைதரசன், கல்சியம், பொசுபரசு, பொற்றாசியம் ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தல்; அம் மூலகங்களின் முதல்களை அறிமுகஞ் செய்தல்; அம் மூலகங்கள் அங்கிகளுக்குக் கிடைக்கும் விதம் பற்றி விளக்கத்தை அளித்தல்; மூலக வட்டங்கள் தொடர்பான எண்ணக் கருவைக் கட்டி எழுப்புதல்.

10 — 13.2 மூலக வட்டங்கள் சில —

காபன் வட்டம், ஓட்சிசன் வட்டம், நைதரசன் வட்டம் கனிப்பொருள் வட்டம் ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே கற்றல்.

10 — 13.3 மனிதனின் தொழிற்பாடுகளால் இயற்கை வட்டங்கள் குழப்பப்படுவதற்கான வாய்ப்புகள் —

நவீன மனிதனின் வாழ்க்கைக் கோலமானது, இயற்கை வட்டங்கள் குழப்பப்படுவதற்கு ஏதுவாக அமையும் விதத்தை விளக்குதல் (உ-ம்: விவசாயம், கைத்தொழிலாக்கம், குடியேற்றத் திட்டங்களை அமைத்தல், விரைவான சனத்தொகை வளர்ச்சி போன்ற காரணங்களால் சூழல் மாசடைவதற்கான வாய்ப்புகள்)





