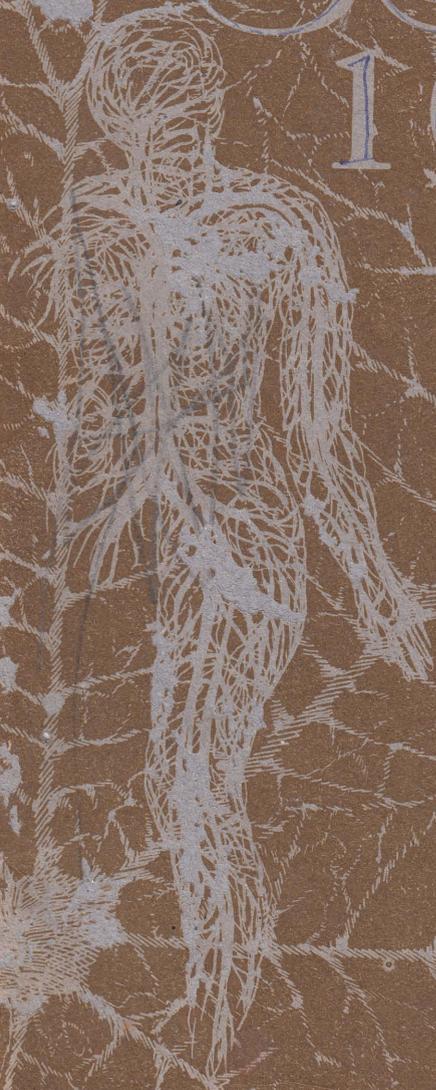


பொது  
விஞ்ஞானம்  
10-1





சா. சுவாமிநாதன்

செவ

9/1

சம்ப

பொது விஞ்ஞானம்

10 — 1

சம்ப

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்

முதலாம் பதிப்பு 1980

எல்லா உரிமையும் அரசினர்க்கே

பாடசாலைப் பிள்ளைகளுக்குப் பாடநூல்களை இலவசமாக வழங்கும் ஆலோசனையை முதன்முதல் எடுத்துரைத்தவர் மேன்மைதங்கிய சனாதிபதி ஜே. ஆர். ஜயவர்த்தன அவர்களே.

அன்றாட சட்டசபையிலே களனித் தொகுதி உறுப்பினராக விளங்கியபோது, 1945 சனவரி 24 அன்று கூறிய அவ்வாலோசனை 1979 இற் செயலாக மலர்ந்தமை காரணமாகவே இன்று இந்நூல் உங்களுக்கு இலவசமாக வழங்கப்படுகின்றது.



நல்லன கற்று  
நலம் பெறுவீரென  
நம்மரசளிக்கும்  
நன்கொடை இந்நூல்  
நன்கிதைப் பேணி  
நலமே கற்று  
நற்குணம் பெற்ற  
நற்குடியாவீர்

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களத்தினால் அரசாங்க அச்சகக் கூட்டுத் தாபனத்தில் அச்சிட்டு வெளியிடப்பட்டது.

சுளஸ் கிரீன் சுவீடிஸ்  
Charles Gustav Rainold

பொது விஞ்ஞானம்

10 ஆம் தரம்

பாகம் — 1

Handwritten text at the top of the page, likely bleed-through from the reverse side. The text is mirrored and appears to be in a South Asian script, possibly Tamil or Telugu.

பொது விநியோகம்

10 ஆம் ஆண்டு

1 - 1951

## முகவுரை

இந்நூல் கல்வி அமைச்சின் பணிப்புரையின் பேரில் க.பொ.த. (சா.த.) பாடத்திட்டத்துக்கமைய 10 ஆந் தரத்துக்கென எழுதப் பட்ட பொது விஞ்ஞான நூலின் முதற் பகுதியாகும்.

முதலாம் தவணை ஆரம்பத்திலேயே மாணவர் விஞ்ஞானப் பாடநூலைப் பெற்றுக்கொள்ள வேண்டும் என்ற நோக்கத்தினாலேயே இந்நூலை இருபகுதிகளாக வெளியிடுவதற்குத் தீர்மானிக்கப் பட்டது. இந்நூலில் இடம்பெற்றுள்ள பாடங்களிலே திருத்தங்கள் செய்யப்படவேண்டிய விடயங்கள் இருப்பின் அவற்றைத் தயவு செய்து எமக்கு எடுத்துக்காட்டுமாறு வேண்டுகின்றோம்.

இந்நூலை எழுதுவதற்கு உதவிய ஆலோசனைக் குழுவினருக்கும் எழுத்தாளர் குழுவினருக்கும் எமது நன்றி.

கலாநிதி தி. காரியவசம்

ஆணையாளர்

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்,  
புதிய செயலகம்,  
மாளிகாவத்தை,  
கொழும்பு 10.

சுருதி

இந்த கவி காலத்தில் புகழ்பெற்ற கவிஞர் ஒருவர்  
புகழ்பெற்ற கவிஞர் ஒருவர் புகழ்பெற்ற கவிஞர்  
புகழ்பெற்ற கவிஞர் ஒருவர் புகழ்பெற்ற கவிஞர்

சுருதி

சுருதி

சுருதி

### ஆலோசனைக் குழு

கலாநிதி ஜே. என். ஓ. பர்ணந்து  
கலாநிதி எம். ஏ. பீற்றர்  
திரு. ஜி. ஈ. விஜேசூரிய

### எழுத்தாளர் குழு

திருமதி சோமா சில்வா  
திரு. எம். சண்முகம்  
திருமதி வி. கே. சி. சிறிதுங்க  
திரு. சி. எஸ். குமாரப்பெரும

### பதிப்பாசிரியர் குழு

திரு. ஏ. எச். டபிள்யூ. ஜகம்பத்  
திரு. எம். சண்முகம்  
திருமதி வீ. கே. சி. சிறிதுங்க  
திரு. சி. எஸ். குமாரப்பெரும

### மொழிபெயர்ப்பாளர் குழு

திரு. எம். சண்முகம்  
திரு. என். வாகீசமூர்த்தி

### சித்திரம்

திரு. ஆர். பி. மாவில்மட  
திரு. பி. ஈ. டபிள்யூ. பெரேரா

### அட்டைப்படம்

திரு. எஸ். எல். பி. ஹேரத்



Joseph Tharakumar Sebastianelli

## பொருளடக்கம்

பாடம்	பக்கம்
1. ஆவர்த்தன இயல்பு	1
2. இரு விசைகளின் விளையுள்	11
3. அடர்த்தியும் அழுக்கமும்	28
4. திரவ அழுக்கம்	42
5. வாயு அழுக்கம்	56

Joseph Thompson's Estate

Inventory

1. ...  
2. ...  
3. ...  
4. ...  
5. ...

*[Handwritten signature]*

## ஆவர்த்தன இயல்பு 1

அணுவின் கட்டமைப்பு, அணுவெண், இலத்திரனிலையமைப்பு ஆகியன பற்றியும் மூலகங்களை ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒழுங்கு படுத்துவது பற்றியும் ஏற்கெனவே கற்றுள்ளீர். ஆவர்த்தன அட்டவணையில் உள்ள முதல் இருபது மூலகங்களின் பௌதிக இரசாயன இயல்புகள் பற்றி இப்பாடத்தில் ஆராயப்படும். ஆவர்த்தனங்களில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது மூலகங்களின் இயல்புகளிற் காணப்படும் ஒழுங்கான மாற்றங்களையும் கூட்டங்களில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது மூலகங்களின் இயல்புகளிற் காணப்படும் ஒழுங்கான மாற்றங்களையும் காட்டுவதே இந்த ஆராய்வின் நோக்கமாகும். இயல்புகளிற் காணப்படும் ஒழுங்கான மாற்றங்கள் மூலகங்களில் மட்டுமன்றி அவை ஆக்கும் சேர்வைகளிலும் காணப்படுகின்றன.

	H <sup>1</sup>							He <sup>2</sup>
	Li <sup>3</sup>	Be <sup>4</sup>	B <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	N <sup>7</sup>	O <sup>8</sup>	F <sup>9</sup>	Ne <sup>10</sup>
	Na <sup>11</sup>	Mg <sup>12</sup>	Al <sup>13</sup>	Si <sup>14</sup>	P <sup>15</sup>	S <sup>16</sup>	Cl <sup>17</sup>	Ar <sup>18</sup>
	K <sup>19</sup>	Ca <sup>20</sup>					Br <sup>35</sup>	Kr <sup>36</sup>
	Rb <sup>37</sup>	Sr <sup>38</sup>					I <sup>53</sup>	Xe <sup>54</sup>
	Cs <sup>55</sup>	Ba <sup>56</sup>						

← உலோக இயல்பு அதிகரிக்கின்றது →  
 அல்லுலோக இயல்பு அதிகரிக்கின்றது

ஆவர்த்தன அட்டவணையின் பொது அமைப்பைக் கவனிப்போம். ஆவர்த்தன அட்டவணையைப் படம் 1.1 இற் காட்டியுள்ளதுபோல் இரு பெரும் பகுதிகளாக ஒரு மூலக் கோட்டிஹற் பிரிக்கலாம். அவையாவன உலோகங்களும் அல்லுலோகங்களும்மாகும்.

உலோகங்களினதும் அல்லுலோகங்களினதும் சில பௌதிக இரசாயன இயல்புகள் அட்டவணை 1.1இல் தரப்பட்டுள.

உலோகங்கள் — ஆவர்த்தன அட்டவணையில் மூலக் கோட்டுக்கு இடப்புறமாக உள்ள மூலகங்கள்	அல்லுலோகங்கள் — ஆவர்த்தன அட்டவணையில் மூலக் கோட்டுக்கு வலப்புறமாக உள்ள மூலகங்கள்
<p>1. திண்மங்கள்</p> <p>2. உயர்ந்த கொதி நிலையுடையன</p> <p>3. சிறந்த வெப்பக் கடத்திகளும் மின் கடத்திகளும்.</p> <p>4. இரசாயனத் தாக்கங்களில் இவற்றின் அணுக்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்களை இழந்து நேரேற்றமுடைய அயன்களாகும். இவ்வாறு இம்மூலகங்கள் அயன் சேர்வைகளை ஆக்குகின்றன.</p> <p>5. ஓட்சிசனுடன் இலகுவிற் சேர்ந்து ஓட்சைட்டுகளாகும். இவ்வொட்சைட்டுக்கள் மூல இயல்புடைய திண்மங்களாகும்.</p> <p>6. குளோரைட்டுக்கள் அயன் திண்மங்களாகும். இவை உயர்ந்த கொதிநிலையுடையன.</p>	<p>மூலக்கோட்டுக்கு அண்மையில் உள்ளவை திண்மங்கள். தொல்வல் உள்ளவை திரவங்கள் அல்லது வாயுக்கள்.</p> <p>தாழ்ந்த கொதி நிலையுடையன.</p> <p>வழக்கமாக வெப்பம் மின் ஆகியவற்றை அரிதிற் கடத்துவன (காபன் புறநடை).</p> <p>இரசாயனத் தாக்கங்களில் இவற்றின் அணுக்கள் இலத்திரன்களைப் பெற்று எதிரேற்றமுடைய அயன்களாகும். அல்லது இலத்திரன்களைப் பங்கிட்டு பங்கிட்டு வலு வளவுச் சேர்வைகளை ஆக்கும்.</p> <p>ஓட்சிசனுடன் இலகுவிற் சேர்ந்து ஓட்சைட்டுகளாகும். இவ்வொட்சைட்டுக்கல் பொதுவாக அமில இயல்புடைய வாயுக்களாகும்.</p> <p>குளோரைட்டுக்கள் பங்கிட்டு வலுவளவுச் சேர்வைகள். இவை தாழ்ந்த கொதி நிலையுடைய திரவங்கள் அல்லது வாயுக்களாகும்.</p>

அட்டவணை 1.1

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் மூலக்கோட்டுக்கு இடது பக்கத்திலுள்ளவை, உலோகங்கள். வலது பக்கத்திலுள்ளவை அல்லுலோகங்கள்.

### பௌதிக இயல்புகளில் காணப்படும் ஆவர்த்தன இயல்புகள்

முதலாம் ஆவர்த்தனம் தவிர்ந்த ஏனைய ஆவர்த்தனங்களில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும்போது முதலாவது மூலகம் ஒருலோகமாகவும் இறுதி மூலகம் ஓரல்லுலோகமாகவும் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இவற்றுக்கிடையே மூலகங்களின் உலோக இயல்புகள் படிப்படியாகக் குறைய அல்லுலோக இயல்புகள் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றன. கூட்டமொன்றில் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்ல

இயல்பு	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	A
1. ஆலு எண்	11	12	13	14	15	16	17	18
2. இயத்திரவியையமைப்பு	2-8-1	2-8-2	2-8-3	2-8-4	2-8-5	2-9-6	2-8-7	2-8-8
3. மூலக்கனவளவு cm <sup>3</sup> /mol	23.7	14.6	10.0	12.1	16.9	15.6	22.8	28.5
4. திண்மத்தின் அடர்த்தி g/cm <sup>3</sup>	0.97	1.74	2.70	2.33	1.82	2.07	1.37	1.40
5. உருகுநிலை, °C	98	650	660	1410	44	119	-101	-189
6. கொதிநிலை, °C	890	1120	2450	2680	280	445	-34	-186
7. 1 ம் அயனூக்கச் சக்தி, kJ/mol	499.8	714	579.6	789.6	1066.8	1003.8	1260	1524.6
8. மின்னெதிரமை	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	வாயு
9. அலைநெல்பற்றிலையில் பெளதிக நிலை	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	வாயு	வாயு
10. நீருடன் தாக்கம்	உக்கிரமான தாக்கம்	மந்தமான தாக்கம்	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	கரையும்	தாக்கமில்லை
11. ஜாதன அமிலங்களுடன் தாக்கம்	விரைவாக வெளிவிடும்	வெளிவிடும்	வெளிவிடும்	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை	தாக்கமில்லை
12. ஓட்சிசனூடன் தாக்கம் (வைப்பமாக்கல்)	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மந்தமானது	உக்கிரமானது	மந்தமானது	மந்தமானது	தாக்கமில்லை
13. ஓட்சிசனூடன் தாக்கம் (பிணைப்புவகை)	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்
14. ஓட்சிசனூடன் தாக்கம் (அமில இயல்பு)	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது
15. குளோரீனுடன் தாக்கம் (வைப்பமாக்கல்)	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது	மிக உக்கிரமானது

பட்டவர்களை 1.2 பூன்றும் ஆவர்த்தனத்து மூலக்களின் சில இயல்புகள்.

உலோக இயல்பு அதிகரிக்கின்றது. ஓராவர்த்தனத்தில் மூலகங்களின் இயல்புகளில் காணப்படும் ஒழுங்கான படிமுறை மாற்றங்களை மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்து மூலகங்களின் இயல்புகளைக் கருது

1	H 2.1						
2	Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
3	Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
4	K 0.8	Ca 1.0					Br 2.8
5	Rb 0.8	Sr 1.0					I 2.5
6	Cs 0.7	Ba 0.9					

அட்டவணை 1.3

1ம், 2ம், 7ம் கூட்டத்து மூலகங்களினதும் 2ம், 3ம் ஆவர்த்தனத்து மூலகங்களினதும் மின்னெதிர்மை (போலிங்களை அளவுத் திட்டம்).

வதன் மூலம் தெளிவாக எடுத்துக் காட்டலாம். மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்து மூலகங்களின் முக்கியமான பெளதிக இரசாயன இயல்புகள் அட்டவணை 1.2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

1	H 1314.6						He 2381.4	
2	Li 520.8	Be 903	B 802.2	C 1092	N 1411.2	O 1218.8	F 1688.4	Ne 2087.4
3	Na 499.8	Mg 714	Al 579.6	Si 789.6	P 1066.8	S 1003.8	Cl 1260	A 1524.6
4	K 420	Ca 604.8					Br 1146.6	Kr 1356.6
5	Rb 403.2	Sr 550.2					I 1012.2	Xe 1176
6	Cs 378	Ba 504						

அட்டவணை 1.4

1ம், 2ம், 7ம், 8ம் வட்டத்து மூலகங்களினதும் 2ம், 3ம் ஆவர்த்தனத்து மூலகங்களினதும் 1ம் அயனாக்கச் சத்திகள், (kJ/mol).

அட்டவணைகள் 1, 2, 1.3, 1.4 ஆகியனவற்றில் தரப்பட்டுள்ள தரவுகளை ஆராய்ந்தால் பின்வருவனவற்றை அவதானிக்க முடியும். ஓராவர்த்தனத்தில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும்போது மூலகங்களின் அனேக இயல்புகளில் ஒருபடிமுறை மாற்றத்தைக் காணக் கூடியதாக இருக்கிறது.

மூலகங்களின் இயல்புகளில் அவற்றின் அயனாக்கச் சக்தி ஒரு முக்கியமான இயல்பாகும். அணுக்களில் இருந்து இலத்திரன்களை அகற்றுவதற்குச் சக்தி வழங்கப்படல் வேண்டும். ஒரு மூலகத்தின் வாயு நிலையில் உள்ள ஒரு மூல் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றிலுமிருந்து ஒரு இலத்திரனை அகற்றி வாயு நிலையில் உள்ள நேரேற்றமுடைய ஒரு மூல் அயன்களாக்குவதற்கு வழங்கப்படும் சக்தி அம்மூலகத்தின் முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி எனப்படும். குறைந்த முதலாம் அயனாக்கச் சக்தியுடைய மூலகங்கள் எளிதில் தம் இலத்திரன்களை இழந்து நேரேற்றமுடைய அயன்களாகும். இவ்வகை மூலகங்கள் மின்னோர் மூலகங்கள் எனப்படும். உலோகங்கள் மின்னோர் மூலகங்களாகும்.

சில மூலகங்களின் அணுக்கள் இலத்திரன்களை ஏற்று, எதிரயன்களாகும் போக்குடையன. இவ்வகை மூலகங்கள் பின்னெதிர் மூலகங்கள் எனப்படும். ஒரே மூலகத்தின் அணு இலத்திரனைக் கவரும் ஆற்றல் அம்மூலகத்தின் மின்னெதிர்மை எனப்படும். இந்த ஆற்றல் மூலகத்துக்கு மூலகம் வேறுபடும். அல்லுலோகங்கள் மின்னெதிர் மூலகங்களாகும். மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்தில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும்போது அயனாக்கச் சக்தி அதிகரித்துச் செல்வதோடு மின்னெதிர்மையும் அதிகரித்துச் செல்கின்றது. எனவே உலோக இயல்பு குறைந்து செல்ல அல்லுலோக இயல்பு அதிகரித்துச் செல்கின்றது. இவ்வாறு மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்தின் சோடியம் உயர்ந்த மின்னோர் தன்மையுடையதாக இருக்க குளோரின் உயர்ந்த மின்னெதிர் மூலகமாக இருக்கிறது.

ஒரு கூட்டத்தில் மேல் இருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது ஒரு மூலகத்தின் அணு அதற்கு முந்தியதிலும் ஒரு இலத்திரன் ஓட்டைக் கூடுதலாகக் கொண்டிருக்கிறது. எனவே கூட்டத்தில் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி குறைந்து செல்லும். எனவே இவற்றின் மின்னெதிர்மையும் குறைந்து செல்லும், எனவே கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும் போது உலோக இயல்பு அதிகரிக்க அல்லுலோக இயல்பு குறையும்.

**ஓராவர்த்தனத்தில் பௌதிக இயல்புகள் மாறும்முறை**

(அ) முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி அதிகரிக்கிறது.

(ஆ) மின்னெதிர்மை அதிகரிக்கிறது.

(இ) மூலக்கூறுகளின் பங்கீட்டு வலுத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

(ஈ) ஓட்சைட்டுக்களிலும் குளோரைட்டுக்களிலும் உள்ள பங்கீட்டு வலுத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

## ஒரு கூட்டத்தில் பௌதிக இயல்புகள் மாறும்முறை

- (அ) முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி குறைகின்றது.  
 (ஆ) மின்னெதிர்மை குறைகின்றது.  
 (இ) உலோக இயல்பு அதிகரிக்கின்றது.

### இரசாயன இயல்புகளில் காணப்படும் ஆவர்த்தன இயல்பு

மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்து மூலகங்கள் நீர், ஐதான அமிலம், ஓட்சிசன், குளோரீன் ஆகியவற்றுடன் தாக்கமுறும் முறை அட்டவணை 1.2 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது, மூலகங்கள் இத்தாக்கு பொருள்களுடன் தாக்கமுறுவது படிப்படியாகக் குறைந்து செல்வதைக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது.

#### முதலாம் கூட்டத்து மூலகங்கள் (கார மூலகங்கள்)

இயல்பு	Li	Na	K	Rb	Cs
அணு எண்	3	11	19	37	55
இலத்திரனிலையமைப்பு	2.1	2.8.1	28.8.1	2.8.18.1	2.8.18.18.8.1
அடர்த்தி	0.53	0.92	0.86	1.52	
உருகு நிலை, °C	180	98	63	38.5	28
மின்னெதிர்மை	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7
முதலாம் அயனாக்கச் சக்தி, (kJ/mol)	520.8	499.8	420.0	403.2	378.0
அயன்	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>
ஒட்சைட்டின் பிணைப்புலகை	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்
குளோரைட்டின் பிணைப்புலகை	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்	அயன்

#### அட்டவணை 1.5 முதலாம் கூட்டத்து மூலகங்களின் சில இயல்புகள்

இக்கூட்டத்து மூலகங்கள் எல்லாம் தாழ்ந்த உருகு நிலையுடைய மென்மையான உலோகங்கள் ஆகும். இவ்வுலோகங்கள் எல்லாம் ஒத்த இலத்திரனிலையமைப்புடையன. இவற்றின் வெளியோட்டில் ஓரிலத்திரன் மட்டும் உண்டு. இரசாயனத் தாக்கத்தின்போது இவை இந்த இலத்திரனை இலகுவில் இழந்து நேரேற்றமுடைய ஒருவலுவளவு அயன்களாகும். இந்த அயன் உறுதியான அருவாயினின் இலத்திரனிலையமைப்பையுடையது.

சோடியம் நீருடன் விரைவாகத் தாக்கமுற்று ஐதரசனை வெளியேற்றும். பொற்றாசியம் சோடியத்திலும் பார்க்க விரைவாகத் தாக்கமுறும். இப்போக்கு இக்கூட்டத்து ஏனைய உலோகங்களுக்கும் பொருந்தும். இந்த உலோகங்கள் நீருடன் தாக்கமுறும்போது உலோகத்தின் ஐதரொட்சைட்டு உண்டாகின்றது. இந்த ஐத

ரொட்சைட்டுக்கள் நீரில் நன்கு கரையும். நீரில் கரையும் உலோக ஐதரொட்சைட்டுக்கள் காரங்கள் எனப்படும்.

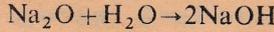
காரவுலோகங்கள் ஓட்சிசனில் பிரகாசமான நிறமுடைய சவாலை களுடன் எரிந்து ஓட்சைட்டுக்களாகும். உலோகங்கள் எரியும் போது உண்டாகும் சவாலை நிறங்கள் அந்தந்த உலோகங்களுக்குச்

உலோகம்	சவாலை நிறம்
லிதியம்	சிவப்பு
சோடியம்	மஞ்சள்
பொற்றரசியம்	ஊதா
உருபிட்யம்	சிவப்பு

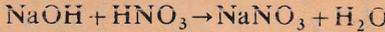
அட்டவணை 1.6

சிறப்பியல்பானவை. இந்த உலோக உப்புக்களைச் செறிந்த HCl இல் நனைத்த பெஞ்சிற் கூரில் எடுத்து ஒளிராத ஒரு சவாலையிற் பிடிக்கும் போதும் இந்த நிறச் சவால்கள் பெறப்படும். கார உலோகங்களின் சவாலை நிறங்கள் அட்டவணை 1.6 இற் தரப்பட்டுள.

கார உலோக ஓட்சைட்டுக்கள் நீரில் எளிதிற் கரைந்து காரக் கரைசல்களைக் கொடுக்கும். உதாரணமாக



ஓட்சைட்டுக்களும், ஐதரொட்சைட்டுக்களும் அமிலங்களுடன் தாக்கமுற்று ஒத்த உப்பையும் நீரையும் கொடுக்கும்.



கார உலோகங்கள் குளோரீனுடன் மிக உக்கிரமாகத் தாக்கமுறும். தாக்கமுற்று வெண்ணிற அயன் திண்மங்களாக உலோகங்களின் குளோரைட்டுக்கள் உண்டாகும். இக்குளோரைட்டுக்கள் உயர்ந்த உருகுநிலை கொதிநிலையுடையன. இக்குளோரைட்டுக்கள் எல்லாம் நீரில் இலகுவிற் கரையும். இக்கரைசல்கள் மின்னை நன்கு கடத்தும்.

முதலாம் கூட்டத்து மூலகங்கள் எல்லாம் காபனேற்றுக்களை உண்டாக்குகின்றன. லிதியம் காபனேற்று மட்டும் மிக உயர் வெப்பநிலையில் பிரிகையுறும். ஏனையவை எவ்வளவு வெப்பமாக் கினும் பிரிகையுறுவதில்லை. இக்காபனேற்றுக்கள் எல்லாம் நீரில் நன்கு கரைந்து காரக்கரைசல்களைத்தரும்.

கார உலோகங்களின் ஓட்சைட்டுக்கள், ஐதரொட்சைட்டுக்கள் காபனேற்றுக்கள் நைத்திரிக்கமிலத்துடன் தாக்கமுறும்போது இந்த உலோகங்களின் நைத்திரேற்றுக்கள் உண்டாகின்றன. இந்த நைத்

திரேற்றுக்கள் எல்லாம் நிறமற்ற பளிங்குகளாகும். இவற்றைச் சூடாக்கும்போது ஒட்சிசன் வெளிவிடப்படும். உலோக நைத்திரேற்று எஞ்சியிருக்கும்.



ஆவர்த்தன அட்டவணையின் முதலாம் கூட்டத்து மூலகங்களின் இயல்புகள் பெரும்பாலும் ஒத்திருப்பதையும் கூட்டத்தில் லிதியம் தொடங்கி சீசியம் வரை இந்த இயல்புகளின் சிலவற்றின் ஒரு படிமுறையான மாற்றம் காணப்படுகின்றது என்பதையும் இப்போது அறிந்திருப்பீர்கள். முதலாம் கூட்டத்து மூலகங்களில் சோடியம், பொற்றாசியம் ஆகியவற்றையும் இவற்றின் உப்புக்களையும் மட்டும் நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். எனவே இவற்றின் இயல்புகளை மட்டும் நேர்முறையாகக் கண்டறிய முடியும். எனினும் ஆவர்த்தன இயல்பைப் பயன்படுத்தி ஏனைய மூலகங்களினதும் அவற்றின் உப்புக்களினதும் இயல்புகள் எவை என்பதை உங்களால் எதிர்வு கூற முடியும்.

### ஏழாம் கூட்டத்து மூலகங்கள் — அலசன் கூட்டம்

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஆவர்த்தன இயல்பைச் சிறப்பாகக் காட்டும் மற்றொரு கூட்டம் ஏழாவது கூட்டமாகும். இக்கூட்டத்து மூலகங்கள் அலசன்கள் என்றும் அழைக்கப்படும். அலசன் கூட்டத்து மூலகங்களின் இயல்புகள் சில அட்டவணை 1.7 இல் தரப்பட்டுள்ளன. அணு எண் உயர்வதோடு அதாவது கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது இம்மூலகங்களின் இயல்புகளில் படிப்படி

இயல்பு	புளோரீன்	குளோரீன்	புரோமீன்	அயடீன்
1. அணு எண்	9	17	35	53
2. இலத்திரனிலையமைப்பு	2.7	2.8.7	2.8.18.7	2.8.18.7
3. மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம்	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
4. மூலக்கூற்றில் பிணைப்பு	பங்கீட்டுவலு	பங்கீட்டுவலு	பங்கீட்டுவலு	பங்கீட்டுவலு
5. அறைவெப்ப நிலையில் காணப்படும் பௌதிக நிலை	வாயு	வாயு	திரவம்	திண்மம்
6. நிறம்	இளமஞ்சள்	பசுமஞ்சள்	சிவப்பு	ஊதா
7. உருகுநிலை °C	-219.6	-101.0	-7.2	113.7*
8. கொதிநிலை °C	-188.2	-34.7	58	113.7*
9. முதலாம் அயனுக்கச் சக்தி	1688	1260	1147	1012
10. மின்னெதிர்மை	4.0	3.0	2.8	2.5
11. அயன்				

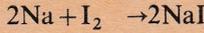
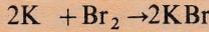
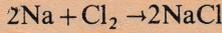
\* பதங்கமாகின்றது

அட்டவணை 1.7 ஏழாம் கூட்டத்து மூலகங்களின் சில இயல்புகள்

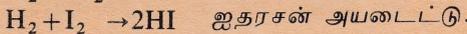
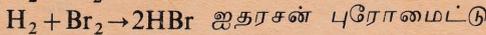
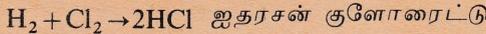
யான மாற்றம் ஏற்படுவதைக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது.

இந்த மூலகங்கள் ஒத்த இலத்திரன் பரம்பலை உடையன. அவற்றின் அணுக்களின் இறுதி ஓட்டில் ஏழு இலத்திரன்கள்

உண்டு. இரசாயனத் தாக்கங்களின்போது அவை இலகுவில் ஓரிலத் திரனைப் பெற்று  $X^-$  என்ற வகை அயன்களாகும். இந்த மூலகங் கள் உலோகங்களுடன் தாக்கமுற்று உலோக ஏலைட்டுக்களை உண் டாக்குகின்றன. இவை அயன் சேர்வைகளாகும்.

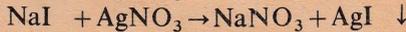
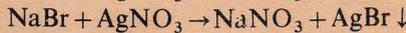
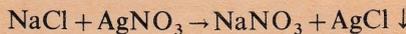


அலசன்கள் எல்லாம் பல அல்லுலோகங்களுடன் சேருகின்றன. இந்த ஏலைட்டுக்கள் பங்கீட்டு வலுவளவியல்புடையன. ஐதரசன் ஏலைட்டுக்கள் எல்லாம் அறைவெப்பநிலையில் வரயுக்களாகும்.



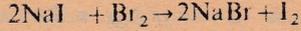
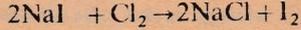
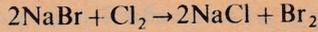
இந்தத் தாக்கங்கள் நிகழும் வீதம் குளோரைட்டிலிருந்து அய டைட்டுவரை படிப்படியாகக் குறையும். ஏலைட்டுக்களின் உறுதித் தன்மையும் இவ்வாறே குறையும், ஐதரசன் ஏலைட்டுக்கள் நீரில் இலகுவிற கரையும். இக்கரைசல்கள் அமிலங்களாகும்.

ஏலைட்டுக்களின் நீர்க்கரைசல் ஏலைட்டு அயன்களைக் கொண்டிருக் கும். இவற்றுக்கு வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலைச் சேர்க்க உரிய வெள்ளி ஏலைட்டு வீழ்ப்படிவாகும்.



வெள்ளிக் குளோரைட்டு வெண்ணிறமானது. வெள்ளிப் புரோ மைட்டு இளமஞ்சள் நிறமுடையது. வெள்ளி அயனட்டு மஞ்சள் நிறமுடையது. இவ்வாறு வெள்ளி ஏலைட்டுக்களின் நிறத்தில் ஒரு படிமுறை மாற்றத்தைக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது.

இலத்திரன்களை ஏற்கும் பதார்த்தங்கள் ஓட்சியேற்றும் கருவிக ளாகும். அலசன்கள் இலத்திரன்களை ஏற்கும் இயல்புடையன. எனவே, அலசன்கள் ஓட்சியேற்றும் கருவிகளாகும். எனினும் இலத்திரன்களை ஏற்கும் ஆற்றல் கூட்டத்தில் மேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும்போது குறைந்து செல்கின்றது. உதாரணமாக புரோமைட்டுக் கரைசலுக்குக் குளோரீனைச் செலுத்த புரோ மைட்டு அயனிலுள்ள இலத்திரனைக் குளோரீன் கவர்ந்து குளோ ரைட்டு அயனாகும். அப்போது இலத்திரனை இழந்த புரோமைட்டு அயன் மூலகப் புரோமீனாகும். இவ்வாறு குளோரீன் புரோமைட்டுக் களிலிருந்து புரோமீனையும் அயடைட்டுக்களிலிருந்து அயடீனையும் இடம் பெயர்க்கும். புரோமீன் அயடைட்டுக்களிலிருந்து அயடீனை இடம் பெயர்க்கும்.



அலசன்கள் ஒத்த இயல்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. சுட்டத்தில் யேலிருந்து கீழ் நோக்கிச் செல்லும்போது இந்த இயல்புகளில் ஒரு படிமுறை மாற்றம் ஏற்படுகின்றதென்பதைக் காணக் கூடியதாக இருக்கின்றது.

## இரு விசைகளின் விளையுள் 2

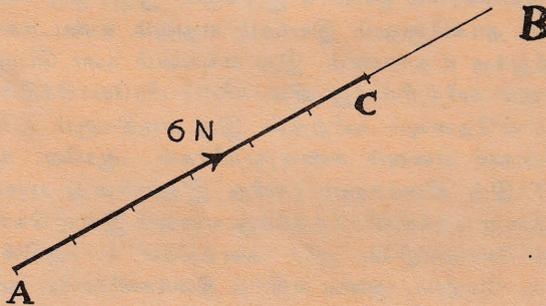
### விசைகள் சமநிலைப்படுத்தல்

விசை என்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது இயக்க நிலையை மாற்றவல்ல ஒன்று என நியூற்றனின் விதிகளை ஆராய்ந்த போது படிக்கோம். விசை எப்போதும் ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையில் அல்லது இயக்க நிலையில் மாற்றம் ஏதேனும் உண்டாக்குமா? நீங்கள் கயிறு இழுத்தற் போட்டியொன்றைப் பார்த்து மகிழ்ந்திருப்பீர்கள் என்பதில் சந்தேகமில்லை. ஒரே கயிற்றின் வழியே எதிர்த் திசைகளில் இழுக்கும் இரு குழுக்களை அங்கு கண்டிருப்பீர்கள். ஒவ்வொரு குழுவும் மற்றைய குழுவையும் கயிற்றையும் தனது சொந்தப் பக்கத்துக்கு இழுக்க முயலும். சிலவேளைகளில் கயிறு அதன்மீது விசையெதுவும் தாக்காதது போன்று ஒரு திசையிலும் இயங்காமல் ஓய்வாக இருக்கும். இது, ஒரு பொருளின்மீது விசைகள் தாக்கினாலும் இயக்கம் எதுவும் உண்டாகாத ஒரு சந்தர்ப்பத்துக்கு உதாரணம். இது எங்ஙனம் நடைபெறுகிறது? இரு குழுக்களும் கயிற்றின்மீது விசைகளைப் பிரயோகிக்கின்றன. கயிறு கிடையானதெனவும் கயிற்றின் இரு பகுதிகளும் ஒரே தளத்தின் இருக்கின்றன எனவும் கண்டிருப்பீர்கள். ஆகவே, கயிற்றின்மீது தாக்கும் இரு விசைகளும் (கயிறு இலேசானது எனவும் ஆகவே அதன் நிறை புறக்கணிக்கத்தக்கது எனவும் இங்கு கொள்ளப்படும்) ஒரு நேர்கோடுவழியே ஒரே தளத்திலே தாக்குகின்றன என்று கூறலாம். மேலும், அவை எதிர்த் திசைகளிலேயே தாக்குகின்றன என்பதை நாம் அறிவோம். ஒரே தளத்திலே தாக்குகின்ற விசைகள் ஒருதள விசைகள் எனப்படும். ஒன்றுக்கொன்று சமமான இரு ஒருதள விசைகள் ஒரே கோட்டின் வழியே எதிர்த் திசைகளிலே தாக்குமாயின், அவற்றுள் ஒன்று மற்றையதைச் சமநிலைப்படுத்தும். அப்போது கயிற்றின்மீது சமநிலையற்ற ஒரு விசை தாக்குவதில்லை ஆதலால், கயிறு இயங்காமல் இருக்கும்.

இவ்வாறு பொருள்களின்மீது விசைகளைப் பிரயோகித்து அவற்றை இயங்கச் செய்ய முயன்றும் அவை இயங்காத சந்தர்ப்பங்கள் பல உண்டு. உதாரணமாக, ஒருவர் தனியாக ஒரு லொறியைத் தள்ளுவதற்கு எவ்வளவு முயன்றும் அது இயங்குவதில்லை.

இதற்குக் காரணம், அவர் பிரயோகிக்கும் விசையானது லொறியின் அச்சாணிக்கும் சில்லுகளுக்கும் இடையேயும் சில்லுகளுக்கும் நிலத்துக்கும் இடையேயும் உள்ள உராய்வு காரணமாகத் தாக்குகின்ற ஒரு விசைமூலம் சமநிலைப்படுவதாகும். ஒரு பொருளின்மீது ஒரு விசையைப் பிரயோகித்தும் சிலவேளைகளில் அப்பொருள் இயங்காமல் இருக்கலாம் என்று இப்போது அறிகிறோம். ஆனால், அதற்கையவொரு விசையினுற் பொருளை இயங்கச்செய்யும் நாட்டம் உண்டாகும். ஆகவே, ஒரு விசைக்காக நாம் முன்னர் தந்த வரை விலக்கணத்தைச் சற்று மாற்றியமைக்க வேண்டியுள்ளது. விசை என்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது இயக்க நிலையை மாற்றுகின்ற அல்லது மாற்ற நாடுகின்ற ஒன்று என்று அவ்வரை விலக்கணத்தை மாற்றியமைப்போம்.

விசைகளை அளவிடமுடியும் என்று படித்தோம். அவற்றை அளப்பதற்குரிய அலகாக நியூற்றனை வரையறுப்போம். ஆனால், ஒரு விசைக்குப் பருமன் மாத்திரம் உண்டன்று. அதற்குத் திசையும் உண்டு. ஆகவே, அது ஒரு காவிக் கணியம். காவிக் கணியமாகிய விசையை ஒரு நேர்கோட்டினுற் குறிக்கலாம். கோட்டின் நீளத்தினால் விசையின் பருமனும் கோட்டின்மீதுள்ள அம்புக்குறி காட்டும் திசையினால் விசையின் திசையும் குறிக்கப்படும். ஒரு கோடு ABயின் திசையிலே தாக்கும் விசை 6 N குறிக்கப்படும் விதம்பற்றிப் படம் 2.1 இலிருந்தும் கண்டுகொள்ளலாம்.



படம் 2.1. விசை 6 N குறிக்கப்படும் விதம்

## இரு விசைகளின் விளையுள்

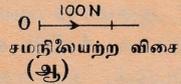
### இரு எதிர் விசைகளின் விளையுள்

கயிறு இழுத்தற் போட்டியிற் பங்குபற்றுகின்ற இரு குழுக்கள் எதிர்த் திசைகளில் இருக்கிறபோதிலும் சமமான இரு விசைகள் கயிற்றின்மீது பிரயோகிக்கப்படும்போது அவ்விசைகள் இரண்டும் ஒன்றையொன்று சமநிலைப்படுத்துவதனற் கயிறு இயங்காமலுள்ளது. ஆனால், ஒரு குழு பிரயோகிக்கும் விசையைக் காட்டிலும்

பெரிய ஒரு விசையைப் பிரயோகிப்பதில் மற்றைய குழு வெற்றியீட்டினால், கயிற்றையும் முதலிற் குறிப்பிட்ட குழுவையும் தனது பக்கத்துக்கு இழுப்பதில் இரண்டாம் குழு வெற்றிபெறுகிறது. உதாரணமாக, இடப்பக்கத்தில் இருக்கும் குழு 500 N விசையையும் வலப்பக்கத்தில் இருக்கும் குழு 600 N விசையையும் பிரயோகிக்குமாயின், வலப்பக்கத்திலே தாக்குகின்ற 100 N எனும் சமநிலையற்ற ஒரு விசை உண்டாகும். ஆகவே, கயிறு வலப்பக்கத்துக்கு இழுக்கப்படும். அவ்விரு விசைகளும் பருமனிற் சம



(அ)



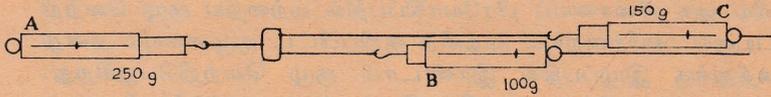
படம் 2.2. கயிறுமீது எதிர்த் திசைகளிற் பிரயோகிக்கப்படும் 500 N , 600 N எனும் விசைகளும் அவை காரணமாக உண்டாகும் சமநிலையற்ற விசையும்

மாக இருக்கும்போதே அவை ஒன்றையொன்று சமநிலைப்படுத்துதல் என்ற நாம் மேலே படித்தோம். ஆகவே, B, C எனும் விற்றராசுகள் காட்டுகின்ற 100 டீ எனும் இரு விசைகளினதும் விளையுள் 200 டீ ஆக இருத்தல் வேண்டும். மேற்கூறிய சமநிலையற்ற விசையானது இரு குழுக்களும் பிரயோகிக்கும் விசைகள் இரண்டினதும் ஒன்றுசேர்ந்த விளைவை உண்டாக்குகின்ற ஒரு தனி விசையாகும். அது அவ்விசைகள் இரண்டினதும் விளையுள் எனப்படும். இவ்வாறு, ஒரு பொருளினமீது ஒரே சமயத்திலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் விளையுள் என்பது அவ்விசைகள் யாவற்றினதும் ஒன்றுசேர்ந்த விளைவை உண்டாக்குகின்ற தனி விசை என்று விளையுளுக்கு வரைவிலக்கணம் கூறலாம்.

ஒரே நேர்கோடு வழியே எதிர்த் திசைகளில் ஒரு பொருளினமீது தாக்குகின்ற இரு ஒருதள விசைகளினது விளையுளின் பருமனானது இரு விசைகளினதும் பருமன்களின் வித்தியாசத்துக்குச் சமமாக இருப்பதோடு, அது பெரிய விசையின் திசையிலேயும் தாக்கும் எனவும் மேற்குறித்த உதாரணத்தினின்றும் காண்கிறோம்.

ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுள்

இப்போது ஒரே கோடு வழியே ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளைவைக் கருதுவோம். அத்தகைய இரு விசைகளின் விளையுளை ஆராயப் பயன்படும் ஒழுங்கமைப்பானது படம் 2.3 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. 500 டீ வரை நிறையைக் காட்டத்தக்க ஒரு விற்றராசு A ஓர் இழைமூலம் ஒரு தூணிற் கட்டப்பட்டுள்ளது. விற்றராசின் கொளுக்கியில் முடிச்சுப்போடப்பட்ட வேரோர் இழைத்



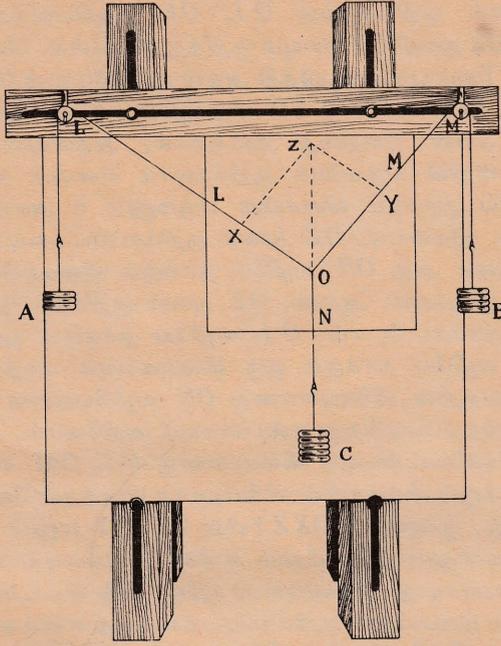
படம் 2.3. ஒரே கோடு வழியே ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுள்

துண்டின் மற்றைய நுனியானது ஓர் இரும்பு வளையத்தில் முடிச்சுப் போடப்பட்டுள்ளது. C, D எனும் வேறு இரு விற்றராசுகள் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இரும்பு வளையத்துடன் இணைக்கப்பட்டு அவற்றின் மற்றைய நுனிகளில் இழைத் துண்டுகள் முடிச்சுப்போடப்பட்டுள்ளன. ஆரம்பத்திலே B, C ஆகிய இரு விற்றராசுகளையும் ஒன்றுக்கொன்று கிட்டப் பிடித்து அவை இரண்டினதும் வாசிப்புகள் 100 g ஆகுமாறு அவற்றின் இரு இழைகளும் இழுக்கப்படும். பின்னர், தராசு A யின் வாசிப்புப் பெறப்படும். அது 200 g எனக் காணப்படும். தராசுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள வளையம் இயங்காமல் இருப்பதால், தராசுகள் B, C ஆகியன மூலம் காட்டப்படும் விசைகளின் விளையுளானது தராசு A யினுற் காட்டப்படும் விசையினுற் சமநிலைப்படுத்தப்படுகிறது: ஒரே நேர் கோட்டில் எதிர்த் திசைகளிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளில் ஒன்று மற்றையதைச் சமநிலைப்படுத்தற்கு அவற்றின் பருமன் சமமாக இருத்தல் வேண்டுமென நாம் மேலே படித்தோம். ஆகவே, B, C ஆகிய இரு விற்றராசுகளின்மூலம் காட்டப்படும் 100 g விசைகள் இரண்டினதும் விளையுள் 200 g ஆக இருந்தல் வேண்டும். இப்போது, B, C ஆகிய இரு தராசுகளின்மூலமும் வித்தியாசமான வாசிப்புகள் காட்டப்படுமாறு அவற்றின் இழைகள் இழுக்கப்படும். அப்போதும் தராசு A யின் வாசிப்பு மற்றைய இரு தராசுகளினதும் வாசிப்புகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமெனக் காணப்படும். உதாரணமாக, தராசு B யின் வாசிப்பு 100 g ஆகவும் தராசு C யின் வாசிப்பு 150 g ஆகவும் இருப்பின், தராசு A யின் வாசிப்பு 250 g ஆகும் எனக் காணப்படும். இதன்படி, ஒரே கோடு வழியே ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளினது விளையுளின் பருமன் அவ்விரு விசைகளினதும் பருமன்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம் எனவும் திசை மேற்குறித்த இரு விசைகளினதும் திசையே எனவும் காண்போம்.

சாய்ந்த இரு விசைகளின் விளையுள்

ஒன்றோடொன்று சாய்ந்த இரு விசைகளின் விளையுளைப் பெறத் தக்க விதம்பற்றி அறியும்பொருட்டுப் பயன்படுத்தத்தக்க ஒழுங்குமைப்பொன்று படம் 2.4 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. A, B, C எனும் மூன்று திணிவுகள்(முறையே 0.3 kg, 0.4 kg, 0.5 kg எனும் பெறுமானமுள்ளவை எனக் கொள்வோம்) இலேசான நீளா இழைகள் மூன்றின்மூலம் ஒன்றோடொன்று தொடுக்கப்பட்டு, A, B ஆகிய

திணிவுகளுடன் தொடுத்த இரு இழைகள் இரு கப்பிகளின் மேலாக அனுப்பப்பட்டுள்ளன. திணிவு  $C$  ஆனது இரு கப்பிகளுக்குமிடையே சுயாதீனமாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. தொகுதியை விடும்



படம் 2.4. ஒன்றோடொன்று சாய்ந்து தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுள்

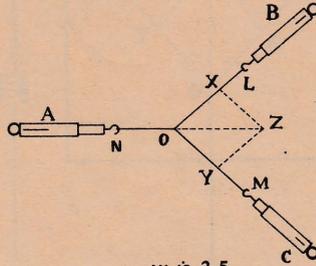
போது, திணிவுகளும் இழைகளும் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள தானத்துக்குச் சமமான ஒரு தானத்தில் ஒய்வுக்கு வரும். அப்போது மூன்று இழைகளினதும் சந்திப்பு இடமாகிய புள்ளி  $O$  ஒரே நிலைக்குத்துத் தளத்திலுள்ள மூன்று விசைகளின் தாக்கத்துக்கு ஆளாகுமென நாம் காண்போம். மூன்று இழைகளின் வழியேயும் தாக்குகின்ற மூன்று விசைகளும் அவ்விழைகளினாலே தொங்க விடப்பட்டுள்ள திணிவுகளுக்கு விகிதசமமென நாம் கருதலாம். அதன்படி இழை  $OL$  வழியே தாக்கும் விசையின் பருமன் 3 அலகு எனவும், இழை  $OM$  வழியே தாக்கும் விசையின் பருமன் 4 அலகு எனவும், இழை  $ON$  வழியே தாக்கும் விசையின் பருமன் 5 அலகு எனவும் கொள்ளலாம். புள்ளி  $O$  இயங்காமல் இருப்பதால்  $OL$  வழியேயுள்ள விசையினதும்  $OM$  வழியேயுள்ள விசையினதும் விளையுளானது  $ON$  வழியேயுள்ள விசையினுற் சமநிலைப்படுத்தப்பட வேண்டும்.

இழைகளுக்குப் பின்னாலுள்ள பலகைமீது ஒரு கடதாசியை வைத்து அதில்  $O, L, M, N$  எனும் புள்ளிகளைக் குறித்துக்கொள்க. இழைகள் வழியே தாக்கும் விசைகளின் தாக்கக் கோடுகளை அவற்றிற் குறித்துக் கொள்ளலாம். தக்கதோர் அளவிடையைத் தேர்ந்தெடுத்து  $OL, OM$  ஆகியவற்றின் வழியே தாக்கும் விசைகளின் பருமன்களைக் குறிப்பதற்கு  $OL, OM$  ஆகியவற்றின் வழியே முறையே  $OX$  ஐயும்  $OY$  யையும் குறித்துக்கொள்க. பின்னர், இணைகரம்  $OXZY$  ஐப் பூரணப்படுத்தி அதன் மூலைவிட்டம்  $OZ$  ஐ வரைக. அது, நீட்டப்பட்ட கோடு  $NO$  மீது இருக்கும் எனக் காண்பீர்கள். மூலைவிட்டத்தின் நீளத்தை அளந்தால், அதன்மூலம் 5 அலகு விசையொன்றின் பருமனைக் குறிக்கலாம் எனவும் காண்பீர்கள்.  $ON$  வழியே தாக்கும் விசையின் பருமனும் 5 அலகு என நாம் அறிவோம். இதன்படி,  $OZ$  மூலம் குறிக்கப்படக்கூடிய ஒரு விசை இருக்குமானால் அது  $ON$  வழியே தாக்கும் விசைக்குச் சமமாயும் எதிராயும் இருக்கும். ஆனால்,  $OZ$  மூலம் குறிக்கப்படும் விசையை நாம் பார்க்கமாட்டோம்.  $OL$  வழியே தாக்கும் ஒரு விசையையும்  $OM$  வழியே தாக்கும் ஒரு விசையையும் மாத்திரம் பார்ப்போம். அவற்றின் விளையுளானது  $ON$  வழியேயுள்ள விசையினுற் சமநிலைப்படுத்தப்படுகிறது என்பதையும் அறிவோம். ஆகவே,  $OZ$  மூலம் குறிக்கப்படக்கூடிய விசையானது  $OL, OM$  என்பவற்றின் வழியே தாக்கும் விசைகளின் விளையுளாக இருத்தல் வேண்டும்.

இவ்வாறு, இணைகரம்  $OXZY$  யின்  $OX, OY$  எனும் பக்கங்களின் மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படக்கூடிய விசையொன்றின் விளையுளானது அவ்விணைகரத்தின் மூலைவிட்டம்  $OZ$  மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படக்கூடியது எனக் காண்கிறோம். நாம் பெற்ற இப்பேறு விசை இணைகரத் தேற்றம் எனப்படும் தேற்றத்தின் ஒரு பிரயோகமாகும். ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகள் ஓர் இணைகரத்தின் அடுத்துள்ள இரு பக்கங்களின்மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படக்கூடுமாயின், அவ்விரு பக்கங்களின் வெட்டுப் புள்ளியூடாக வரையப்படும் மூலைவிட்டத்தினால் அவ்விசைகளின் விளையுள் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படும் என அத்தேற்றம் கூறுகிறது. இணைகர விதி விசைகளுக்கு மாத்திரமன்று, ஆர்முடுகல் போன்ற வேறு காவிக் கணியங்களுக்கும் உண்மையெனக் குறிப்பிடலாம்.

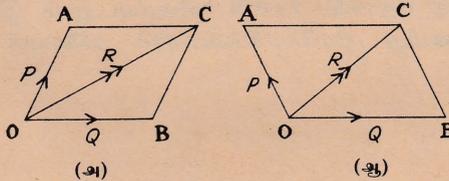
மேலே குறித்த பரிசோதனையை நடத்தும்பொருட்டுப் படம் 2.4 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணங்கள் கிடைக்காவிட்டால் மூன்று விற்றராசுகளைப் பயன்படுத்தியும் அதனைச் செய்யலாம். ஓரளவு பெரிய தட்டையான மேசையொன்றின் ஒரு விளிம்பிலே பிடியி  $G$  யை இறுக்கி (படம் 2.5 இற் காட்டியுள்ளவாறு) ஒரு விற்றராசு  $A$  யை அதனுடன் இணைக்க. விற்றராசின் கொளுக்கியிலே குறுகிய ஓர் இழையை முடிச்சுப்போட்டு இழையின் மற்றைய

நுனியை  $B, C$  எனும் இரு விற்றராசுகளில் முடிச்சுப்போட்ட இழைகளின் சுயாதீன நுனிகளில் முடிச்சுப்போடுக.  $B, C$  ஆகிய விற்றராசுகள் இரண்டையும் வெவ்வேறான இரு திசைகளில் இழுத்து



படம் 2.5

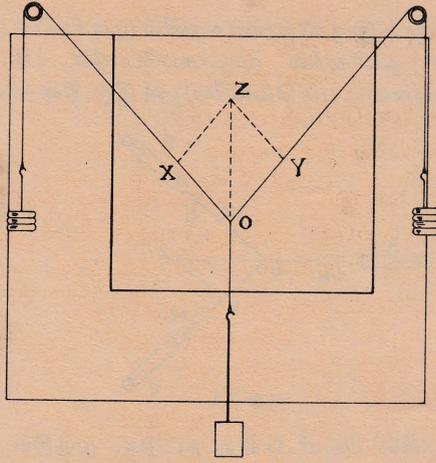
ஏற்றவாறு இறுக்கிய பிடியி  $G$ யிற் கட்டுக. முந்திய பரிசோதனையிற் செய்தவாறு இழைகளுக்கும் தராசுகளுக்கும் பின்புறம் ஒரு கடதாசியை வைத்து, அதில்  $O, L, M, N$  ஆகிய புள்ளிகளின் தானங்களைக் குறிக்க. விற்றராசுகள் மூன்றினதும் வாசிப்புகளையும் எடுக்க. இப்போது தக்கதோர் அளவிடையைத் தேர்ந்தெடுத்து ஓர் இணைகரத்தை அமைக்கும்போது அதன் மூலைவிட்டம்  $OZ$  ஐக் கொண்டு, தராசு  $A$  காட்டும் விசைக்குச் சமனும் எதிருமான ஒரு விசையைக் குறிப்பிடலாமெனக் காணப்படும்.



படம் 2.6. (அ) ஒரு சிறிய கோணத்திலே, (ஆ) ஒரு பெரிய கோணத்திலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுளை வரைபுமுறையாகக் காணல்

### தராசைப் பயன்படுத்தாமல் ஒரு பொருளின் திணிவைக் காணல்

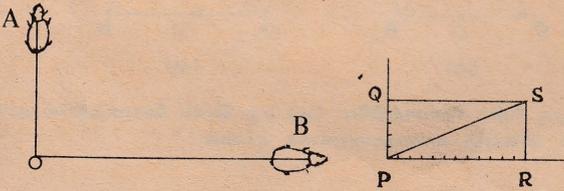
திணிவு தெரியாத ஒரு பொருளும் படம் 2.4 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணமும் சில படிக்கற்களும் மாத்திரம் தரப்பட்டுள்ள போது விசை இணைகரத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்திப் பொருளின் தெரியாத திணிவைக் காணலாம். நடுவிலே தெரியாத திணிவு தொங்கியிருக்குமாறு மூன்று திணிவுகளையும் முந்திய பரிசோதனையிற் போன்று தொங்கவிடுக. அப்பரிசோதனையிற் செய்தவாறு ஓர் இணைகரத்தை அமைக்க. மூலைவிட்டத்தின் நீளத்தைக் கொண்டு பொருளின் திணிவு பெறப்படும்.



படம் 2.7. தராசைப் பயன்படுத்தாமல் ஒரு பொருளின் திணிவைக் காண்பதற்கு விசை இணைகரத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தல்

### உதாரணம்

புல் மேய்கின்ற இரு பசுக்கள் கட்டப்பட்டுள்ள இரு கயிறுகளும் ஒரு கழுக மரத்திலே ஒரே இடத்தில் முடிச்சப்போடப்பட்டுள்ளன. பசுக்களுள் ஒன்று வடக்கு நோக்கி 100 N விசையுடனும், மற்றையது கிழக்கு நோக்கி 240 N விசையுடனும் இழுக்கின்றன. கழுக மரத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் விளையுள் விசையைக் காண்க.



படம் 2.8

தக்கதோர் அளவிடையை ( $1\text{cm} = 20\text{N}$  எனக் கொள்க) பயன்படுத்திப் பசு A வடக்குத் திசையிற் பிரயோகிக்கின்ற 100 N விசையைக் குறிப்பதற்கு வடக்குத் திசையில் 5 cm நீளமுள்ள ஒரு கோடு PQ வையும் பசு B கிழக்குத் திசையிற் பிரயோகிக்கின்ற 240 N விசையைக் குறிப்பதற்குக் கிழக்குத் திசையில் 12 cm நீளமுள்ள ஒரு கோடு PR ஐயும் வரைகிறோம். பின்னர், இணைகரம் PQSR ஐப் பூரணப்படுத்தி மூலைவிட்டம் PS இன் நீளத்தையும் திசையையும் அளவிடுவோம்.

மூலைவிட்டம்  $PS$  இன் நீளம் =  $13 \text{ cm}$

$$\widehat{SPR} = 23^\circ$$

$\therefore$  விளையுள் விசையின் பருமன் =  $260 \text{ N}$

விளையுள் விசையின் திசை =  $23^\circ$ ; கிழக்கிலிருந்து வடக்கிற்கு

இச்சந்தர்ப்பத்திலே இணைகரம்  $PQSR$  ஒரு செவ்வகம் ஆதலால், வரைபு முறையைப் பயன்படுத்தாமல் மூலைவிட்டம்  $PS$  இன் நீளத்தைக் கணித்தும் பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

$PRS$  ஒரு செங்கோண முக்கோணி ஆதலால்,

$$\begin{aligned} PS^2 &= PR^2 + RS^2 \\ &= 12^2 + 5^2 \\ &= 144 + 25 \\ &= 169 \end{aligned}$$

$$\therefore PS = 13 \text{ cm}$$

$\therefore$  விளையுள் விசையின் பருமன் =  $13 \times 20 \text{ N}$

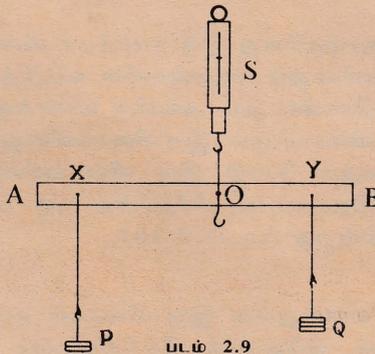
$$= 260 \text{ N}$$

$$\text{தான் } \widehat{SPR} = \frac{100}{240} = 0.4166$$

$$\therefore \widehat{SPR} = 23^\circ 06'$$

### இரு சமாந்தர விசைகளின் விளையுள்

ஒரே நேர்கோடு வழியே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுளையும் ஒன்றோடொன்று சாய்ந்து ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின் விளையுளையும் பெறும் விதம்பற்றி மேலே படித்தோம். ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமான (ஆகவே ஒன்றையொன்று சந்திக்காத) இரு விசைகளின் விளையுளைப் பெறும் விதம்பற்றி இப்போது ஆராய்வோம். இதற்குப் பயன்படத்தக்க எளிய உபகரணமொன்று படம் 2.9 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



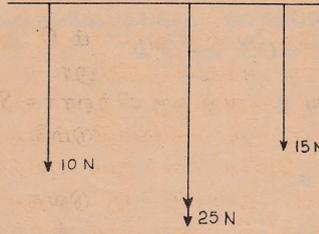
AB என்பது சரி நடுவிலே ஒரு துவாரம் O துளைக்கப்பட்ட ஓர் இலேசான சீர்க் கோல். அத்துவாரத்தினூடாகச் செலுத்தப்பட்டுள்ள ஒரு கொளுக்கிமூலம் அது ஒரு விற்றராசு S இலேவே தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு தொங்கவிடும்போது கோல் கிடையாக இராவிட்டால், மேலே செல்லும் புயத்திலே தக்கவோர் இடத்திற் பிளாஸ்டீசின் துண்டை ஒட்டுவதன்மூலம், கோலைக் கிடையாக வைத்திருக்கலாம். பின்னர், படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு கோலின் இரு புயங்களிலிருந்தும் P, Q (முறையே 1.0 kg, 1.5 kg எனக் கொள்வோம்) எனும் அறிந்த இரு திணிவுகளைத் தொங்கவிட்டுக் கோல் மறுபடியும் கிடையாக இருக்குமாறு அத் திணிவுகளின் தொங்கற் புள்ளிகள் செப்பஞ்செய்யப்படும். இப்போது விற்றராசின் வாசிப்பு அவதானிக்கப்படும். அதன் இரு புயங்களிலிருந்தும் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள திணிவுகளின் கூட்டுத் தொகை (2.5 kg) என்று காணப்படும். இப்போது இரு திணிவுகளையும் அகற்றி, அவை இரண்டும், துவாரம் O வினூடாக வைக்கப்பட்டுள்ள வளையத்திலிருந்து தொங்கவிடப்படும். அப்போதும் விற்றராசின் வாசிப்பு முதற் பெறுமானமாகவே (2.5 kg) இருக்கக் காணப்படும்.

புள்ளி O விலே தொங்கவிட்ட ஓர் 2.5 kg திணிவானது X, Y எனும் புள்ளிகளிலே தொங்கவிட்ட 1 kg, 1.5 kg எனும் இரு திணிவுகளும் ஒன்றாக உண்டாக்குகின்ற விளைவையே உண்டாக்கும் என்று மேற்கூறிய பேறுகளினின்றும் காணலாம். ஆகவே, X, Y ஆகியவற்றிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ள 1 kg, 1.5 kg எனும் திணிவுகள் காரணமாக உண்டாகும் நிலைக்குத்து விசைகளின் விளையுளானது O விலிருந்து தொங்கவிடப்பட்ட 2.5 kg திணிவு காரணமாக உண்டாகும் நிலைக்குத்து விசைக்குச் சமம் என்று நாம் கூறலாம். இப்போது XO, OY ஆகிய தூரங்களை அளந்தால், விகிதம் XO/OY ஆனது 1.5/1.0 இற்கு, அதாவது விசைகளினது விகிதத்தின் நிகர்மாற்றுக்குச் சமம் என்று காணப்படும். இப்பரிசோதனையிலிருந்து கிடைக்கும் பேறுகளைக் கொண்டு நாம் பின்வருமாறு முடிபுகொள்ளலாம்:

ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு சமாந்தர விசைகளின் விளையுள், அவ்விரு விசைகளினதும் பருமன்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமான பருமனைக் கொண்டதும் அவ்விரு விசைகளுக்கும் சமாந்தரமானதுமான ஒரு விசையாகும். இரு விசைகளினதும் பிரயோகப் புள்ளிகளைத் தொடுக்கும் கோடு இரு விசைகளினதும் பருமன்களின் நேர்மாறு விகிதசமப்படி பிரிக்கின்ற ஒரு புள்ளியூடேயே அவ்விளையுள் தாக்குகின்றது (படம் 2.10).

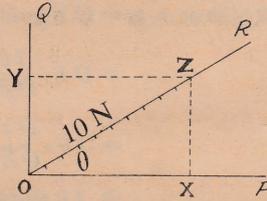
### விசைத் துணிப்பு

ஒன்றோடொன்று சாய்ந்துள்ள இரு விசைகள் ஒரு புள்ளியிலே தாக்கும்போது விசை இணைகரத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி



படம் 2.10. ஒரே திசையிலே தாக்குகின்ற இரு சமாந்தர விசைகளின் விளையுள்

அவற்றின் விளையுளைக் காணலாமெனக் கண்டோம். அவ்வாறு விளையுளைப் பெறுதல் விசைக் கூட்டல் எனப்படும். மறுசார், யாதாயினுமொரு தனி விசை தரப்படும்போது, தரப்பட்ட இரு திசைகளில் ஒரு புள்ளியிலே தாக்கி அத்தனி விசையின் அதே விளைவை உண்டாக்குகின்ற இரு விசைகளைக் காணலாம். இவ்வாறு செய்தல் விசையை அதன் கூறுகளாகத் துணித்தல் எனப்படும். பெரும்பாலும், தரப்பட்ட யாதாயினுமொரு திசையிலே தாக்குகின்ற ஒரு விசையை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான இரு திசைகளிலுள்ள இரு விசைகளாகத் துணிக்கவேண்டியிருக்கும்.



படம் 2.11

திசை  $OR$  வழியே தாக்கும் ஒரு  $10\text{ N}$  விசையை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான  $OP$ ,  $OQ$  எனும் திசைகளிலுள்ள இரு கூறுகளாகத் துணிக்கவேண்டியுள்ளது என்று கொள்வோம் (படம் 2.11). அப்போது, யாதுமொர் அளவிடையின்படி  $10\text{ N}$  விசையைக் குறிக்கும்பொருட்டு  $OR$  வழியே  $OZ$  ஐக் குறித்துக் கொண்டு  $OZ$  ஐ மூலைவிட்டமாகவும் முறையே  $OP$ ,  $OQ$  வழியேயுள்ள  $OX$ ,  $OY$  ஆகியவற்றை அடுத்துள்ள பக்கங்களாகவும் கொண்ட ஓர் இணை கரத்தை அமைக்க வேண்டும். இப்போது  $10\text{ N}$  ஐக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட அளவிடையின்படி  $OX$ ,  $OY$  ஆகியவற்றின் மூலம்  $OP$ ,  $OQ$  ஆகிய திசைகளிலே விசை  $10\text{ N}$  இன் கூறு குறிக்கப் படவேண்டும். ஆகவே, பக்கங்கள்  $OX$ ,  $OY$  ஆகியவற்றின் நீளங்களை அளக்கும்போது  $10\text{ N}$  ஐக் குறிக்கப் பயன்படுத்திய அளவீட்டிலிருந்து நாம் கூறுகளின் பெறுமானங்களைப் பெறுவோம்.

கீழ்க் குறித்தவாறு கணிப்புமூலமும் இப்பெறுமானத்தைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

$OXZ$  ஒரு செங்கோண முக்கோணியாகையால்,  $OX = OZ$  கோசை  $\theta$ ,  $OY = XZ = OZ$  சைன்  $\theta$

$$\therefore \frac{OX}{OZ} = \text{கோசை } \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{OY}{OZ} = \text{சைன் } \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

நீளம்  $OZ$  இனல்  $10\text{N}$  விசை குறிக்கப்படுகின்றது.

$$\therefore \text{பயன்படுத்தப்பட்ட அளவிடை: அலகு நீளம்} = \frac{10}{OZ} \text{ N}$$

அப்போது, திசை  $OP$  யிலுள்ள கூறு =  $OX$  மூலம் குறிக்கப்படும் விசை

$$= OX \cdot \frac{10}{OZ} \text{ N}$$

$$= 10 \frac{OX}{OZ} \text{ N}$$

$$= 10 \text{ கோசை } \theta \text{ N}$$

((1) இன்படி)

அவ்வாறே, திசை  $OQ$  யிலுள்ள கூறு =  $OY$  மூலம் குறிக்கப்படும் விசை

$$= OY \cdot \frac{10}{OZ} \text{ N}$$

$$= 10 \cdot \frac{OY}{OZ} \text{ N}$$

$$= 10 \text{ சைன் } \theta \text{ N} \quad (2) \text{ இன்படி}$$

இவ்வாறு திசை  $OP$  யிலுள்ள கூறு

$$= 10 \text{ கோசை } ZOX \text{ N} \dots\dots\dots (3)$$

திசை  $OQ$  யிலுள்ள கூறு =  $10$  சைன்  $\theta$

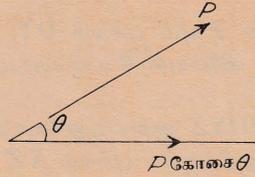
$$= 10 \text{ கோசை } (90 - \theta)$$

$$= 10 \text{ கோசை } Z\hat{O}Y \text{ N} \dots\dots\dots (4)$$

மேற்குறித்த (3), (4) எனும் பேறுகளைத் தொகுத்துக்கூறுமிடத்து, யாதுமொரு விசை  $P$  யுடன் கோணம்  $\theta$  வை ஆக்குகின்ற ஒரு திசை வழியே அவ்விசையின் கூறு  $P$  கோசை  $\theta$  ஆகும். என்று நாம் கூறலாம்.

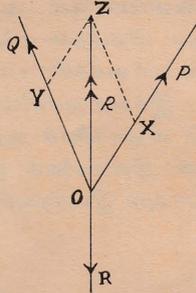
### பொருள்களின் சமநிலை

ஒரு பொருளின்மீது எதிர்த் திசைகளிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகளின்மூலம் அப்பொருளை இயங்கச்செய்யாமல் வைத்துக் கொள்ளும் சந்தர்ப்பமொன்று கயிறு இழுத்தல்பற்றிய உதாரணத்தை எடுத்துநோக்கியபோது எதிர்ப்பட்டது. கயிறுமீது தாக்கு



படம் 2.12. யாதாயினுமொரு விசையுடன் கோணம்  $\theta$  வை ஆக்கும் திசை வழியே அவ்விசையின் கூறு

கின்ற இரு விசைகளும் சமமும் எதிருமாக இருப்பதால் அவ்விசைகளில் ஒன்றினால் மற்றையது சமன்செய்யப்பட்டுக் கயிறு இயங்காமல் இருந்தது என்று நாம் முடிபுகொண்டோம். மூன்று இழைகளின் வழியே தாக்குகின்ற மூன்று விசைகள் அவ்விழைகள் மூன்றும் ஒன்றாகச் சந்திக்கும் புள்ளி O வை இயங்கச் செய்யாமல் வைத்திருந்த சந்தர்ப்பமொன்று விசை இணைகரத் தேற்றத்தை நாம் பயன்படுத்திய பரிசோதனையில் எதிர்ப்பட்டது. புள்ளி O விலுள்ளதும் ஒரு புள்ளியினால் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குச் சிறியதுமான ஒரு பொருளின்மீது இம்மூன்று விசைகளும் தாக்கியதாக நாம் கருதலாம். அப்பொருள் (புள்ளி O) இயங்காமல் இருந்தமைக்குக் காரணம், அதன்மீது தாக்கிய மூன்று விசைகளுள் இரண்டின் விளையுளானது மூன்றாவதற்குச் சமமும் எதிருமாக இருக்கின்றமையால் அவை சமநிலைப்படுதலாகும் என்று கண்டோம். இவ்வாறு, ஒரு பொருளின்மீது இரு விசைகள் அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட விசைகள் தாக்குவதனால் அப்பொருள் இயங்காமல் இருக்குமாயின், அது சமநிலையில் இருப்பதாகக் கூறப்படும்.



படம் 2.13

### விசை முக்கோணி

ஒரு சிறிய பொருள் O மீது தாக்குகின்ற P, Q எனும் இரு விசைகளைக் கருதுவோம் (படம் 2.13). அவற்றின் விளையுள் R ஐப் பெற்றுக்கொள்வதற்கு இணைகரம் OXZY ஐ அமைத்தால் அதன்

பக்கம்  $OX$  மூலம் விசை  $P$  யும் பக்கம்  $OY$  மூலம் விசை  $Q$  வும் மூலவிட்டம்  $OZ$  மூலம் விசையுள்  $R$  உம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படும்.

இப்போது முக்கோணி  $OXZ$  ஐக் கருதுவோம். அதில், பக்கம்  $OX$  ஆனது விசை  $P$  யைக் குறிக்கும்; பக்கம்  $XZ$  ஆனது  $OY$  யிற்குச் சமமும் சமாந்தரமுமாக இருப்பதனால், அது விசை  $Q$  வைக் குறிக்கும்; பக்கம்  $OZ$  ஆனது மேற்குறித்த இரு விசைகளினதும் விசையுள்  $R$  ஐக் குறிக்கும். விசையுள்  $R$  தாக்கும் கோடு வழியே அதற்கு எதிரான திசையில் இப்போது விசை  $R$  ஐப் பிரயோகித்தால், விசைகள்  $P, Q$  ஆகியவற்றின் தளத்திலேயே இருக்கின்ற அவ் விசையை முக்கோணியின் பக்கம்  $ZO$  மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கலாம். இதற்கிடையே விசையுள்  $R$  ஆனது மேற்குறித்த விசை  $R$  இனாற் சமநிலைப்படுத்தப்படுவதனால், பொருள் இயங்காமற் சமநிலையில் இருக்கிறது.

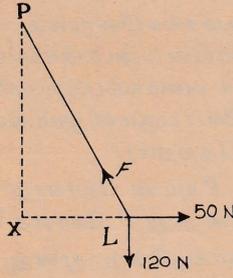
இப்போது புள்ளி  $O$  விலுள்ள சிறிய ஒரு பொருளினின்று தாக்குகின்ற  $P, Q, R$  எனும் மூன்று ஒருதள விசைகள் உள்ளன. அவை முக்கோணி  $OXZ$  இன் முறையே  $OX, XZ, ZO$  எனும் பக்கங்களின் மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிப்பிடப்படலாம். மேலும், அவ்விசைகள் மூன்றும் சமநிலையில் இருக்கின்றன. இவ்விடயங்களைத் தொகுத்துப் பின்வருமாறு கூறலாம்:

ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற மூன்று ஒருதள விசைகள் ஒரு முக்கோணியின் வரிசைக்கிரமப்படி எடுத்த மூன்று பக்கங்களின் மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படுமாயின், அவ்விசைகள் மூன்றும் சமநிலையில் இருக்கும். முக்கியம்வாய்ந்த இப்பேறு, விசை முக்கோணித் தேற்றம் எனப்படும்.

இதன் மறுதலையும் உண்மையாகும். அதாவது, ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற மூன்று ஒருதள விசைகள் சமநிலையில் இருக்குமாயின், அவை ஒரு முக்கோணியின் வரிசைக்கிரமமாக எடுத்த பக்கங்களின் மூலம் குறிக்கப்படலாம். இக்கூற்றுகளின்படி, வரிசைக்கிரமமாக எடுத்த பக்கங்களின்மூலம் விசைகளைக் குறிக்கும்போது அப்பக்கங்களின்மீதுள்ள விசைகளின் திசைகளைக் குறிக்கும் அம்புக்குறிகள் யாவும் ஒரே திசையில் (யாவும் இடஞ்சுழியாகவோ யாவும் வலஞ்சுழியாகவோ) இருக்கும்.

### உதாரணம்

10 kg திணிவுள்ள ஒரு விளக்கு  $L$  ஆனது இலேசான நீண்ட ஒரு சங்கிலியினாலே பாவுகையிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. விளக்குமீது 50N கிடை விசையொன்றைப் பிரயோகிப்பதன்மூலம் விளக்கு ஒரு பக்கத்துக்கு இழுக்கப்பட்டு ஓய்வில் இருக்கிறது. சங்கிலி வழியே தாக்கும் விசை யாது? 1 கிலோகிராம் நிறை = 10N எனக் கொள்க.



புலம் 2.14

சங்கிலி வழியே தாக்குகின்ற விசை  $F$  எனக் கொள்வோம் படம் 2.14இற் காட்டியுள்ளவாறு விளக்கும்படி மூன்று விசைகள் தாக்குகின்றன. அவ்விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் பொருள் சமநிலையில் இருப்பதனால் விசை முக்கோணித் தேற்றத்தினது மறுதலையின் படி அவ்விசைகள் மூன்றும் ஒரு முக்கோணியின் வரிசைக்கிரமமாக எடுத்த பக்கங்களின்மூலம் குறிக்கப்படவேண்டும்.

முக்கோணி  $PLX$  ஐக் கருதுக. அதன் பக்கம்  $LP$  ஆனது சங்கிலி வழியே தாக்கும் விசை  $F$  வழியே இருக்கும். பக்கம்  $PX$  ஆனது விளக்கின் நிறையாகிய  $12\text{ N}$  எனும் விசைக்குச் சமாந்தரமாகும். பக்கம்  $XL$  ஆனது விசை  $50\text{ N}$  இன் திசையில் இருக்கும். ஆகவே, முக்கோணி  $PLX$  ஆனது பொருளின்மீது தாக்கும் விசையைக் குறிப்பதற்குரிய விசை முக்கோணியாகப் பயன்படலாம்.

யாதாயினுமோர் அளவிடையின்படி பாதம்  $XL$  ஆனது  $50\text{ N}$  ஐக் குறிக்குமாயின், அவ்வளவிடையின்படி பக்கம்  $PX$  ஆனது விளக்கின் நிறை ( $120\text{ N}$ ) ஐயும் பக்கம்  $LP$  ஆனது விசை  $F$  ஐயும் குறிக்கும். ஆகவே, ஓர் அளவிடையின்படி முக்கோணி  $PLX$  ஐ அமைக்கும்போது அதன் பக்கம்  $LP$  யின் நீளத்தினின்றும் விசை  $F$  இன் பருமன் பெறப்படும். அது  $130\text{ N}$  எனக் காணப்பட்டுள்ளது.

## பொழிப்பு

- \* விசை என்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது இயக்க நிலையை மாற்றுகின்ற அல்லது மாற்ற நாடுகின்ற ஒன்று ஆகும்.
- \* ஒரு விசைக்குப் பருமனும் திசையும் உண்டு. ஆகவே, அது ஒரு காவிக் கணியம். ஒரு விசையின் பருமனும் திசையும் ஒருநேர் கோட்டினுள் குறிக்கப்படலாம்.
- \* ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் விளையுளானது அப்புள்ளியிலே தாக்கிக் கொண்டு அதே விளைவை உண்டாக்குகின்ற ஒரு தனி விசையாகும்.
- \* ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற இரு விசைகள் ஓர் இணைகரத்தின்

அடுத்துள்ள இரு பக்கங்களின்மூலம் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படக்கூடுமாயின், அப்பக்கங்கள் இரண்டினதும் வெட்டுப் புள்ளியினூடாக வரையப்படும் மூலைவிட்டத்தின்மூலம் அவ்விசைகளின் விளையுனைப் பருமனிலும் திசையிலும் குறிப்பிடலாம் (விசை இணைகரத் தேற்றம்).

- \* யாதுமொரு விசை  $P$  யுடன் கோணம்  $\theta$ வை அமைக்கும் திசை வழியே அவ்விசையின் கூறு  $P$  கோசை  $\theta$  ஆகும்.
- \* ஒரு புள்ளியிலே தாக்குகின்ற மூன்று ஒருதள விசைகள் ஒரு முக்கோணியின் வரிசைக்கிரமமாக எடுத்த மூன்று பக்கங்களின் மூலமும் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படக்கூடுமாயின், அவ்விசைகள் மூன்றும் சமநிலையில் இருக்கும்.

### பயிற்சி

1. ஒரு காணியைச் சுற்றி ஒரு முட்கம்பி வேலியை அமைக்கும் போது ஒரு செங்கோண மூலையைச் சுற்றி இழுக்கப்பட்ட கம்பி முறுக்கு எவ்வாறிருப்பினும் அதன்மூலம் கொங்கிறீற்றுத் தூண்மீது வடக்குத் திசையில்  $40\text{ N}$  விசையும் கிழக்குத் திசையில்  $40\text{ N}$  விசையும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. கொங்கிறீற்றுத் தூண்மீது பிரயோகிக்கப்படும் விளையுள் விசையின் பருமனையும் திசையையும் காண்க.
2. இரு நுனிகளிலும்  $0.1\text{ kg}$  திணிவுகள் இரண்டு முடிசுகப்போடப் பட்ட இலேசான நீளா இழையொன்று ஒரு நிலைக்குத்துத் தளத்தில் இருக்கின்ற ஒப்பமான இலேசான இரு கப்பிகளுக்கு மேலே செலுத்தப்பட்டு, இரு கப்பிகளுக்கும் இடையேயுள்ள இழையின் பகுதியிலிருந்து ஒரு திணிவு  $W$  தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. மூன்று சுமைகளும் சமநிலைப்படுமபோது  $0.1\text{ kg}$  திணிவுகளுடன் தொடுக்கப்பட்ட இழைகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணம்  $45^\circ$  ஆகும். விசை இணைகரமொன்றை அமைத்துத் திணிவு  $W$ வின் பெறுமானத்தைக் காண்க.
3. ஒருவன் கைவண்டியொன்றின் கைப்பிடிமீது  $50\text{ N}$  எனும் சீரான விசையொன்றைப் பிரயோகித்துக் கொண்டு அதனைத் தள்ளுகிறான். கைப்பிடிக்கும் கிடை நிலத்துக்கும் இடையேயுள்ள கோணம்  $30^\circ$ . வண்டியீது பிரயோகிக்கப்படும் விசையின் கிடைக் கூறு எவ்வளவு?
4. கிடையுடன்  $30^\circ$  சாய்விலுள்ள ஒப்பமான சாய்தளமொன்றின் மீது ஓர்  $5\text{ kg}$  திணிவு வைக்கப்படுகிறது. இத்திணிவானது சாய்தள வழியே கீழ்நோக்கி வழக்கிச் செல்வதைத் தடுக்கும் பொருட்டுத் தளத்தின் வழியே மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையின் பருமன் எவ்வளவு?

5. ஐதரசன் நிரப்பிய ஒரு பலூனிலே இலேசான, வலிமையான இழையொன்றின் ஒரு நுனி முடிச்சுப்போடப்பட்டுள்ளது. இழையின் மற்றைய நுனியானது நிலத்தில் முடிச்சுப்போடப்பட்டுள்ளது. பலூன்மீதுள்ள மேன்முக உதைப்பு 130 N ஆகும். கிடையாக வீசும் காற்றுக் காரணமாக பலூன்மீது 50N எனும் மாறா விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படுமாயின், கயிறு வழியே உண்டாகும் விசை எவ்வளவு?

## அடர்த்தியும் அழுக்கமும் 3

### திணிவும் நிறையும்

மரம், இரும்பு, செம்பு, கல் போன்ற திண்மங்களும் நீர், எண்ணெய், பால் போன்ற திரவங்களும் ஓட்சிசன், நைதரசன் போன்ற வாயுக்களும் நாம் நன்கு அறிந்த பொருள்கள். இவை சடப்பொருளாலானவை. எந்தவொரு பொருளிலும் அடங்கியுள்ள சடப்பொருளின் அளவானது அப்பொருளின் திணிவு எனப்படும். ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள சடப்பொருளின் அளவானது ஒரு நியமப் பொருளிற கொள்ளப்பட்ட சடப்பொருளின் அளவு போன்ற எத்தனை மடங்கெனக் கண்டே அப்பொருளின் திணிவு அளவிடப்படும். இதற்காக நாம் பயன்படுத்தும் நியமப் பொருள் கிலோகிராம் ஆகும். நாம் கடைக்குப் போய் ஒரு கிலோகிராம் சீனி எனும் திணிவையே வாங்குகிறோம். ஆனால், சாதாரண வழக்கில் நாம் திணிவுக்குப் பதிலாக 'நிறை' எனும் சொல்லைக் கையாண்டு பேசிக்கொள்கிறோம். ஆனால், விஞ்ஞானத்தில் நிறை என்பது அதனைக் காட்டிலும் வித்தியாசமான ஒரு பொருளைக் கருதுகிறது.

புவியைச் சூழ்ந்துள்ள எப்பொருளும் மாற ஆர்முடுகலுடன் புவியை நோக்கி விழும் என்பதை அறிவோம். அவ்வாறு விழுவதற்கு, புவி அப்பொருளின்மீது பிரயோகிக்கும் ஈர்ப்பு விசை எனும் கவர்ச்சி விசைமூலம் அப்பொருளை இழுத்துக்கொள்வதே காரணம் என்பதையும் அறிவோம். பொருளொன்றின் "நிறை" என்பது புவி அப்பொருளின்மீது பிரயோகிக்கும் கவர்ச்சி விசையாகும்.

புவியின் கவர்ச்சி காரணமாக உண்டாகும் ஆர்முடுகல் அல்லது ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகலானது புவியில் இடத்துக்கிடம் சிறிதளவில் மாறுமென அட்டவணை 3.1 இற் குறித்த விவரங்களினின்றும் நீங்கள் அறிந்துகொள்ளலாம். ஆகவே, பொருளின் நிறையும் புவியில் இடத்துக்கிடம் சிறிதளவில் மாறும் என நாம் அறியலாம். எமது கணிப்புகளிலே ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகலுக்காக வேறு பெறுமானம் எதுவும் இல்லாதபோது அது  $9.80 \text{ ms}^{-2}$  எனக் கொள்வோம்.

சந்திரனின் திணிவு புவியின் திணிவைக் காட்டிலும் சிறியது.

இடம்	சர்வையினாலான ஆர்முடுகல் ( $\text{ms}^{-2}$ )
துருவம்	9.83
மத்தியகோடு	9.78
வொஷிங்ரன் (அமெரிக்க ஐக்கிய அரசுகள்)	9.80
கிறினிச் (பிரித்தானியா)	9.81
லெனின்கிராட் (சோவியெற்று ஒன்றியம்)	9.82

அட்டவணை 3.1. புவிமீதுள்ள பல்வேறு இடங்களிலே சர்வையினாலான ஆர்முடுகல் ஒரு பொருளின்மீது சந்திரன் பிரயோகிக்கும் ஈர்ப்பு விசையானது புவியின் ஈர்ப்பு விசையின்  $\frac{1}{6}$  அளவுக்குச் சிறியது. ஒரு விற்றராசிற் பொருளொன்றைத் தொங்கவிடும்போது, அப்பொருளின்மீது புவி பிரயோகிக்கும் ஈர்வை விசைக்குச் சமமான ஒரு விசையை விற்ற ராசு மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கும்வரை, வில் நீளும். இதன் பின்னர், வில் நீள்வது நின்றுவிடும். விற்றராசின் காட்டி அத்தரா சின் நீட்சியைக் காட்டும். ஆகவே, விற்றராசானது பொருளின் திணிவையன்றி, அதன் நிறையையே காட்டும். புவியிலே ஒரு விற்றராசினால் நிறுக்கும்போது 1 இரூத்தல் நிறையுள்ளதாகக் காணப்படும் பொருளொன்றைச் சந்திரனுக்குக் கொண்டுபோய் அதே தராசினால் நிறுத்தால், அப்பொருளின் நிறை ஏறத்தாழ  $\frac{1}{6}$  இரூத்தலாக இருக்கும்.

இயக்கம்பற்றிய நியூற்றனின் இரண்டாம் விதியினின்றும் பெற்ற  $F = ma$  எனும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, தரப்பட்ட திணிவைக் கொண்ட ஒரு பொருளின் நிறையைக் காணலாம்.

### உதாரணம்

ஒரு தென்னை மரத்திலுள்ள தேங்காயொன்றின் திணிவு 3.0 kg ஆகும்.

(அ) தேங்காய் குலையிலிருந்து கழன்று என்ன ஆர்முடுகலுடன் விழும்?

(ஆ) இத்தேங்காயின் நிறை என்ன?

(அ) தேங்காய் புவியை நோக்கிச் சீரான ஆர்முடுகலுடன் விழும். அந்த ஆர்முடுகல் சர்வையினாலான ஆர்முடுகல் ஆகும். அதன் பெறுமானம் ஏறத்தாழ  $9.80 \text{ ms}^{-2}$ .

(ஆ) தேங்காயின் திணிவு ( $m$ ) = 3.0 kg

சர்வையினாலான ஆர்முடுகல் ( $g$ ) =  $9.80 \text{ ms}^{-2}$

தேங்காயின் நிறை ( $F$ ) =  $3 \times 9.80 \text{ kg ms}^{-2}$

=  $29.4 \text{ kg ms}^{-2}$

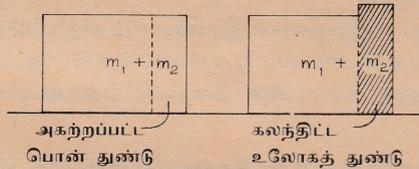
= 29.4 N

தேங்காயின் நிறை 29.4 N ஆகும்.

## அடர்த்தி

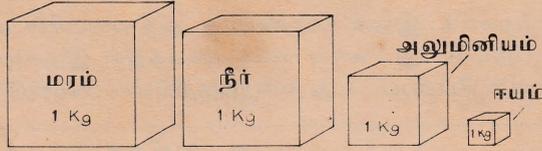
“2 இருத்தல் பஞ்சா, 2 இருத்தல் இரும்பா அதிக நிறையுள்ளது?” எனும் புதிரைப் பலர் சிறுவயதில் உங்களிடம் கேட்டிருப்பார்கள் (இங்கு பயன்படுத்தப்படும் திணிவு அலகு இருத்தல் ஆகும்). “ஓர் இருத்தல் இரும்பே அதிக நிறையுள்ளது” என்று உங்களிற் சிலர் விடையளித்திருப்பீர்கள் என்பதற் சந்தேகமில்லை. ஓர் இருத்தல் இரும்பினதும் ஓர் இருத்தற் பஞ்சினதும் திணிவுகள் சமம் ஆகையால் அவை நிறையிலும் சமம் என்று இப்போது அறிவோம். ஆனால், அவற்றின் கனவளவுகள் சமமல்ல.

கி.மு. 300 ஆம் ஆண்டளவிலே கிறீசில் வாழ்ந்த ஆக்கிமிடீஸ் என்பார் திரவியங்களின் திணிவுகளுக்கும் கனவளவுகளுக்குமிடையேயான தொடர்புபற்றி அறிந்திருந்தார். ஒரு நாள் ஒரு பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணவேண்டி இருந்தபோது அத்தொடர்பு அவருக்கு உதவிற்று. பழைய வரலாற்றின்படி, அப்போது கிறீசில் ஆட்சிசெய்த அரசர் ஒரு மகுடத்தைச் செய்வித்தற்காக ஒரு பொற்கொல்லனிடம் குறித்த ஓர் அளவு பொன்னைக் கொடுத்தார். பொற்கொல்லன் செய்து கொடுத்த மகுடத்தின் நிறை, அவனிடம் கொடுக்கப்பட்ட பொன்னின் நிறைக்குச் சமமாக இருந்தபோதிலும், அவன் அப்பொன்னை வேறோர் உலோகத்துடன் கலந்திருத்தல் கூடும் அன்று அரசர் சந்தேகித்தார். அரசர், இதனை ஆராய்ந்தறியும் பொறுப்பை ஆக்கிமிடீசிடம் ஒப்படைத்தார். பொற்கொல்



படம் 3.1. பொற்கொல்லன் ஏமாற்றிப் பெற்ற பொன் துண்டுக்குப் பதிலாகக் கலந்திட்ட தாங்குறைந்த உலோகத் துண்டின் கனவளவானது பொன் துண்டின் கனவளவைக் காட்டிலும் வித்தியாசமானது

லன் தம்மிடம் கொடுக்கப்பட்ட பொன்னில் யாதுமொரு திணிவை அகற்றி அதற்குப் பதிலாக வேறோர் உலோகத்தின் அதற்குச் சமமான ஒரு திணிவை எஞ்சிய பொன்னுடன் கலந்துகொண்டால், கலவையின் திணிவு தூய பொன் துண்டின் திணிவுக்குச் சமமாக இருக்கிறபோதிலும், கலவையின் கனவளவானது தூய பொன் துண்டின் கனவளவுக்குச் சமமன்று (படம் 3.1). அதாவது, மகுடத்தின் கனவளவானது பொன் துண்டின் கனவளவுக்குச் சமமாக இருத்தல் இயலாது. இக்கருத்தை அடிப்படையாய்க் கொண்டு செய்த பரிசோதனையின் இறுதியில், பொற்கொல்லன் அரசரை ஏமாற்றியுள்ளான் என்று ஆக்கிமிடீஸ் கண்டுகொண்டார்.



படம் 3.2. ஓரே திணிவைக் கொண்ட பல்வேறு பொருள்களினுடைய துண்டுகளின் கனவளவுகள் வித்தியாசமானவை

படம் 3.2 இற் காட்டப்பட்டுள்ள பொருள்களின் திணிவுகள் சமம். ஆனால், அவற்றின் கனவளவுகள் சமமல்ல (படத்திலே கனவளவுகள் பருமட்டாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன). ஓரே அளவான சடப்பொருள் இறுகியிருக்கத் தேவையான இட அளவுகள் வேறுபடும் என்று இதனின்றும் காணலாம். ஈயத்திற் சடப் பொருள் மற்றைய பதார்த்தங்களைக் காட்டிலும் கெட்டியாக இறுகியிருக்கும்; ஆனால், மரத்தில் மற்றைய திரவியங்களைக் காட்டிலும் தளர்ச்சியாக இறுகியிருக்கும். பல்வேறு பொருள்களிற் சடப் பொருள் இயல்பாக இறுகியிருக்கும் அளவை அளவிடுதற்கு நாம் அடர்த்தி எனும் கணியத்தைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு திரவியத்தின் அடர்த்தி என்பது அப்பதார்த்தத்தினது ஓரலகுக் கனவளவின் திணிவாகும், அதாவது,

$$\text{அடர்த்தி} = \frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}}$$

### திணிவின் அலகுகள்

சர்வதேச அளவீட்டு முறைக்கேற்பத் திணிவானது கிலோகிராமில் அளவிடப்படுகிறது என்பதை நாம் அறிவோம். அதே போன்று, கனவளவு கன மீற்றரில் அளவிடப்படுகிறது. இதற்கேற்ப, திணிவின் அலகு,  $\frac{\text{கிலோகிராம் (kg)}}{\text{கன மீற்றர் (m}^3\text{)}}$  அல்லது  $\text{kg m}^{-3}$  ஆகும்.

### அடர்த்தி மாறல்கள்

பதார்த்தங்களின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது அவை விரியும் என்று நாம் அறிவோம். ஆகவே, ஒரு பதார்த்தத்தின் யாதுமொரு மாறாத் திணிவின் வெப்பநிலை மாறும்போது அத்திணிவின் கனவளவும் மாறும். இதன் விளைவாக, பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியும் மாறும். எனவே, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியைக் குறிப்பிடும்போது அப்பெறுமானம் எவ்வெப்பநிலையில் உள்ளது என்று குறிப்பிட வேண்டும். மிகப் பெரிய உதைப்புகளினூடகத் திண்மங்களின் அல்லது திரவங்களின் கனவளவுகளைச் சிறிதளவிலேயே மாற்றல் முடியும். ஆயினும், வாயுக்களின் கனவளவுகளை அவ்வாறு அதிக

அளவில் மாற்றலாம். இதன் காரணமாக, ஒரு வாயுவின் அடர்த்தியைக் குறிப்பிடும்போது, வாயு எவ்வழுக்கத்தில் இருக்கும்போது அப்பெறுமானம் பெறப்பட்டது என்று குறிப்பிட வேண்டும்.

பதார்த்தம்	அடர்த்தி ( $0^{\circ}\text{C}$ இலே) ( $\text{kg m}^{-3}$ )
அலுமினியம்	2 700
இரும்பு	7 000–7 700
ஈயம்	11 340
காபன்	2 300
செம்பு	8 960
நாகம்	7 400
பனிக்கட்டி	920
பொன்	19 300
வெள்ளி	10 500
வெள்ளீயம்	7 300

அட்டவணை 3.2. திண்மங்கள் சிலவற்றின் அடர்த்திகள்

பதார்த்தம்	அடர்த்தி ( $0^{\circ}\text{C}$ இலே) ( $\text{kg m}^{-3}$ )
இரசம்	13 600
ஒலிவ் எண்ணெய்	920
கிளிசரீன்	1 260
தெரப்பந்தைலம்	870
நீர்	999
மதுசாரம்	720

அட்டவணை 3.3. திரவங்கள் சிலவற்றின் அடர்த்திகள்

$4^{\circ}\text{C}$  இலே நீரின் அடர்த்தி உயர்வாகும். அவ்வெப்பநிலையில் நீரின் அடர்த்தி =  $1000.0 \text{ kg m}^{-3}$ .

பதார்த்தம்	அடர்த்தி ( $0^{\circ}\text{C}$ இலும் 760 mm இரச அழுக்கத்திலும்)
அமோனியா	0.775
ஐதரசன்	0.0899
ஓட்சிசன்	1.43
காபனீரொட்சைட்டு	1.98
வளி	1.29

அட்டவணை 3.4. வாயுக்கள் சிலவற்றின் அடர்த்திகள்

## உதாரணம்

பொன் துண்டொன்றின் திணிவு 285.0g உம் கனவளவு 15.0 cm<sup>3</sup> உம் ஆகும். (அ) பொன்னின் அடர்த்தி யாது? (ஆ) 2.0 cm<sup>3</sup> கனவளவுள்ள ஒரு பொன் மோதிரத்தின் திணிவு யாது? (இ) 1.9g திணிவுள்ள பொன் துண்டொன்றின் கனவளவு யாது?

$$\begin{aligned} \text{(அ) பொன் துண்டின் திணிவு} &= 285.0 \text{ g} \\ &= 0.285 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{பொன் துண்டின் கனவளவு} &= 15.0 \text{ cm}^3 \\ &= 0.000015 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{பொன்னின் அடர்த்தி} &= \frac{0.285 \text{ kg}}{0.000015 \text{ m}^3} \\ &= \underline{\underline{19000 \text{ kg m}^{-3}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ஆ) மோதிரத்தின் கனவளவு} &= 2.0 \text{ cm}^3 \\ &= 0.000002 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{பொன்னின் அடர்த்தி} = 19000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\begin{aligned} \text{மோதிரத்தின் திணிவு} &= 0.000002 \times 19000 \text{ m}^3 \cdot \text{kg m}^{-3} \\ &= 0.038 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(இ) பொன் துண்டின் திணிவு} &= 1.9 \text{ g} \\ &= 0.0019 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{அதன் கனவளவு} &= \frac{0.0019 \text{ kg}}{19000 \text{ kg m}^{-3}} \\ &= \underline{\underline{\underline{\underline{1.0 \times 10^{-7} \text{ m}^3}}}}} \end{aligned}$$

## சாரடர்த்தி

ஒரு பதார்த்தத்தின் சாரடர்த்தி (சா.அ.) என்பது அப்பதார்த்தத்தின் அடர்த்திக்கும் ஒரு நிலமப் பதார்த்தத்தின் அடர்த்திக்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் என வரையறுக்கப்படும். 4°C வெப்பநிலையிலுள்ள நீரே நிலமப் பதார்த்தமாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றது. அறை வெப்பநிலையிலுள்ள நீரின் அடர்த்தியானது 4°C வெப்பநிலையிலுள்ள நீரின் அடர்த்தியிலிருந்து சிறிதளவிலேதான் வேறுபடுகிறது. ஆகவே, பதார்த்தங்களின் சாரடர்த்திகளைக் காணும்போது, அதிக அளவு செம்மை அவசியமில்லாவிட்டால், பொது வெப்பநிலையிலுள்ள நீரை நிலமப் பதார்த்தமாகப் பயன்படுத்தலாம்.

பதார்த்தமொன்றின் சாரடர்த்தி (சா.அ.)

$$= \frac{\text{பதார்த்தத்தின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}} \dots (1)$$

$$\frac{\text{பதார்த்தத்தினது கனவளவு } V \text{ யின் திணிவு}}{V}$$

$$= \frac{\text{நீரினது கனவளவு } V \text{ யின் திணிவு}}{V}$$

$$= \frac{\text{பதார்த்தத்தினது கனவளவு } V \text{ யின் திணிவு}}{\text{நீரினது கனவளவு } V \text{ யின் திணிவு}}$$

$$= \frac{\text{பதார்த்தத்தினது யாதுமொரு கனவளவின் திணிவு}}{\text{சமமான நீர்க் கனவளவின் திணிவு}}$$

பதார்த்தமொன்றின் சாரடர்த்தி (சா.அ.)

$$= \frac{\text{பதார்த்தத்தினது யாதுமொரு கனவளவின் திணிவு}}{\text{சமமான நீர்க் கனவளவின் திணிவு}} \dots (2)$$

சமன்பாடு (1) இன்படி,

பதார்த்தமொன்றின் அடர்த்தி = பதார்த்தத்தின் சாரடர்த்தி  $\times$  நீரின் அடர்த்தி  
பதார்த்தமொன்றின் சாரடர்த்தியானது இரு அடர்த்திகளின் ஒரு விகிதம் ஆதலால், அதற்கு அலகில்லை.

உதாரணம்

நீரின் அடர்த்தி =  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ . செம்பின் சாரடர்த்தி = 9.  
(அ) செம்பின் அடர்த்தியைக் காண்க. (ஆ)  $4.0 \text{ m}^3$  செம்பின் திணிவைக் காண்க.

$$\begin{aligned} \text{(அ) செம்பின் அடர்த்தி} &= \text{செம்பின் சா.அ.} \times \text{நீரின் அடர்த்தி} \\ &= 9.0 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= \underline{\underline{9000.0 \text{ kg m}^{-3}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ஆ) செம்பின் திணிவு} &= \text{செம்பின் கனவளவு} \times \text{செம்பின் அடர்த்தி} \\ &= 4.0 \text{ m}^3 \times 9000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= \underline{\underline{36000 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

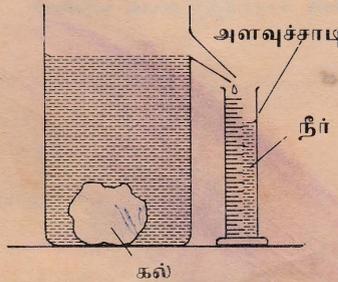
பதார்த்தமொன்றின் சாரடர்த்தியைச் செம்மையாகத் துணிவதற்கு, அப்பதார்த்தத்தின் யாதுமொரு கனவளவையும் அதற்குச் சமமான நீர்க் கனவளவையும் எடுத்து அவற்றின் திணிவுகளை ஒப்பிடுதல் வேண்டும். ஆனால், சம கனவளவுகளை அளவிட்டுக் கொள்ளல் ஒரு கடினமான கருமம். ஆகவே, சாரடர்த்திகளைக் காணும்போது அதற்குப் பயன்படும் முறைகளில் எழக்கூடிய வழக்களையும் கருத்திற்கொள்ள வேண்டும்.

## ஒழுங்கான திண்மங்களின் சாரடர்த்திகள்

கோளம், சதுரமுகி, கனவுரு, உருளை போன்ற வடிவங்களை யுடைய திண்மங்கள் ஒழுங்கான திண்மங்கள் எனப்படும். அவற்றின் கனவளவுகளைக் கேத்திரகணித முறைகளினூற் காணலாம். அவ்வாறு துணியும் கனவளவுக்குச் சமமான ஒரு நீர்க் கனவளவை அளக்கும் சிலிண்டர்மூலம் அளவிட்டுக்கொள்ளலாம். பின்னர், திண்மத்தையும் அளந்துகொண்ட நீரின் கனவளவையும் நிறுத்து அவற்றின் திணிவுகளை ஒப்பிடுவதன்மூலம் ஒழுங்கான திண்மத்தின் சாரடர்த்தியைத் துணியலாம். எவ்வாறாயினும், பொருளின் அளவீடுகளை எடுக்கும்போதும் பொருளின் கனவளவுக்குச் சமமான நீரின் கனவளவை அளக்கும் சிலிண்டர்மூலம் அளவிடும்போதும் வழக்கள் எழலாம் என்பது கவனிக்கத்தக்கது.

## ஒழுங்கற்ற திண்மங்களின் சாரடர்த்திகள்

கல் அல்லது கூழாங்கல் போன்ற திண்மங்களுக்கு ஒழுங்கான கேத்திரகணித வடிவங்கள் இல்லை. இத்தகைய திண்மங்கள் ஒழுங்கற்ற திண்மங்கள் எனப்படும். ஒழுங்கற்ற திண்மங்களின் கனவளவுகளைக் கேத்திரகணித முறைகளினால் அளவிட முடியாது. அத்தகைய வெரு திண்மத்தின் கனவளவைத் துணிவதற்கு, நீரைக் கொண்ட ஓர் அளக்கும் சிலிண்டரினுள் அப்பொருளை மெதுவாக அமிழ்த்தி, பொருள்மூலம் இடம்பெயர்க்கப்படும் நீரின் கனவளவை அளவிடுகிறோம். இவ்வாறு இடம்பெயரும் நீர் ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து வெளியே பாய்ந்துபோய் இன்னொரு பாத்திரத்தினுள் சேருமாறு செய்தால், அந்நீரின் திணிவை எளிதாக அளந்துகொள்ளலாம். இடம்பெயரும் நீர் மேற்கூறியவாறு வெளியே போகுமாறு அமைக்கப்பட்ட ஒரு பாத்திரம் பூறிக்காக் குவளை ஆகும் (படம் 3.3).

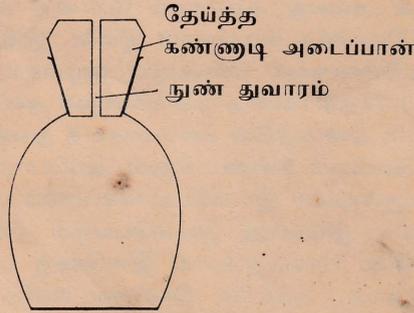


படம் 3.3 பூறிக்காக் குவளைமூலம் இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவை அளவிடுதல்

## அடர்த்திப் போத்தலின் பயன்பாடு

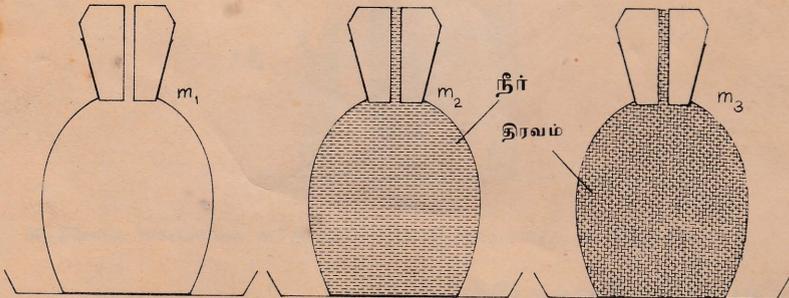
சாரடர்த்தியை அளவிடுவதற்கென விசேடமாக அமைக்கப்பட்ட உபகரணமே அடர்த்திப் போத்தல் (படம் 3.4). அதில் இடப்

படும் தேய்த்த கண்ணாடி அடைப்பானின் நடுவில் ஒரு துவாரம் இருக்கும். குறித்த ஒரு வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு திரவத்தினுற் போத்தலை நிரப்பி அடைப்பானை இடும்போது, முழுப் போத்தலும் அடைப்பானின் நடுவிலுள்ள துவாரமும் திரவத்தினால் நிரம்பி, மேலதிக திரவம் துவாரத்தினூடாக வெளியே பாய்ந்து போகும். போத்தலிலும் துவாரத்திலும் கொள்ளப்பட்ட திரவக் கனவள வானது அவ்வெப்பநிலைக்கு மாறிலியாகும். ஆகவே, அளக்கும் சிலிண்டர், அளவி, குழாயி போன்ற அளக்கும் உபகரணங்களைப் பயன்படுத்திக் கனவளவை அளக்கும்போது எழும் வழக்கள் போன்ற பெரிய வழக்கள் இவ்வுபகரணத்தினிடத்து எழுவதில்லை. போத்தலில் நிரப்பப்பட்ட திரவக் கனவளவு சிறிதளவில் அதி கரித்தால், திரவம் வெளியே பாயும். திரவம் நிரம்பிய அடர்த்திப் போத்தலைக் கீழ்ப் பாகத்திற் பிடிக்கும்போது திரவம் விரிந்து சிந்திப் போகலாம் ஆதலால், அத்தகையவொரு போத்தலைக் கழுத்திலேயே பிடிக்க வேண்டும்.



படம் 3.4. அடர்த்திப் போத்தல்

(i) திரவமொன்றின் சாரடர்த்தியைக் காணல்



படம் 3.5. திரவமொன்றின் சாரடர்த்தியைக் காண்பதற்கு அடர்த்திப் போத்தலைப் பயன்படுத்தல்

அடர்த்திப் போத்தலைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியைக் காண்பதற்கு (படம் 3.5) முதலிலே வெறும் உலர் போத்தல் நிறுக்கப்படும் (திணிவு  $m_1$  எனக் கொள்வோம்). அடுத்து, போத்தலை நீரினால் நிரப்பி அடைப்பை இட்டதும் வெளிப் பக்கத்தை வடிதாளினாலே துடைத்துப் பின்னர் போத்தல் மீண்டும் நிறுக்கப்படும் (திணிவு  $m_2$  எனக் கொள்வோம்). இப்போது நீரை அகற்றி, இளஞ்சூடான வளியினூற் போத்தல் உலர்த்தப்படும். பின்னர், சாரடர்த்தி காணப்பட வேண்டிய திரவத்தினூற் போத்தலை நிரப்பி, அடைப்பை இட்டு, வெளிப் பக்கத்தைத் துடைத்ததும் போத்தல் மீண்டும் நிறுக்கப்படும் (திணிவு  $m_3$  எனக் கொள்வோம்) அப்போது,

போத்தலின் கனவளவுக்குச் சமமான நீர்க்  
கனவளவின் திணிவு

$$= m_2 - m_1$$

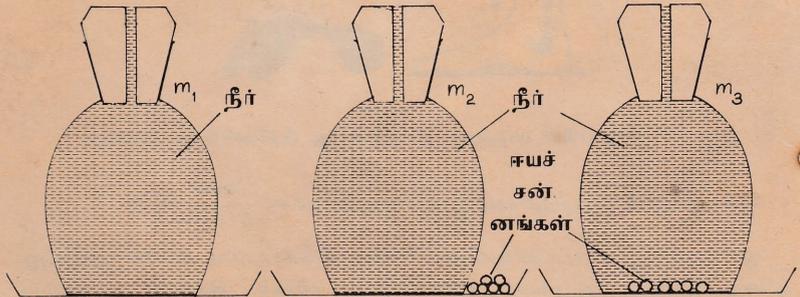
போத்தலின் கனவளவுக்குச் சமமான  
திரவக் கனவளவின் திணிவு

$$= m_3 - m_1$$

∴ திரவத்தின் சாரடர்த்தி

$$= \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

(ii) ஈயச் சன்னங்களின் அல்லது நீரிற் கரையாத ஒரு வகைத் தூளின் சாரடர்த்தியைக் காணல்



படம் 3.6. ஈயச் சன்னங்களின் சாரடர்த்தியைக் காண்பதற்கு அடர்த்திப் போத்தலைப் பயன்படுத்தும்போது எடுக்கும் அளவீடுகள்

இங்கும் மேற்குறித்தவாறு மூன்று நிறுவைகளை எடுப்பதன் மூலம் ஈயக் கோளங்களின் (அல்லது தூளின்) சாரடர்த்தியைத் துணியலாம் (படம் 3.6).

$$\begin{aligned}
& \text{நீரினால் நிரப்பப்பட்ட போத்தலின் திணிவு} & = m_1 \\
& \text{நீரினால் நிரப்பப்பட்ட போத்தலுக்கு வெளியே தட்டு} \\
& \text{மீது ஈயச் சன்னங்களை (அல்லது தூளை) வைத்து} \\
& \text{நிறுக்கும்போது கிடைக்கும் திணிவு} & = m_2 \\
& \text{சில சன்னங்களை (அல்லது சிறிதளவு தூளை)ப் போத்} \\
& \text{தலுக்குள் இட்டு எஞ்சிய கனவளவை நீரினால்} \\
& \text{நிரப்பிப் பெற்ற போத்தலின் திணிவு} & = m_3 \\
& \text{ஈயச் சன்னங்களின் (அல்லது தூளின்) திணிவு} & = m_2 - m_1 \\
& \text{ஈயச் சன்னங்களின் (அல்லது தூளின்) கனவளவுக்குச்} \\
& \text{சமமான நீர்க் கனவளவின் திணிவு} & = m_2 - m_3 \\
& \text{ஈயச் சன்னங்களின் (அல்லது தூளின்) சாரடர்த்தி} & = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_3}
\end{aligned}$$

### அழுக்கம்

ஒரு சிறுவனின் திணிவு 40 கிலோகிராம் ஆயின், ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல் ஏறத்தாழ  $10 \cdot 0 \text{ m s}^{-2}$  ஆக இருக்கும்போது அவனுடைய நிறை ஏறத்தாழ  $400 \cdot 0 \text{ N}$  ஆகும். ஆகவே, சிறுவனின் பாதங்கள் நிலத்தின்மீது ஓர் உதைப்பை உண்டாக்கும். சிறுவனின் இரு பாதங்களுக்கும் கீழேயுள்ள பரப்பளவு  $0 \cdot 006 \text{ m}^2$  ஆயின், சிறுவனின் நிறை அவனுடைய இரு பாதங்களுக்கும் கீழேயுள்ள பரப்பளவு அடங்கலும் சமமாய்ப் பரவியிருக்கும் என்று நாம் கொள்ளலாம் (படம் 3.7).



படம் 3.7. சிறுவனின் பாதங்கள் நிலத்தின்மீது பிரயோகிக்கும் அழுக்கம்

$$\text{ஓர் அலகுப் பரப்பளவுமீது உள்ள விசை} = \frac{400}{0 \cdot 006} \text{ N m}^{-2}$$

ஓர் அலகுப் பரப்பளவுமீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை அல்லது உதைப்பானது அழுக்கம் எனப்படும். விசை அல்லது உதைப்பு  $F$  உம், அது பிரயோகிக்கப்படும் இடத்தின் பரப்பளவு  $A$  யும் ஆயின், அந்த இடத்தின்மீதுள்ள அழுக்கம் ( $p$ ) ஆனது  $\frac{F}{A}$  ஆகும்.

$$\therefore p = \frac{F}{A}$$

$$F = p \times A$$

இதன்படி

அழுக்கத்தின் சர்வதேச (SI) அலகானது நியூற்றன் / சதுர மீற்றர் ( $\text{Nm}^{-2}$ ) ஆகும்.

**உதாரணங்கள்**

$$(i) \text{ சிறுவனின் நிறை (F)} = 400 \text{ N}$$

$$\text{இரு பாதங்களுக்கும் கீழேயுள்ள பரப்பளவு (A)} = 0.006 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{பாதங்களுக்குக் கீழேயுள்ள இடங்} \\ \text{களின்மீதான அழுக்கம் (p)} &= \frac{400 \text{ N}}{0.006 \text{ m}^2} \\ &= \underline{\underline{66666.6 \text{ N m}^{-2}}} \end{aligned}$$

(ii) அச்சிறுவன் ஒரு காலில் நிற்பானாயின், அவன் நிலத்தின்மீது பிரயோகிக்கும் அழுக்கம் யாது?

$$\text{சிறுவனின் பாதத்துக்குக் கீழேயுள்ள பரப்பளவு} = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{பாதத்துக்குக் கீழேயுள்ள இடத்தின்} \\ \text{மீதான அழுக்கம்} &= \frac{400 \text{ N}}{0.003 \text{ m}^2} \\ &= 133333.3 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

மேலே குறிப்பிட்ட உதாரணங்களினின்றும் இரு விடயங்கள் தெளிவாகின்றன. அவை பின்வருமாறு: (1) சிறுவனின், நிறை தாக்கும் பரப்பளவு அதிகரிக்கும்போது நிலத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம் குறையும். (2) நிறை தாக்கும் பரப்பளவு குறையும்போது நிலத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம் அதிகரிக்கும்.

நாம் ஒரு பொருளின்மீது பிரயோகிக்கும் அழுக்கத்தைச் சில சந்தர்ப்பங்களிற் கூட்ட வேண்டியிருக்கும். அத்தகைய சந்தர்ப்பங்களிலே, சில வேளைகளில், நாம் பிரயோகிக்கும் விசையைக் கூட்டுகிறோம்; சில வேளைகளில், விசையைக் கூட்டாமல் விசை தாக்கும் பரப்பளவைக் குறைக்கிறோம். வேறு சில சந்தர்ப்பங்களிலே ஒரு பொருளின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கத்தைக் குறைக்க நேரிடுகிறது. அப்போது விசையைக் குறைக்கிறோம்; அல்லது விசை தாக்கும் பரப்பளவைக் கூட்டுகிறோம்.

ஒரு கத்தியலகின் மொட்டைப் பக்கத்தினது விளிம்பின் பரப்பளவானது கூரான பக்கத்தினது விளிம்பின் பரப்பளவைக் காட்டிலும் அதிகம். அவ்வளவு நன்றாக வெட்டாத ஒரு கத்தியைத் தீட்டும் போது நாம் விளிம்பின் பரப்பளவைக் குறைக்கின்றோம். ஒரு வரைதல் ஊசியின் இரு அந்தங்களையும் இரு விரல்களின் நுனிகளாக கிடையே வைத்து நெருக்கும்போது, கூரான பக்கம் இருந்த விரல்

அதிகமாக நோதற்குக் காரணம், அப்பக்கத்திலே விரலின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம் அதிகமாக இருப்பதாகும். பாரமான வொரு பொதியை ஒரு நுண் நூலிற் கையிலே தொங்கவிட்டுக் கொண்டு நிற்கும்போது விரல்கள் ஒரு வேதனையை உணர்வதற்கான காரணத்தையும், சேறுள்ள ஒரு பாதையிற் செல்லும் வண்டியானது அதனைக் காட்டிலும் பாரங்கூடிய ஒரு லொறியிலும் பார்க்க விரைவாகப் புதைதற்கான காரணத்தையும் நீங்கள் அதற்கேற்ப விளங்கிக்கொள்ளலாம்.

ஒரு யாக்கைக் கொண்டு மோட்டர் வாகனமொன்றை உயர்த்தும்போது, விசேடமாக நிலம் ஒப்பமாக இருந்தால், யாக்கு இறங்குவதைத் தடுக்கும்பொருட்டு அதன் அடியில் ஒரு பலகை வைக்கப்படுவதை நாம் அறிவோம். அதேபோன்று, புகையிரதப் பாதையிலே தடிப்புக்கூடிய நீண்ட சிலிப்பர்க்கட்டைகளின் மீதே தண்டவாளங்கள் பொருத்தப்படும். பெரிய சுமைமூலம் நிலத்தின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கத்தைக் குறைப்பதற்காக, விசையைக் கூடுதலான பரப்பளவு அடங்கலும் பரவித் தாக்குமாறு செய்யப் பயன்படும் உபாயங்களே இவை.

## பொழிப்பு

$$* \text{அடர்த்தி} = \frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}}$$

\* அடர்த்தி அளவிடப்படும் அலகானது கிலோகிராம்/ கன மீற்றர் ( $\text{kg m}^{-3}$ ) ஆகும்.

$$* \text{சாரடர்த்தி} = \frac{\text{ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

$$* \text{அதேபோன்று, சாரடர்த்தி} = \frac{\text{பதார்த்தத்தினது யாதுமொரு கனவளவின் திணிவு}}{\text{சம நீர்க் கனவளவின் திணிவு}}$$

\* சாரடர்த்திக்கு அலகில்லை.

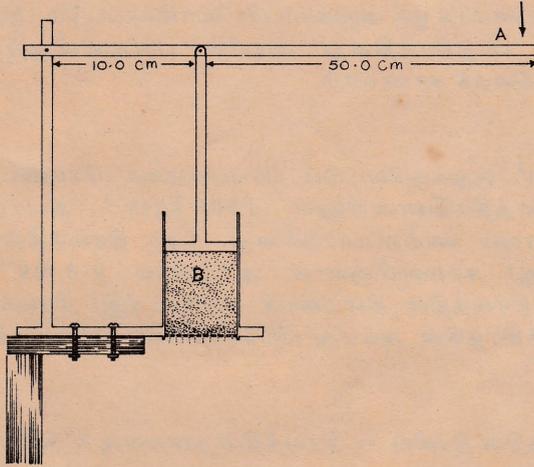
\* அழுக்கம் என்பது, ஓரலகுப் பரப்பளவுக்கான விசையாகும்.

\* அழுக்கம் அளவிடப்படும் அலகானது நியூற்றன்/சதுர மீற்றர் ( $\text{N m}^{-2}$ ) ஆகும்.

## பயிற்சி

1. ஓசமியம் என்பது அடர்த்திகூடிய ஒரு மூலகம். அதன் சாரடர்த்தி  $22.5$  ஆகும் (அ)  $25.0 \text{ cm}^3$  ஓசமியத்தின் திணிவு என்ன? (ஆ)  $75.0 \text{ kg}$  ஓசமியத்தின் கனவளவு என்ன?
2. ஒரு லீற்றர் பாலின் திணிவு  $1.03 \text{ kg}$  ஆகும். அதிற் கனவளவுப் படி  $4$  சதவீதக் கொழுப்பு உண்டு. கொழுப்பின் சாரடர்த்தி  $0.865$ . கொழுப்பு அகற்றப்பட்ட பாலின் அடர்த்தி யாது?

3. ஒரு பெண்ணின் திணிவு  $50.0 \text{ kg}$ . அவர் அணிந்துள்ள ஒரு சப்பாத்தானது நிலத்தின்  $40.0 \text{ cm}^2$  பரப்பளவினுள் படுகின்றது. (அ) பெண்ணின் நிறை யாது? (ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல்  $10.0 \text{ ms}^{-2}$  எனக்கொள்க.) (ஆ) அவர் நிற்கும்போது நிலத்தின்மீது அவருடைய சப்பாத்துகள் பிரயோகிக்கும் அழுக்கம் என்ன?
4.  $8000.0 \text{ kg m}^{-3}$  அடர்த்தியுள்ள ஓர் உலோகத்தினுள் செய்யப்பட்ட சதுரமுகியொன்றினது ஒரு விளிம்பின் நீளம்  $4.0 \text{ cm}$ . (அ) சதுரமுகியின் திணிவு என்ன? (ஆ) சதுரமுகியின் ஒரு முகம் ஒரு கிடை மேசையுடன் தொடுகையில் இருக்குமாறு சதுரமுகியை வைக்கும்போது மேசைப் பரப்புமீது சதுரமுகி பிரயோகிக்கும் அழுக்கம் யாது?



படம் 3.8

5. படம் 3.8 இற் காட்டப்பட்டுள்ள இடியப்ப உரலினது முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு  $25.0 \text{ cm}^2$  ஆகும். அந்தம் A யிலே  $400.0 \text{ N}$  கீழ்முக விசையைப் பிரயோகிக்கும்போது, உருளையில் உள்ள மாக்குழையலின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம் யாது?

## திரவ அழுக்கம் 4

ஒரு திரவத்தைக் கொண்ட உருளைவடிவப் பாத்திரமொன்று ஒரு கிடை மேசைமீது வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது பாத்திரத்தின் அடிமீது திரவத்தின் நிறை தாக்கும். அதாவது, பாத்திரத்தின் அடிமீது திரவங் காரணமாக ஓர் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படும். திரவத்தின் நிறையைப் பாத்திரத்தினது அடியின் பரப்பளவினாற் பிரித்து இவ்வழுக்கத்தைக் காணலாம்.

### உதாரணம்

$0.006 \text{ m}^2$ . குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவைக் கொண்ட உருளை வடிவப் பாத்திரமொன்றினுள்  $1500 \text{ kg m}^{-3}$  அடர்த்தியுள்ள  $0.3 \text{ m}^3$  திரவம் ஊற்றப்பட்டுள்ளது. (அ) திரவத்தின் திணிவு என்ன? (ஆ) ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகல்  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  எனக் கொண்டு, திரவத்தின் நிறையைக் காண்க. (இ) திரவங் காரணமாகப் பாத்திரத்தின் அடிமீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கத்தைக் கணிக்க.

$$(அ) \text{ திரவத்தின் திணிவு} = \text{திரவத்தின் கனவளவு} \times \text{திரவத்தின் அடர்த்தி}$$

$$= 0.3 \times 1500 \text{ m}^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$= 450.0 \text{ kg}$$

$$(ஆ) \text{ திரவத்தின் நிறை} = \text{திரவத்தின் திணிவு} \times \text{ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகல்}$$

$$= 450 \times 9.8 \text{ kg ms}^{-2}$$

$$= 4410.0 \text{ N}$$

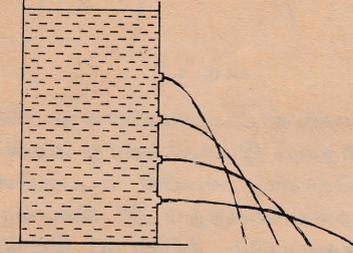
$$(இ) \text{ பாத்திரத்தின் அடி}$$

$$\text{மீதுள்ள அழுக்கம்} = \frac{\text{திரவத்தின் நிறை}}{\text{அடியின் பரப்பளவு}}$$

$$= \frac{4410 \text{ N}}{0.006 \text{ m}^2}$$

$$= 735000 \text{ N m}^{-2}$$

திரவம் எப்போதும் ஒரு பாத்திரத்திற் கொள்ளப்பட்டிருப்பதாகக் கருதுவோம். பாத்திரத்திற் சுவர்கள் இல்லாவிட்டால், திரவம் பாத்திரத்தில் இருக்காமற் பாய்ந்து போய்விடும். திரவத்தினூற் பாத்திரத்தின் சுவர்களின்மீது ஓர் உதைப்புப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றமையால், சுவர்களும் சமமும் எதிருமான ஒரு மறுதாக்கத்தைத் திரவத்தின்மீது பிரயோகிப்பதன்மூலம் திரவம் பாய்ந்து போவதைத் தடுத்துக்கொள்ளும். அவ்வாறாயின், ஒரு பாத்திரத்திற் கொள்ளப்பட்டிருக்கும் ஒரு திரவங் காரணமாகப் பாத்திரத்தின் சுவர்களின்மீது ஓர் அழுக்கம் இருத்தல் வேண்டும். அவ்வழுக்கத்தைக் கீழ்வரும் பரிசோதனைமூலம் எடுத்துக்காட்டலாம்.

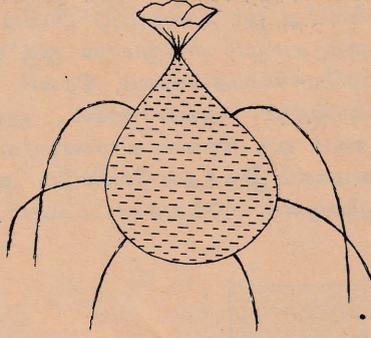


படம் 4.1. ஒரு திரவம் கொள்ளப்பட்ட பாத்திரத்தின் சுவர்களின்மீது அத்திரவம் ஓர் அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கிறது.

உருளைவடிவப் பாத்திரமொன்றின் உடலத்திலே, ஒன்றுக்குக் கீழே ஒன்று இருக்குமாறு ஏறத்தாழ 1 அங்குல இடைத்தூரங்களில் மெல்லிய துவாரங்களைத் துளைத்துக்கொள்க. பின்னர், பாத்திரத்தில் நீர் நிரப்புக. அப்போது படம் 4.1 இற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு துவாரங்களினூடாக நீர் வெளியே விரைவாகப் பாயும் எனவும் ஒவ்வொரு துவாரத்தினூடாகவும் நீரானது பரப்புக்குச் செங்குத்தான திசையில் வெளியேறும் எனவும் காணப்பட்டுள்ளது. (துவாரத்திலிருந்து வெளியேறிய பின்னர் ஈர்வை தாக்குகின்றமையால் நீர்த் தாரையின் திசை மாறுமென்பது கவனிக்கத்தக்கது.) பாத்திரத்தின் பரப்புக்குச் செங்குத்தான திசையிலே நீர்மூலம் ஓர் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றமையாலேயே நீர் இவ்வாறு வெளியே விரைவாகப் பாய்கிறதென நாம் முடிவு கொள்ளலாம். மேலும், மிக ஆழத்திலுள்ள துவாரங்களினால் நீர் தள்ளி வீசப்படுகிறதெனவும் காணப்பட்டுள்ளது. ஆழம் கூடக் கூட, நீர் பிரயோகிக்கும் அழுக்கமும் கூடும் என்பது இதனின்றும் எமக்குத் தெளிவாகிறது.

சிறிய துவாரங்கள் சில துளைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பொலித்தீன் உறையில் நீர் நிரப்பும்போதும் (படம் 4.2) முன்னர் குறிப்பிட்ட பரிசோதனையில் அவதானித்தவற்றை அவதானிக்கலாம். எல்லாத்

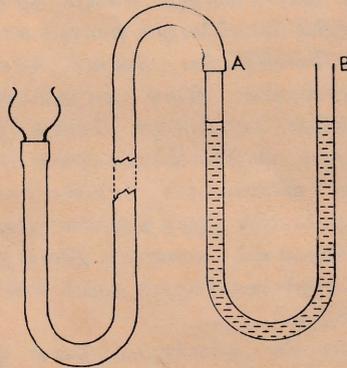
துவாரங்களிலிருந்தும் வெளியே விரைவாகப் பாயும் நீரானது துவாரமுள்ள இடத்துக்குச் செங்குத்தாக வெளியேறும் என்று



படம் 4.2

இங்கு மிகத் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. பின்னர், பொலித்தீன் உறையில் வளி எதுவும் இருக்காதவாறு அதன் வாய் இருக்கும் இடத்திற் பிடித்துக்கொண்டு பையின் எப்பகுதியையும் அழுத்தி னால் எல்லாத் துவாரங்களிலிருந்தும் நீர் விரைவாகப் பாயும் கதி அதிகரிக்குமெனக் காணப்படும். நீரிலே ஓர் இடத்திற் பிரயோகிக் கப்பட்ட அழுக்கம் நீரினூடாக எல்லாத் திசைகளிலும் பரந்து செல்லுமென இதனின்றும் காணப்படும். இவ்வாறு பரந்து செல்ல லானது அழுக்கம் ஊடுகடத்தல் எனப்படும்.

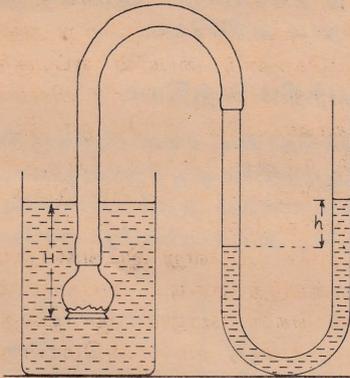
ஒரு திரவத்தினுள்ளே பல்வேறு இடங்களிலும் உள்ள அழுக்கங் களை அளக்கப் பயன்படுத்தக்கூடிய உபகரணம் இருக்குமாயின், திரவங்களின் அழுக்கங்களை மேலும் ஆராய்வதற்கு அது மிகவும் பயன்படும். அதற்கு உகந்த உபகரணமொன்று கீழே விவரிக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 4.3. ஒரு திரவத்தினுள் உள்ள அழுக்கத்தை அளக்கப் பயன்படும் அழுக்கக் கணிச்சி

ஒரு பலூனிலிருந்து கிழித்தெடுத்த பழுதற்ற மெல்லிய றப்பர்ப் படலத்தை ஈர்த்து, ஒரு சிறிய புனலின் வாயை நன்றாக மூடுமாறு இறுக்கிக் கட்டுக (படம் 4.3). புனலின் தண்டில் ஏறத்தாழ 1.0 m நீளமுள்ள ஒரு றப்பர்ப் குழாயை இறுக்கி அதன் மீதிப் பகுதியை நீர் போன்ற ஒரு திரவமுள்ள ஒரு U-குழாயுடன் தொடுக்க.

ஆரம்பத்திலே U-குழாயின் இரு புயங்களுள்ளும் இருக்கும் நீர் மட்டங்கள் சமம். இப்போது, புனலின் வாயிற் கட்டப்பட்டுள்ள றப்பர்ப் படலத்தை விரலால் மெதுவாக அழுத்துக. அப்போது றப்பர்ப் குழாய் இணைக்கப்பட்ட புயத்துள் உள்ள நீர் நிரல் கீழே செல்வதைக் காணலாம். றப்பர்ப் படலத்தின்மீது ஓர் அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும்போது, புயம் Aயிலுள்ள திரவ மட்டம் இறங்கும் எனவும், புயம் Bயிலுள்ள திரவ மட்டம் ஏறும் எனவும் நீங்கள் இதனின்றும் விளங்கிக்கொள்வீர்கள். இவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்திய ஒரு புனலும் U-குழாயும் கொண்ட அமைப்பானது திரவங்களுள் உள்ள அழுக்கத்தை அளத்தற்கு ஏற்ற அழுக்கக் கணிச்சியாகும்.



படம் 4.4. ஒரு திரவத்தினுள் உள்ள அழுக்கம் ஆழத்துடன் அதிகரிக்கிறது.

மேற்கூறியவாறு அமைத்த அழுக்கக் கணிச்சியின் புனலைப் படம் 4.4 இற் காட்டியுள்ளவாறு ஆழமான நீருள்ள ஒரு பாத்திரத்தின் நீரிலே அமிழ்த்திப் பாத்திரத்தின் அடிவரைக்கும் படிப் படியாக இறக்குக. அப்போது குழாய் U விலுள்ள நீர் மட்டங்களுக்கிடையேயான வித்தியாசம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும். புனலை மறுபடியும் மேலே கொண்டுவரும்போது திரவ மட்டங்களுக்கிடையேயான வித்தியாசம் குறையும். ஒரு திரவத்துக்குள் உள்ள அழுக்கம் ஆழத்துடன் அதிகரிக்கும் என்பது இப்பேறுகளினின்றும் தெளிவாகும்.

பல்வேறு அடர்த்திகளைக் கொண்ட (பரவின், செப்புச் சல்பேற்றுப் போன்ற) பல திரவங்களுடன் இப்பரிசோதனையைச் செய்

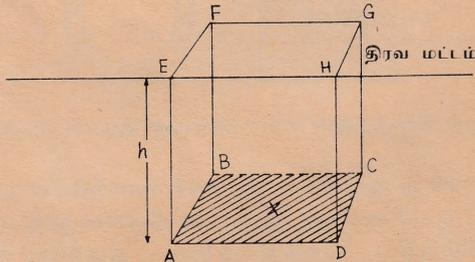
தால், ஒரே ஆழத்திலே, அடர்த்திகூடிய திரவங்கள் அதிக அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும் எனவும், அடர்த்திகுறைந்த திரவங்கள் குறைவான அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும் எனவும் காணப்படும்.

ஒரு திரவத்தினுள் உள்ள புள்ளியொன்றிலே அழுக்கம் திரவத்தின் அடர்த்தியிலும் புள்ளி அமைந்துள்ள இடத்தின் ஆழத்திலும் தங்கியிருக்கும் என்று, நாம் இதுகாறும் பெற்ற பேறுகளின்படி கூறலாம்.

இப்போது, ஒரு திரவம் உள்ள ஒரு பாத்திரத்துள் யாதுமோர் ஆழத்துக்கு இப்புனலை அமிழ்த்தி ( $U$  - குழாயின் திரவ மட்டங்களைக் குறித்து) அந்த ஆழத்திலேயே இருக்கும்போது புனலை ( $u$ ) பல்வேறு திசைகளுக்குத் திருப்புக; ( $u$ ) ஒரே மட்டத்தில் இருக்கின்ற பல்வேறு இடங்களில் வைக்க. இவ்விரு சந்தர்ப்பங்களிலும்  $U$  - குழாயின் நீர் மட்டங்களுக்கிடையேயான வித்தியாசம் மாறாமல் இருக்கும். ஒரு திரவத்தினுள் ஒரே ஆழத்தில் இருக்கும் புள்ளிகள் யாவற்றிலும் அழுக்கம் ஒரேயளவினதே எனவும், ஒரே புள்ளியில் எல்லாத் திசைகளிலும் அழுக்கம் ஒரேயளவினதே எனவும் இதனின்றும் நாம் அறிகிறோம்.

### திரவ அழுக்கம்பற்றிய சூத்திரம்

அடர்த்தி  $d$  யைக் கொண்ட சலனமற்ற ஒரு திரவத்தினுள் திரவப் பரப்பிலிருந்து  $h$  ஆழத்திலே ஒரு சதுரவடிவப் பரப்பு  $X$  கிடையாக வைக்கப்பட்டுள்ளது எனவும் அதன் பரப்பளவு  $A$  எனவும் கொள்வோம் (படம் 4.5). அப்பரப்பின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் திரவ



படம் 4.5. ஒரு திரவத்தினுள்  $h$  ஆழத்தில் இருக்கும் ஒரு புள்ளியிலுள்ள அழுக்கம்

அழுக்கத்துக்குக் காரணம், அதற்கு மேலேயுள்ள திரவத்தின் நிறையேயாம். சதுரத்தின்  $A, B, C, D$  எனும் உச்சிகளுடாக நிலைக்குத்துக் கோடுகளை எடுப்போம். அவை திரவத்தின் சுயாதீனப் பரப்பை முறையே  $E, F, G, H$  எனும் புள்ளிகளிற் சந்திக்குமாயின், பரப்பு  $X$  இற்கு மேலே உள்ள திரவம்  $ABCDHEFG$  எனும் கனவுருவினுள் கொள்ளப்பட்ட திரவம் ஆகும்.

$$\text{அத்திரவ நிரலின் கனவளவு} = A \times h \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ஆகவே திரவ நிரலின் திணிவு} &= \text{கனவளவு} \times \text{அடர்த்தி} \\ &= Ah \times d \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல் } g \text{ ஆயின், திரவ நிரலின் நிறை} \\ &= Ah \times d \times g \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X \text{ மீது திரவத்தின் அழுக்கம்} &= \frac{X \text{ மீதுள்ள உடைப்பு}}{X \text{ இன் பரப்பளவு}} \\ &= \frac{Ahdg \text{ N m}^{-2}}{A} \\ &= hdg \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

இக்குத்திரத்துக்கேற்ப, திரவத்தினுள் ஒரு புள்ளியிலுள்ள அழுக்கம் மூன்று காரணிகளிலே தங்கியுள்ளது. அவையாவன:

- (1) திரவத்தினுள் அப்புள்ளி அமைந்துள்ள ஆழம்  $h$
- (2) திரவத்தின் அடர்த்தி  $d$
- (3) ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல்  $g$

### உதாரணங்கள்

1. இரசமுள்ள ஒரு பாத்திரத்திலே 75.0 cm ஆழத்தில் உள்ள புள்ளியொன்றிலே அழுக்கம் என்ன? (இரசத்தின் அடர்த்தி  $= 1.36 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$ , ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல்  $= 9.8 \text{ ms}^{-2}$ )

$$\text{இரச நிரலின் உயரம் } (h) = 75.0 \text{ cm} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{இரசத்தின் அடர்த்தி } (d) = 1.36 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{ஈர்வையிலான ஆர்முடுகல் } (g) = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\begin{aligned} 75 \text{ cm ஆழத்தில் உள்ள அழுக்கம்} &= 0.75 \times 1.36 \times 10^4 \times \\ &= 9.8 \text{ m.kg m}^{-3} \text{ ms}^{-2} \\ &= 99960 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

2. 0.8 சாரடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தினுள் 12.0 cm ஆழத்திலே அழுக்கம் என்ன? ( $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ .)

$$\text{தரப்பட்டுள்ள புள்ளியின் ஆழம்} = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$$

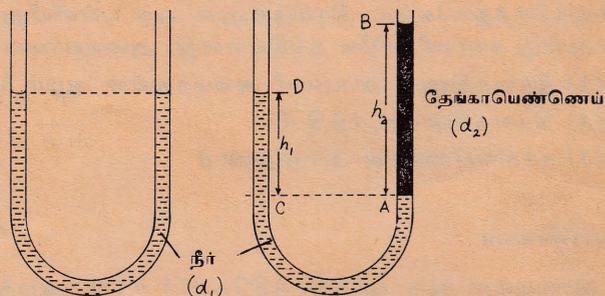
$$\begin{aligned} \text{திரவத்தின் அடர்த்தி} &= 0.8 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= 800 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{அழுக்கம்} &= 0.12 \times 800 \times \\ &= 9.8 \text{ m kg m}^{-3} \text{ ms}^{-2} \\ &= 940.8 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

## திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடல்

திரவ அழுக்கம்பற்றி நாம் மேலே படித்த விடயங்களை இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடப் பயன்படுத்தலாம். இதற்காக, ஒன்றோடொன்று கலக்காதனவும் ஒன்றோடொன்று இடைத் தாக்கமுறாதனவுமான இரு திரவங்களை முதலிலே தேர்ந்தெடுப்போம்.

தேங்காயெண்ணெயின் அடர்த்தியை நீரின் அடர்த்தியுடன் ஒப்பிட வேண்டியுள்ளது எனக் கொள்வோம். நீர்மீது தேங்காயெண்ணெய் மிதக்கின்றமையால், அதன் அடர்த்தியானது நீரின் அடர்த்தியைக் காட்டிலும் குறைவாகும்.



படம் 4.6. இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடல்

ஓரளவு நீண்ட புயங்களைக் கொண்ட ஒரு  $U$  - குழாயை எடுத்து அதன் புயங்களில் ஏறத்தாழ  $15.0$  cm உயரத்துக்கு வரும்வரைக்கும் அடர்த்திகூடிய திரவமாகிய நீரை ஊற்றுக. இரு புயங்களிலும் உள்ள நீர் மட்டங்கள் சமமாயிருப்பதைக் காண்பீர்கள். அடுத்து, ஒரு புயத்தினுள் நீர்மீது தேங்காயெண்ணெயை ஊற்றி, திரவ நிரல் ஓய்ந்த பின்னர் திரவ மட்டங்களை அவதானிக்க (படம் 4.6). அப்போது தேங்காயெண்ணெய் நிரலின் மேல் மட்டம் மற்றைய புயத்திலுள்ள நீர் மட்டத்துக்கு மேலே இருக்கும் எனக் காணப்படும்.

தேங்காயெண்ணெய் உள்ள புயத்திலே நீர்ப் பரப்பாகிய  $A$  யுடன் சம மட்டத்திலே மற்றைய புயத்துள் நீரில் உள்ள புள்ளி  $C$  என்க. எனவே, அப்புள்ளிகளிலே திரவ அழுக்கங்கள் சமம்.  $C$  யிலே அழுக்கமானது  $C$  யிற்கு மேலே உள்ள நீர் நிரல்  $CD$  காரணமாக உண்டாகும் அழுக்கமாகும்.  $A$  யிலுள்ள அழுக்கமானது  $A$  யிற்கு மேலே உள்ள தேங்காயெண்ணெய் நிரல்  $AB$  காரணமாக உண்டாகும் அழுக்கமாகும். நீரின் அடர்த்தி  $d_1$  உம் தேங்காயெண்ணெயின் அடர்த்தி  $d_2$  உம் ஆயின்,

$$\text{நீர் நிரல் } CD \text{ காரணமாக உண்டாகும் அழுக்கம்} = h_1 d_1 g$$

$$\text{எண்ணெய் நிரல் } AB \text{ காரணமாக உண்டாகும் அழுக்கம்} = h_2 d_2 g$$

$$A \text{ யிலுள்ள அழுக்கம்} = C \text{ யிலுள்ள அழுக்கம்}$$

$$\text{ஆகையால், } h_1 d_1 g = h_2 d_2 g$$

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

$$\frac{\text{எண்ணெயின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}} = \frac{\text{எண்ணெயின் சாரடர்த்தி}}{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}$$

என நாம் அறிவோம். ஆகவே,

$$\begin{aligned} \text{தேங்காயெண்ணெயின் சாரடர்த்தி} &= \frac{d_2}{d_1} \\ &= \frac{h_1}{h_2} \end{aligned}$$

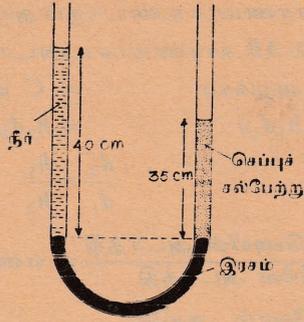
$$= \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{எண்ணெய் நிரலின் உயரம்}}$$

தேங்காயெண்ணெய் நிரலின் உயரத்தை மாற்றிப் பரிசோதனை யைப் பல தடவை மீண்டும் செய்து, பேறுகளை அட்டவணை 4.1 இலுள்ளவாறு அட்டவணைப்படுத்துக. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் விகிதம்  $h_1/h_2$  இற்குக் கிடைக்கும் பெறுமானங்களின் சராசரிப் பெறுமானத்தைத் தேங்காயெண்ணெயின் சாரடர்த்தியாகக் கொள்க.

நீர் நிரலின் உயரம்,						
எண்ணெய் நிரலின் உயரம்						
தேங்காயெண்ணெயின் சாரடர்த்தி						

அட்டவணை 4.1

ஒன்றோடொன்று கலக்காத இரு திரவங்களுக்கு மாத்திரம் மேற் கூறிய முறை உகந்தது. கலக்கக்கூடிய இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிட வேண்டியுள்ளபோது அத்திரவங்களுடன் கலக்காத தும் அவ்விரு திரவங்களைக் காட்டிலும் கூடிய அடர்த்தியை உடையதுமான ஒரு திரவம் முதலிலே  $U$  - குழாய்க்குள் ஊற்றப்படுமும். இதற்காக இரசமே பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன்பின்னர், நீரை ஒரு புயத்தினுள் ஊற்றி, இரச மட்டங்கள் சமமாகும்வரை மற்றைய புயத்தினுள் இரண்டாம் திரவம் ஊற்றப்படும்.



படம் 4.7. நீருடன் கலக்கும் திரவயொன்றின் சாரடர்த்தியைக் காணல்

### உதாரணம்

மேலே விவரித்தவாறு செய்யப்பட்ட ஒரு பரிசோதனையிலே 40.0 cm உயரமுள்ள ஒரு நீர் நிரலானது 35.0 cm உயரமுள்ள ஒரு செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் நிரலினால் சமன்செய்யப்படுகிறது (படம் 4.7). (அ) செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் சாரடர்த்தி என்ன? (ஆ) செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் அடர்த்தி என்ன?

(அ) செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் அடர்த்தி  
நீரின் அடர்த்தி

$$= \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் நிரலின் உயரம்}}$$

$$= \frac{40.0 \text{ cm}}{35.0 \text{ cm}}$$

$$= 1.14.$$

(ஆ) செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் அடர்த்தி

$$= \text{செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் சாரடர்த்தி} \times \text{நீரின் அடர்த்தி}$$

$$= 1.14 \times 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$= 1140 \text{ kg m}^{-3}$$

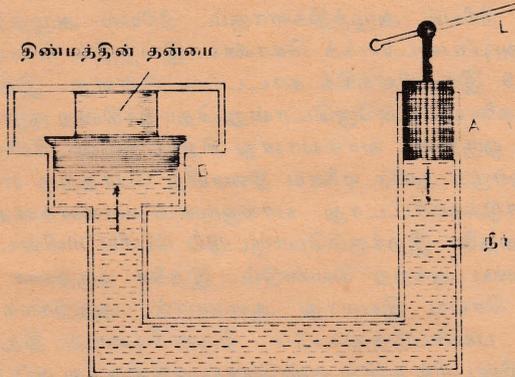
### அழுக்கத்தை ஊடுகடத்தல்

ஒரு திரவத்தின்மீது புற அழுக்கமொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது அது திரவத்திலே எல்லாத் திசைகளிலும் பரந்து செல்லும் என்று இந்த அத்தியாயத்தின் ஆரம்பத்திற் பாடித்தோம். திரவத்தினூடாகப் போதிய அளவு தூரத்துக்கு அழுக்கத்தை ஊடுகடத்தலாம் என்று பரிசோதனைமூலம் காணப்பட்டுள்ளது. திரவத்தினுள்ளே அழுக்கத்தை ஊடுகடத்துவதன் கோட்பாடு பல பொறி

களிற் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நீரியல் அழுத்தி, நீரியல் யாக்கு, நீரியல் தடுப்பு ஆகியன அவற்றுட் சில.

## நீரியல் அழுத்தி

ஒரு நெம்பியின் கைப்பிடிமீது பிரயோகிக்கப்படும் சிறிய ஒரு விசைமூலம் பொருளொன்றின்மீது ஒரு பெரிய விசையைப் பிரயோகிப்பதற்காக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவமானது படம் 4.8 இல் எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.8. நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவம்

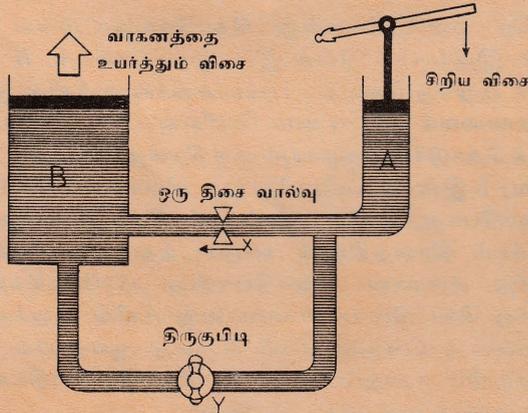
கீழே ஒன்றோடொன்று தொடுக்கப்பட்டுள்ள இரு சிலிண்டர்கள் இறுக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு முசலங்கள் A, B என்பனவாகும். B யின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவானது A யின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவைக் காட்டிலும் பெரியது. இரு சிலிண்டர்களும் அவற்றைத் தொடுக்கும் குழாயும் ஒரு திரவத்தினால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. நெம்பு L இன் கைப்பிடிமீது ஒரு விசையைக் கீழ்நோக்கிப் பிரயோகிக்கும்போது, A யின் அடிப்புறம் திரவத்தின்மீது பிரயோகிக்கும் அழுக்கம் திரவத்தினால் ஊடுகடத்தப்படுவதனால், B யின் அடிப்புறமீது சமமான விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படும். B யின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவானது A யின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவைக் காட்டிலும் மிகப் பெரியது ஆகையால், B மீது பிரயோகிக்கப்படும் உதையானது A மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட உதையைக் காட்டிலும் மிகப் பெரியது.

அழுத்தியின் நெம்புமூலம் A மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை 150 N எனக் கொள்வோம். A யின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு  $0.0025 \text{ m}^2$  ஆயின், நீர்மீது A மூலம் பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம்  $0.150 \text{ N m}^{-2}$  ஆகும். இவ்வழுக்கம் திரவத்தினூடாக ஊடுகடத்தப்பட்டு B மீது பிரயோகிக்கப்படுகிறது. B யின் குறுக்கு வெட்டுப்

பரப்பளவு  $0.15 \text{ m}^2$  ஆயின், (உதைப்பு = அழுக்கம்  $\times$  பரப்பளவு எனும் தொடர்புக்கேற்ப) திரவத்தின் மூலம் அதன்மீது பிரயோகிக்கப்படும் உதைப்பு ( $6 \times 10^4 \times 0.15 \text{ Nm}^{-2} \text{m}^2$ ) =  $9000 \text{ N}$ . இவ்வாறு முசலம்  $A$  மீது பிரயோகிக்கப்படும்  $150 \text{ N}$  விசை  $60$  தரம் பெரிதாக்கப்பட்டு முசலம்  $B$  மூலம் பொருளின்மீது பிரயோகிக்கப்படும்.

## நீரியல் யாக்கு

மோட்டர் வாகனங்கள் சிலவற்றின் யாக்குகள் எண்ணெய் நிரப்பப்பட்ட நீரியல் அழுத்திகளாகும். நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட இவற்றின் செயற்பாடானது படம் 4.9 இல் விளக்கிக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலுள்ள இரு சிலிண்டர்களையும் ஒன்றோடொன்று தொடுக்கின்ற குழாயிலே உள்ள  $X$  எனும் ஒருதிசை வால்வானது சிறிய சிலிண்டரிலிருந்து பெரிய சிலிண்டருக்குத் தவிர ஏனைய திசையிற் போதற்கு எண்ணெய்க்கு இடங்கொடுக்கமாட்டாது. யாக்குமூலம் வாகனத்தை உயர்த்திய பின்னர் அதனை இறக்கும்பொருட்டுப் பெரிய சிலிண்டரிற் சேர்ந்த எண்ணெயை அகற்ற வேண்டும். இதனை ஒருதிசை வால்வுக்குக் குறுக்கே செய்ய இயலாது ஆகையால், அதற்காக  $Y$ யிலுள்ள திருகுபிடி பயன்படுத்தப்படும். திருகுபிடையைத் திறக்கும்போது, பெரிய சிலிண்டரில் உள்ள எண்ணெய் அதிலிருந்து அப்பாற்பாய்ந்து போவதால் அதன் முசலம் இறங்கும்.



படம் 4.9 நீரியல் யாக்கின் பரும்படிப் படம்

## நீரியல் தடுப்பு

நாலு சில்லுகளையும் ஒரே அளவுக்கு அமர்முடுக்கும் தடுப்புத் தொகுதி நவீன மோட்டர் வாகனங்களுக்கு இன்றியமையாதது. சில்லுகள் பூட்டப்பட்டு விழுதல், வாகனம் சறுக்கிச் செல்லல்

போன்ற ஆபத்துகள், அத்தகைய தடுப்புத் தொகுதி காரணமாகப் பெரிதும் குறைந்துள்ளன. நவீன மோட்டர் வாகனங்களில் இதற்காக நீரியல் அழுக்கத்தின்மூலம் செயற்படுத்தப்படும் தடுப்புத் தொகுதி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

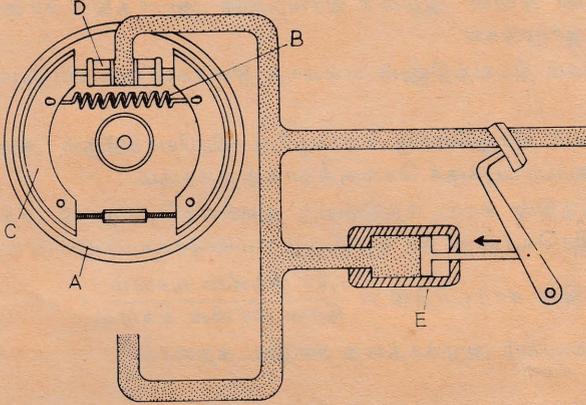
A = தடுப்புக் குடம்

D = துணைச் சிலிண்டர்

B = விடுவிப்பு வில்

E = தலைமைச் சிலிண்டர்

C = தடுப்பு இலாடம்



படம் 4.10. மோட்டர் வாகனத்தினது தடுப்புத் தொகுதியின் பரும்படிப் படம்

நீரியல் தடுப்புத் தொகுதியைக் கொண்ட ஒரு வாகனத்திலே ஒவ்வொரு சில்லிலும் இரண்டு தடுப்பு இலாடங்கள் உண்டு. அவை துணைச் சிலிண்டர் D யினுள் செயற்படும் முசலத்தின்மூலம் உள்ளேயும் வெளியேயும் தள்ளப்படும். தடுப்பு மிதியை அழுத்தும்போது தலைமைச் சிலிண்டர் E யினது முசலத்தின்மூலம் சிலிண்டரிலுள்ள எண்ணெய்மீது ஓர் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படும். அவ்வழுக்கம், தலைமைச் சிலிண்டர் E உடன் துணைச் சிலிண்டர் D யைத் தொடுக்கும் குழாயினுள் நிரம்பியிருக்கின்ற எண்ணெய்மூலம் துணைச் சிலிண்டர் D யிற்கு ஊடுகடத்தப்படும். அப்போது துணைச் சிலிண்டரின் முசலம் வெளியே தள்ளப்படுவதால் சிலிண்டரின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள தடுப்பு இலாடங்கள் வெளிப்புறமாகத் தள்ளப்பட்டுத் தடுப்புக் குடத்துடன் மோதும். தடுப்புக் குடம் சில்லுடன் பொருத்தப்பட்டிருப்பதனால், வாகனம் சென்று கொண்டிருக்கும் போது, சில்லுகளின் சுழற்சிக் கதி குறைந்து இறுதியிலே வாகனம் நின்றுவிடும்.

தடுப்பு மிதியிலிருந்து பாதத்தை வெளியே எடுக்கும்போது, தலைமைச் சிலிண்டரின் முசலம் இளகி துணைச் சிலிண்டரினது முசலத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கத்தை நீக்கும். அப்போது

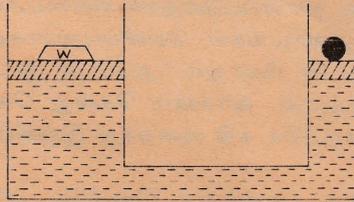
விடுவிப்பு வில்மூலம் தடுப்பு இலாடங்கள் இரண்டும் ஒன்றை யொன்று நோக்கிக் கிட்டக் கொண்டுவரப்படும். அவ்வாறு நடை பெறும்போது, தடுப்புக் குடம் தொடுக்கப்பட்டுள்ள சில்லு மீண்டும் சுழலக்கூடியதாக இருக்கும்.

## பொழிப்பு

- \* சலனமற்ற ஒரு திரவத்தினுள் உள்ள ஒரு புள்ளியிலே அழுக்கம் = புள்ளி உள்ள ஆழம்  $\times$  திரவத்தின் அடர்த்தி  $\times$  ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகல்.
- \* இவ்வழுக்கம் திரவத்தினுள் எல்லாத் திசைகளிலும் பிரயோகிக்கப்படும்.
- \* ஒரு திரவம் யாதுமொரு பரப்புமீது பிரயோகிக்கும் அழுக்கமானது அப்பரப்புக்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கும்.
- \* ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியைத் துணியும்பொருட்டு அத்திரவத்தின் நிரலொன்று நீர் நிரலினொற் சமன்செய்யப்படும்போது
 
$$\text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} = \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{திரவ நிரலின் உயரம்}}$$
- \* திரவத்தின்மூலம் அழுக்கத்தை ஊடுகடத்தலாம்.

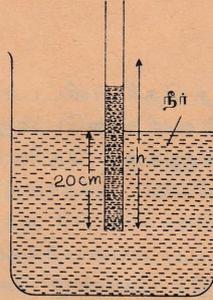
## பயிற்சி

1. 1.024 சாரடர்த்தியுள்ள கடல்நீரிலே நிரப்பப்பட்ட ஒரு குழியினுள், 12.0 m ஆழமுள்ள ஓர் இடத்திலே, 0.0006 m<sup>2</sup> குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவைக் கொண்ட ஓர் அடைப்பாலால் அடைக்கப்பட்ட ஒரு போத்தல் உள்ளது. அடைப்பான்மீது கடல்நீர் பிரயோகிக்கும் உதைப்பைக் காண்க.
2. அடைத்த தகரப் பேணியொன்று 60000 N m<sup>2</sup> வரைக்கும் அழுக்கத்தைத் தாங்கிநிற்கவல்லது. அதனை ஒரு நன்னீர்க் குளத்தில் அமிழ்த்தினால், அது எவ்வாழத்திலே சப்பளியும்?



பா ம் 4.11

3. நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவத்தை எடுத்துக்காட்டும் பொருட்டு ஒழுங்குசெய்த ஒரு U-குழாயானது படம் 4.11 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அக்குழாயின் புயங்களுள் உள்ள உராய்வின்றிய முசலங்களின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவுகள்  $0.0012 \text{ m}^2$  உம்  $0.0003 \text{ m}^2$  உம் ஆகும். சிறிய முசலத்தின்மீது ஏற்றப்பட்டுள்ள திணிவு  $60.0$  கிராம். (அ) சிறிய முசலத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் திரவ அழுக்கம் என்ன? (ஆ) பெரிய முசலத்தின்மீது உள்ள திணிவு என்ன?



படம் 4.12

4. படம் 4.12 இற் காட்டப்பட்டுள்ள குழாயின் கீழ் நுனியானது நீரினுள்ளே  $20 \text{ cm}$  ஆழத்தில் இருக்கிறது. குழாயின் கீழ் நுனி வரைக்கும் நிரம்புமாறு குழாயினுள் தெரப்பந்தைலம் ஊற்றப்பட்டது. தெரப்பந்தைலத்தின் அடர்த்தி  $800 \text{ kg m}^{-3}$  ஆயின், (அ) நிரப்பத்தக்க தெரப்பந்தைல நிரலின் உயர்வு உயரத்தைக் காண்க. (ஆ) உயர்வு உயரத்தைக் கொண்ட தெரப்பந்தைல நிரலைக் குழாய்க்குள் நிரப்பியதும் குழாயைப் படிப்படியாக மேலே உயர்த்தினால், தெரப்பந்தைல நிரலுக்கு என்ன நிகழும்?

## வாயு அழுக்கம் 5

### வளிமண்டலம்

எமது கண்ணுக்குத் தெரியாவிட்டாலும் எமது சுற்றூடலிலுள்ள எல்லா இடங்களிலும் வளி உண்டென்று நாம் அறிவோம். ஆதிகால கிரேக்க மக்கள் கண்ணுக்குத் தெரியாத வளியை ஓர் உண்மைப் பொருளாகக் கருதவில்லை. அக்காலத்தில் வாழ்ந்த கிரேக்க அறிஞராகிய அனக்சகெறெசு என்பார் அந்நாட்டு மக்களாலே தெப்பங்களில் வைத்துக் கட்டப் பயன்படுத்தப்பட்ட வளி நிரம்பிய ஆட்டுத் தோலை உயர்த்திக் கொண்டு சென்றபோது அதனுடன் ஒரு மலையிலிருந்து கீழே விழுந்தார். அதிருட்டவசமாக அவர் அந்த ஆட்டுத் தோலின்மீது விழுந்தமையால் அவர் உயிர் தப்பினார். அத்தோலினுள் யாதும் இருந்திராவிட்டால், அனக்சகெறெசிற்குக் காயம் ஏற்பட்டிருக்கும். தோலினுள் பாசி போன்ற மென்மையான ஒரு பொருள் இருந்தமையாற்றான் தான் தப்பியதாக அனக்சகெறெசு கருதினார். ஆகவே, வளியானது பாசி போன்ற ஓர் உண்மைப் பொருளாக இருக்க வேண்டுமென அவர் முடிபு கொண்டார். வளி நிரப்பிய சில்லுகளின்மீது ஓடுகின்ற மோட்டர் வாகனங்கள் உள்ள இக்காலத்திலாயின், அனக்சகெறெசின் அம் முடிபு விந்தையானதென நீங்கள் கருதலாம்.

வளியானது வாயுக்களின் கலவையாகும். அதிலே கனவளவுப் படி ஏறத்தாழ ஐந்தில் நாலு பங்கு நைதரசன் ஆகும். ஐந்தில் ஒன்று மாத்திரம் ஓட்சிசன். இவற்றைவிட, சிறிதளவு காபனீ ரொட்டசைட்டு, நியோன், ஆகன், கிரித்தன், செனன், ஈலியம், சிறிதளவு நீராவி ஆகியனவும் வளியில் அடங்கியுள்ளன.

புவியிலிருந்து நூற்றுக்கணக்கான கிலோமீற்றர் உயரத்துக்கு வியாபித்திருக்கும் வளிப் படை புவியைச் சூழ்ந்திருக்கிறது. இவ் வளிப் படையானது புவியின் வளிமண்டலம் எனப்படும். கடல் மட்டத்திலேயே வளிமண்டலம் உயர் அடர்த்தியை உடையது. அங்கு ஒரு கன மீற்றர் வளியில் ஏறத்தாழ  $10^{25}$  வாயு மூலக்கூறுகள் இருப்பதாகக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. கடல் மட்டத்திலிருந்து மேலே செல்லும்போது ஒரு கன மீற்றரிலுள்ள மூலக்கூறுகளின்

எண்ணிக்கையும், ஆகவே வளியின் அடர்த்தியும் படிப்படியாகக் குறைகின்றன (அட்டவணை 5.1 ஐப் பார்க்க).

கடல் மட்டத்திலிருந்தான உயரம் (km)	வளியின் அடர்த்தி ( $\text{kg m}^{-3}$ )
0	1.2
2	1.0
10	0.4

அட்டவணை 5.1. பல்வேறு உயரங்களிலே வளியின் அடர்த்தி

வளிமண்டலத்திற்கு அப்பாற் புற வெளி உள்ளது. அதிலே ஒரு கன மீற்றருக்கு  $10^6$  எனும் குறைவான எண்ணிக்கையில் வாயு மூலக்கூறுகள் இருப்பதனால், அது வெறும் வெளியாகக் கருதப்படும்.

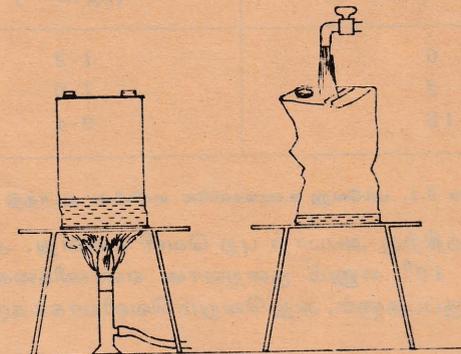
### வாயு அழுக்கம்

நாம் ஒரு பலூனில் வளியை நிரப்பும்போது பலூனின் படலம் வெளிப்புறமாக ஊதிக்கொண்டு வரும். அப்படலத்தின்மீது ஓர் உதைப்புப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றமையே அதற்குக் காரணமாகும். பலூனினுள் அகப்பட்டுள்ள வளியே உதைப்பைப் பிரயோகிக்கிறது. அவ்வளி உதைப்பைப் பிரயோகிக்கின்றமையால் அது ஓர் அழுக்கத்தை உருற்றுவதாக நாம் கூறலாம். அவ்வழுக்கம், படலத்தின் ஓரலகுப் பரப்பளவுமீது உள்ளேயிருந்து பிரயோகிக்கப்படும் உதைப்பாகும். இவ்வாறு வளியை யாதுமொரு பாத்திரத்தினுள் அகப்படுத்தும்போது, பாத்திரத்தின் சுவர்களின்மீது ஓர் உதைப்புப் பிரயோகிக்கப்படுமென நாம் அறிகிறோம்.

பலூனினுள் மேலும் வளியைப் புக விடும்போது பலூன் ஊதிக்கொண்டே வரும். பலூனினுள் வளி புகப் புக, பலூனினுள் உள்ள வளியின் அழுக்கம் அதிகரிக்கின்றமையாலேயே இவ்வாறு நிகழ்கிறது. மோட்டர் வாகனமொன்றின் சில்லில் வளியை நிரப்பிய பின்னர் சில்லினுள் போதிய அளவு வளி உள்ளதாவென நாம் நிச்சயப்படுத்தற்குச் சில்லினுள் உள்ள வளியின் அழுக்கத்தை அளவிடுகிறோம். ஒரு சமுத்திரத்தில் உள்ள நீரின் நிறை காரணமாக அந்நீரினுள் எந்தவொரு புள்ளியிலும் அழுக்கம் உண்டு என்பதை நாம் அறிவோம். புவி அதன் வளிமண்டலத்தினுற் சூழப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டலம் என்பது நூற்றுக்கணக்கான கிலோமீற்றர் ஆழமுள்ள ஒரு வாயுச் சமுத்திரம். நாம் அதன் அடிப்புறத்திலேயே வாழ்கிறோம். இவ்வாயுச் சமுத்திரத்தின் வளிமூலமும் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படுகிறதா?

## வளிமண்டல அழுக்கத்தை எடுத்துக்காட்டல்

வளியிறுக்கமான மூடியைக் கொண்ட ஒரு வெறுத் தகரப் பேணியை எடுத்து அதனுள் சிறிதளவு நீரை இட்டு, பேணி திறந்து இருக்க, சுடாக்குக் (படம் 5.1). இது தகரப் பேணிக்குள் இருக்கும்



படம் 5.1. வளிமண்டல அழுக்கத்தை எடுத்துக்காட்டல்

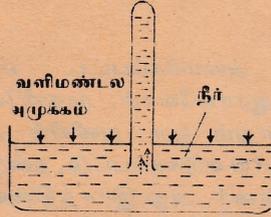
வளியை நீக்கப் பயன்படும் வழிவகையாகும். நீர் கொதிக்கத் தொடங்கும்போது தகரப் பேணியிலிருந்து வெளிவரும் கொதி நீராவிமூலம் பேணியிலுள்ள வளி போதிய அளவுக்கு வெளியேற்றப் படுகிறது. பேணியின் வாயிலிருந்து கொதிநீராவி விரைவாக வெளி வரும்போது பேணியை வளியிறுக்கமான மூடியினால் அடைத்து, சுடாடுப்பை அணைத்து விடுக. பின்னர், பேணியீது தண்ணீர் தெளித்து, பேணியை விரைவாகக் குளிர்த்துக. சொற்ப நேரத்தில் அது சிற்சில இடங்களிலே சப்பளிந்திருப்பதைக் காண்பீர்கள்.

தகரப் பேணியில் உள்ள வளியைக் கொதிநீராவிமூலம் பெரு மளவில் அகற்றிய பின்னர், பேணியை மூடியினால் மூடிக் குளிர்ச்சி யுற விட்டபோது, பேணியுள் அகப்பட்ட கொதிநீராவி படிப்படியாக ஒடுங்கிறது. இதன் விளைவாக, பேணியிலுள்ள உள்ள அழுக்கம் குறைந்தது. இப்போது பேணி சப்பளிந்தமைக்கு, வளிமண்டலத் திண்மமும் பேணியின் வெளிப்பக்கத்தின்மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட அழுக்கமே காரணம். வாயுச் சமுத்திரத்தில் உள்ள வளிமூலம் அச்சமுத்திரத்தின் அடியில் உள்ள பொருளின்மீது ஒரு பெரிய அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படுமென இதனின்றும் தெளிவாகிறது. அது வளிமண்டல அழுக்கம் எனப்படும்.

## மக்டெபேர்க் அரைக்கோளங்கள்

வளி காரணமாக உண்டாக்கப்படும் அழுக்கம் பேரளவினது என்பதைக் காட்டுதற்கு, 1654 ஆம் ஆண்டிலே ஜோர்மனியின்

மக்டெபேர்க் நகரின் மாநகர முதல்வராக இருந்த ஒற்றே வன் கெறிக் என்பார் கவர்ச்சியான ஒரு பரிசோதனையைச் செய்தார். வளியிறுக்கமாக ஒன்றோடொன்று நன்கு பொருந்தும் உலோகப் பொள் அரைக்கோளங்கள் இரண்டு ஒரு கோளத்தை அமைக்கு மாறு பொருத்தப்பட்டு, கோளத்துள் உள்ள வளி ஒரு வெற்றிடப் பம்பியினால் அகற்றப்பட்டது. அப்போது அந்த இரு அரைக்கோளங் களையும் பிரிப்பதற்கு ஒரு பக்கத்தில் 4 குதிரைகள் வீதம் 8 குதிரை கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. வளிமண்டல அழுக்கம் ஓரளவு பெரிய தென்பதை கெறிக்கின் இப்பரிசோதனைப் பேறுகளினின்றும் நாம் அறிகிறோம். அதனை அளவிடுவதற்கான முறையேதும் உண்டா?



படம் 5.2. வளிமண்டல அழுக்கத்தின்மூலம் ஒரு நீர் நிரலைப் பேணல்

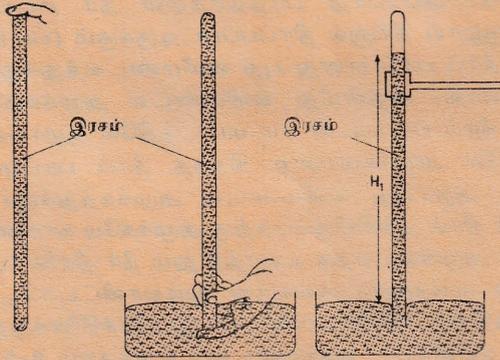
நீண்டவொரு சோதனைக் குழாயில் நீர் நிரப்பிச் சிறிதளவு வளி கூடப்பகாதவாறு விரலினால் அதன் வாயை மூடுக. பின்னர் அதனைக் கவிழ்த்து, ஒரு நீர்ப் பாத்திரத்திற் குழாயின் வாய் அமிமும்வரைக் கும் குழாயை இறக்கி நிலைக்குத்தாகப் பிடித்து விரலை வெளியே எடுத்துக்கொள்க. அப்போது பாத்திரத்தின் நீர் மட்டத்துக்கு மேலே உள்ள குழாய் நீரினால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் (படம் 5.2). பாத்திரத்தின் நீர்ப் பரப்பானது புற வளிமண்டலத்துக்குத் திறந் துள்ளது. ஆதலால், அதன்மீது வளிமண்டல அழுக்கம் தாக்கு கிறது. திறந்த நீர்ப் பரப்புடன் சம மட்டத்திலே குழாயுள் இருக் கும் புள்ளிகளிலே அழுக்கமானது திறந்த நீர்ப் பரப்புமீதுள்ள அழுக்கத்துக்கு, அதாவது வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமம். குழாய்க்குள் நீர் நிரல் தங்கியிருப்பதற்கு அழுக்கமே காரணம்.

வளிமண்டல அழுக்கம் எந்த உயரத்திலும் நீர் நிரலை (குழாய்க் குள்) பேணுதல் முடியுமா? அவ்வாறு முடியாவிட்டால், அந்நீர் நிரலின் உயரத்திற்கு எல்லை உண்டா? இப்பிரச்சனைக்குத் தீர்வு காண முயன்ற கலிலியோ, வளிமண்டலம் ஏறத்தாழ 9.5 மீற்றர் வரை உயரமுள்ள நீர் நிரலைப் பேணமுடியுமென அறிந்துகொண் டார். யாதாயினுமொரு காரணத்துக்காக வளிமண்டல அழுக்கம் மாறினால், அதன்மூலம் பேணப்படும் நீர் நிரலின் உயரமும் மாறும். ஆகவே, ஒரு குழாய்க்குள் பேணப்படும் அத்தகைய ஒரு நீர் நிரலானது வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளவிடுதற்கு ஏற்ற தோர் உபாயமாகும். உண்மையில், கலிலியோ இம்முறையைப்

பயன்படுத்தி வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளவிடுதற்குரிய ஓர் உபகரணமாகிய பாரமானியை அமைத்தார். 9.5 மீற்றர் அளவு பெரிய நீளமுள்ள குழாயைப் பயன்படுத்திச் செய்த ஒரு பாரமானியை உபயோகித்தல் கடினமெனக் கவிலியோவின் மாணவராகிய ரொறிசெல்லி கண்டுகொண்டார். ஆதலால், அவர் மிக எளிய ஒரு முறையை நாடினார். நீர் போன்று 13.6 மடங்கு அடர்த்தியுள்ள இரசத்தைப் பயன்படுத்தும்போது, பாரமானிக் குழாயின் உயரம் பெரிதும் குறைக்கப்படலாமெனக் கண்ட அவர் 1643 ஆம் ஆண்டிலே முதலாவது இரசப் பாரமானியை அமைத்தார்.

### இரசப் பாரமானி

ரொறிசெல்லியினால் அமைக்கப்பட்ட எளிய பாரமானி அமைப்பை இப்போது ஆராய்வோம். முதலிலே, ஏறத்தாழ 80 சென்ரிமீற்றர் நீளமுள்ளதும் ஒரு நுனியில் அடைக்கப்பட்டதுமான ஒரு கண்ணாடிக் குழாய் எடுக்கப்பட்டு, நன்றாகச் சுத்தமாக்கியதும் உலர்த்தப்படும். பின்னர், அது இரசத்தினால் முற்றாக நிரப்பப்பட்டு, வளிக் குமிழிகள் தங்கியிருப்பின் அவற்றை நீக்கும்பொருட்டுக் குழாய் மெதுவாகத் தட்டப்படும். இதன் பின்னர், வாய் அகன்ற இன்னொரு பாத்திரத்திலே ஏறத்தாழ 5 சென்ரிமீற்றர் ஆழத்துக்கு இரசம் நிரப்பப்படும். அடுத்து, இரசம் நிரப்பிய குழாய்க்குள் வளிக் குமிழ்யெதுவும் அகப்படாதவாறு குழாயின் திறந்த நுனியானது விரலினால் இறுக்கி மூடப்பட்டு (படம் 5.3),

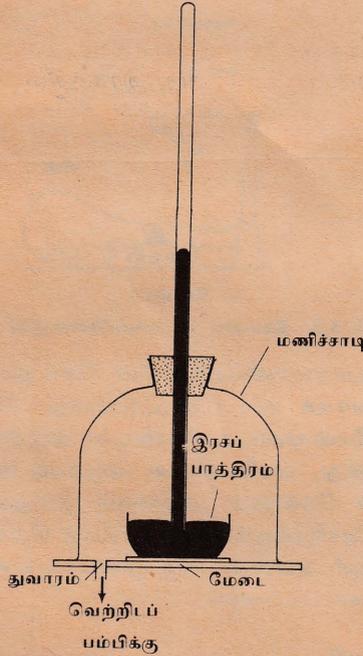


படம் 5.3. ஓர் இரசப் பாரமானியை அமைத்தல்

குழாய் கவிழ்க்கப்பட்டு, அதன் திறந்த நுனியை ஓர் இரசப் பாத்திரத்திலுள்ள இரசத்தில் அமிழ்த்திய பின்னர் விரல் வெளியே எடுக்கப்படும். அப்போது குழாயிலே இரச நிரல் சில சென்ரிமீற்றர் தூரம் இறங்கி நிற்கும். பின்னர், குழாய் செப்பமாய் நிலைக்குத்

தாக இருக்குமாறு ஓர் ஆதாரத்தில் இறுக்கப்படும். பாத்திரத்தின் இரச மட்டத்திலிருந்து குழாயிலுள்ள இரச நிரலின் உயரத்தை அளந்தபோது வளிமண்டலம் பேணக்கூடிய இரச நிரலின் உயரம் கிடைக்கும். இவ்வுயரம் வளிமண்டல அழுக்கம்பற்றிய ஓர் அளவீடாகும்.

பாரமானியின் இரச நிரலுக்கு மேலே ஒரு வெளி உள்ளது. அது ரொறீசெலிய வெற்றிடம் எனப்படும். யாதாயினுமொரு காரணத்துக்காகப் பாரமானியொன்றின் இந்த இடத்தினுள் சிறிதளவு வளி புகுந்தால், குழாயின் இரச மட்டம் இறங்கும். அத்தகையவொரு பாரமானியிலிருந்து திருத்தமான வளிமண்டல அழுக்கம் கிடைப்பதில்லை. குறையில்லாத இரசப் பாரமானியொன்று கடல் மட்டத்திலே ஏறத்தாழ 76 சென்ரிமீற்றர் உயரத்தைக் காட்டும். இது ஏறத்தாழ  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$  அழுக்கத்துக்குச் சமமானது.



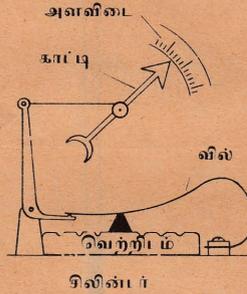
படம் 5.4. இரசப் பாரமானியொன்றின் இரச நிரல் வளிமண்டல அழுக்கத்தின்மூலம் பேணலாம்

பாரமானியின் குழாய்க்குள் இரச நிரல் வளிமண்டல அழுக்கம் காரணமாகப் பேணப்படுகிறது என்பதை எடுத்துக்காட்டுதற்குப் படம் 5.4 இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தலாம். ஆரம்பத்திலே குழாய்க்குள் இரச மட்டத்தைக் குறித்துக் கொண்டு வெற்றிடப் பம்பியை இயக்கும்போது வளி படிப்படியாக

அகற்றப்பட்டதும் இரச நிரல் சிறிது சிறிதாக இறங்கும். சாடியில் உள்ள வளி படிப்படியாக அகற்றப்பட்டதும் பாத்திரத்திலுள்ள இரசப் பரப்பிற் பிரயோகித்த வாயு அழுக்கம் படிப்படியாகக் குறைகின்றமையாலேயே இவ்வாறு நடைபெறுகிறது. மீண்டும் சாடிக்குள் வளியை மெதுவாகப் புகுத்தியபோது இரச நிரல் மறு படியும் ஏறும்.

### திரவமில் பாரமானி

இரசப் பாரமானியைத் தவிரப் பல்வேறு தேவைகளுக்காக வேறு வகைப் பாரமானிகள் பரக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள், திரவமில் பாரமானியானது எளிதாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய வாறு அமைக்கப்பட்ட ஓர் உபகரணமாகும் (படம் 5.5). அதனுள் திரவம் இல்லையாகையால், அதற்கு மேற்படி பெயர் வழங்கப்படுகிறது.



படம் 5.5. திரவமில் பாரமானியொன்றின் அமைப்பு

திரவமில் பாரமானியொன்றின் செயற்பாடானது படம் 5.5 இலே தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. வெற்றிடமாகிய ஒரு சிலிண்டரின் மேன்முகம் வளிமண்டல அழுக்கத்தின் மாறல்களுக்கு உணர்ச்சியுள்ளது. வளிமண்டல அழுக்கம் கூடும்போது இம்முகம் சற்று உள்ளே செல்லும்; அழுக்கம் குறையும்போது அது சற்று வெளியே நீட்டியிருக்கும். ஒரு நெம்புத் தொகுதிமூலம் பெருப்பிக் கப்படுகின்ற ஓர் அளவிடைக்கு முன்பாக உள்ள ஒரு காட்டிமூலம் இவ்வியக்கம் காட்டப்படும்.

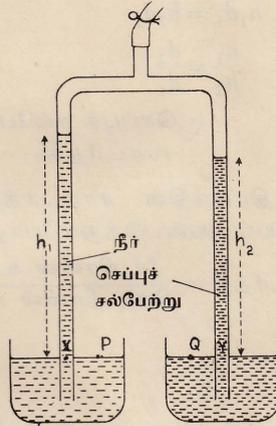
### குத்துயரமானி

கடல் மட்டத்திலிருந்து மேலே செல்லும்போது வளிமண்டல அழுக்கம் படிப்படியாகக் குறையும் என்பதை நாம் அறிவோம். 600, 1200, 2400, 4800 மீற்றர் எனும் உயரங்களிலே அழுக்கம் முறையே ஏறத்தாழ 940, 875, 750, 550 மில்லிபார் ஆகும். திரவமில் பாரமானியொன்றின் அளவிடையிற் காட்டப்படும் அழுக்கங்கள் வளிமண்டலத்தின் எவ்வயரங்களில் உள்ளன என்பதைக்

காட்டுமாறு அந்த அளவிடையைப் படிவகுக்கலாம். அவ்வாறு படிவகுத்த திரவமில் பாரமானியொன்றை வளிமண்டலத்தின் யாதாயினுமோர் உயரத்துக்குக் கொண்டுசெல்லும்போது அதன் வாசிப்பினின்றும், புவியிலிருந்து அவ்விடத்துக்குள்ள உயரம் கிடைக்கும். அத்தகையவோர் உபகரணம் குத்துயரமானி எனப்படும். ஆகாயவிமானங்களிலும் மலைநாடுகளில் உபயோகிக்கப்படும் மோட்டர் வாகனங்களிலும் இவ்வுபகரணம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மலையேறுபவர்களும் தாம் ஏறும் உயரங்களை அளவிடுதற்காக இதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

## வளிமண்டல அழுக்கத்தைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் ஆய்கருவிகள்

(அ) ஹெயர் ஆய்கருவி



படம் 5.6. ஹெயர் ஆய்கருவி

திரவங்களின் சாரடர்த்திகளைக் காணப் பயன்படும் இவ்வுபகரணம் படம் 5.6 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலொன்றின் சாரடர்த்தியைக் காண்பதற்கு நாம் அதனைப் பயன்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். கவ்வியைத் திறந்து, போதிய உயரத்துக்குத் திரவ நீரல் ஏறும்வரைக்கும் றப்பர்க் குழாயில் வாய் வைத்து உறிஞ்சப்படும். பின்னர், கவ்வி விரைவாக மூடப்படும். இப்போது இரு திரவ நீரல்களுக்கும் மேலே அகப்பட்டுள்ள வளியின் அழுக்கம்  $p$  எனக் கொள்வோம். முறையே நீரினதும் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலினதும் திறந்த பரப்புகளின்மீது உள்ள  $P, Q$  எனும் புள்ளிகளில் இருக்கும் அழுக்கமானது வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமம்.  $P$  யுடன் சம மட்டத்தில் நீர்

நிரலினுள் உள்ள புள்ளி X இல் இருக்கும் அழுக்கமானது (P யிலுள்ள அழுக்கத்துக்கு, அதாவது) வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமம். அதே போன்று, Q வுடன் சம மட்டத்திலே செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் நிரலுள் உள்ள புள்ளி Y யில் இருக்கும் அழுக்கம் (Q யிலுள்ள அழுக்கத்துக்கு, அதாவது) வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமம். ஆகவே, நீரின் அடர்த்தி  $d_1$  ஆகவும் நீர் நிரலின் உயரம்  $h_1$  ஆகவும் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் அடர்த்தி  $d_2$  ஆகவும் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் நிரலின் உயரம்  $h_2$  ஆகவும் இருப்பின்,

$$X \text{ இலுள்ள அழுக்கம்} = h_1 d_1 g + p$$

$$Y \text{ யிலுள்ள அழுக்கம்} = h_2 d_2 g + p$$

இவ்வழுக்கங்கள் இரண்டும் வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமம் ஆகையால்,

$$h_1 d_1 g + p = h_2 d_2 g + p$$

ஆகவே

$$h_1 d_1 = h_2 d_2$$

அப்போது,

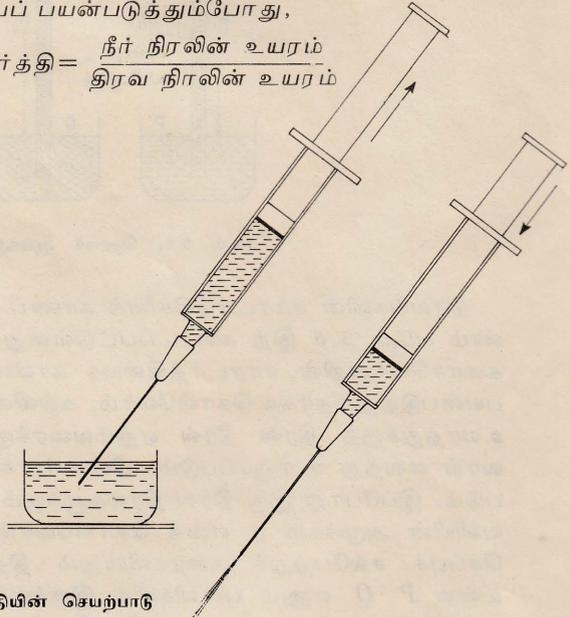
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

= செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் சாரடர்த்தி.

இவ்வாறு ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியைக் காண்பதற்கு ஹெயர் ஆய்கருவியைப் பயன்படுத்தும்போது,

$$\text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} = \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{திரவ நிரலின் உயரம்}}$$

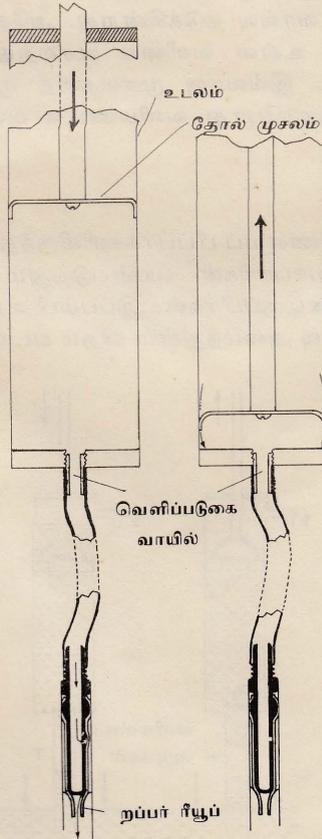
(ஆ) புகுத்தி



படம் 5.7. புகுத்தியின் செயற்பாடு

நோயாளிகளுக்கு மருந்து உட்பாய்ச்சப் பயன்படும் புகுத்தியை நாம் கண்டிருக்கிறோம். இதிலுள்ள மெல்லிய ஊசியின் கூரைத் திரவப் பாத்திரத்துள் அமிழ்த்தி முசலத்தை மேலே இழுக்கும் போது குழாயிலுள்ள வாயு அழுக்கம் குறையும் (படம் 5.7). இக் குறைவை நிரப்பதற்கு வளிமண்டல அழுக்கத்தின்மூலம் அதனுள் திரவம் தள்ளப்படும். குழாய்க்குள் அவ்வாறு திரவம் புகுந்த பின்னர் புகுத்தியை வெளியே எடுத்து ஊசியை நோயாளியின் உடலினுள் செலுத்தி முசலத்தை எதிர்த்த திசையிலே தள்ளும் போது, குழாயில் இருந்த திரவம் நோயாளியின் உடலிற் சேர்ந்து கொள்ளும்.

### சைக்கிட் பம்பி

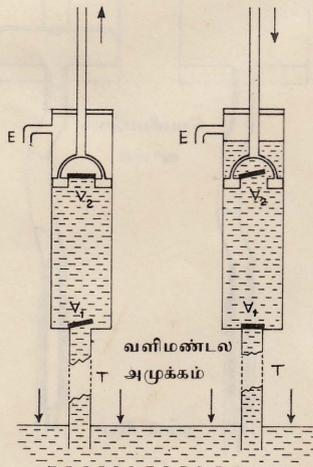


படம் 5.8

சைக்கிள் ரியூப்பினுட் காற்றடிப்பதற்குச் சைக்கிட் பம்பி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது செயற்படும் முறை, படம் 5.8 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. பம்பியின் முசலம் ஒரு தோற்கிண்ணத்தாலானது. இது ஒரு வால்வாகவும் தொழிற்படுகின்றது. ரியூப்பிலும் ஒரு வால்வு உளது. ஒரு தொடுக்கும் குழாயினுற் பம்பி இவ்வால்வுடன் இணைக்கப்படும். பம்பிக் கைப்பிடியைப் பின்னோக்கி இழுத்துப் பின்பு முன்னோக்கித் தள்ளும்போது முசலம் விரிந்து, குழாயினுள் உள்ள வளி முசலத்தைத் தாண்டி வெளியேறுவதைத் தடுக்கின்றது. கைப்பிடியை ஊன்றி அழுக்கக் குழாயினுள் உள்ள வளியின் அழுக்கம் அதிகரிக்கும். அப்போது ரியூப் வால்வு திறக்க, வளி ரியூப்பினுட் செலுத்தப்படும். அதேவேளையில், பம்பிக் குழாய் வளிமண்டல வளியினால் நிரப்பப்படும். கைப்பிடியைப் பின்னோக்கி இழுக்கும்போது ரியூப்பினுட் சென்ற வளி மீண்டும் பம்பிக்குள் வராதவாறு ரியூப் வால்வு தடுக்கின்றது. அதேவேளையில், முசலம் சுருங்கி, குழாயில் உள்ள வளியை முசலத்துக்கு முன்புறமாகச் செல்லவிடுகின்றது. இவ்வாறு முசலத்தை முன்னோக்கியும் பின்னோக்கியும் அசைக்கும்போது வளிமண்டல வளியினால் ரியூப் நிரப்பப்படுகின்றது.

### உயர்த்து பம்பி

தேங்காயெண்ணையைப் பீப்பாக்களிலிருந்து வெளியே எடுத்துக் கொள்வதற்கு வியாபாரிகள் பயன்படுத்தும் பம்பியை நீங்கள் சிலவேளைகளிற் கண்டிருப்பீர்கள். இப்பம்பி உயர்த்து பம்பி எனப்படும். இதன் வால்வு அமைந்துள்ள விதம் படம் 5.9 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



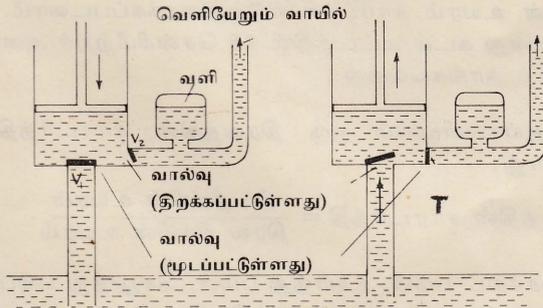
படம் 5.9. உயர்த்து பம்பியின் பகுதிகள்

பம்பியின் முசலத்தை மேலே இழுக்கும்போது பம்பிக் குழலின் கீழ் நுனியிலுள்ள வால்வு  $V_1$  திறக்கும் அதே வேளையில் முசலத்திலுள்ள வால்வு  $V_2$  மூடிக்கொள்ளும். முசலம் மேல்நோக்கிச் செல்லும்போது வால்வு  $V_1$  இற்கும் முசலத்துக்கும் இடையேயுள்ள வெளி விரிவதனால் அதனுள் இருக்கும் அழுக்கம் குறையப் பார்க்கும். அப்போது வளிமண்டல அழுக்கத்தின்மூலம் தள்ளப்பட்டு வரும் திரவமானது குழாய்  $T$  வழியே வந்து சிலிண்டரினுள் புகும். முசலத்தைச் சிலிண்டரில் மேலே கொண்டு சென்று பின்னர் இறக்கும்போது, வால்வு  $V_2$  திறந்து, வால்வு  $V_1$  மூடிக்கொள்ளும். அப்போது சிலிண்டரிலுள்ள திரவமானது வால்வு  $V_2$  இனூடாக முசலத்தினின்றும் மேலே போகும். இப்போது முசலத்தை மேல்நோக்கி இழுக்கும்போது  $V_1$  திறந்து  $V_2$  மூடுவதனால், (i) முசலத்துக்கு மேலேயுள்ள திரவமானது வெளிவழிக் குழாய்  $E$  யினூடாக வெளியே செல்லும்; (ii) குழாய்  $T$  யினூடாக மேலும் திரவம் சிலிண்டருக்குட் புகும். முசலத்தை மீண்டும் கீழ்நோக்கித் தள்ளும் போது மேலே விவரித்த செயற்பாடு மறுபடியும் நடைபெறும்.

ஆழமில்லாத கிணறுகளிலிருந்து நீரை இழுப்பதற்கும் உயர்த்து பம்பிகள் பயன்படுத்தப்படும். இங்கு, வளிமண்டல அழுக்கம் காரணமாகவே நீர் மேல்நோக்கி உயர்த்தப்படும். வளிமண்டல அழுக்கம் உயர்த்தி வைத்துக்கொள்ளத்தக்க நீர் நிரலின் உயர்வு உயரம் ஏறத்தாழ 10 மீற்றர் ஆகையால் ஓர் உயர்த்து பம்பிமூலம் நீரை இழுத்துக்கொள்ளத்தக்க அதியுயர்ந்த ஆழம் அறிமுறையாக 10 மீற்றர் ஆகும். ஆனால், நடைமுறையில் அது நீரை இழுத்துக் கொள்ளத்தக்க ஆழம் அதிலும் குறைவு. அது ஏறத்தாழ 7 மீற்றர்.

### செலுத்து பம்பி

ஒரு திரவத்தை ஆழத்திலிருந்து மேலே இழுத்துக்கொள்வதற்கு மாத்திரமன்று, அவ்வாறு இழுத்துக்கொண்ட திரவத்தை விரைவாக வெளியேற்றுதற்கும் அமைக்கப்பட்டுள்ள பம்பியே செலுத்து பம்பியாகும். படம் 5.10 இற் செலுத்து பம்பியின் பகுதிகள் காட்



படம் 5.10. செலுத்து பம்பியொன்றின் செயற்பாடு

டப்பட்டுள்ளன. உயர்த்து பம்பியில் உள்ளவாறு இங்கு முசலத் துடன் வால்வு பொருத்தப்படுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாகச் சிலின் டரின் கீழ் முனையின் ஒரு பக்கத்திலே ஒரு வால்வு  $V_2$  பொருத்தப் பட்டிருக்கும்.

முசலத்தைச் சிலின்டரின் கீழ் முனையிலிருந்து மேலே இழுக்கையில் வால்வு  $V_1$  திறந்து, வால்வு  $V_2$  மூடிக்கொள்ளும். அப்போது கிணற்றிலுள்ள நீரானது குழாய் T வழியே வந்து சிலின்டருள் புகும். சிலின்டரின் மேல் முனைவரைக்கும் இழுக்கப்படும் முசலத் தைக் கீழே தள்ளும்போது  $V_1$  மூடி  $V_2$  திறந்துகொள்ளும். அப் போது, சிலின்டரில் உள்ள நீர் விரைவாக வெளியே தள்ளப்படும். முசலத்தை மறுபடியும் மேல்நோக்கி இழுக்கும்போது  $V_1$  திறந்து  $V_2$  மூடும். அப்போது வெளியேறும் வாயிலிலிருந்து வெளியே நீர் பாய்ந்து போதலை நிற்பாட்ட வேண்டும். ஆனால், சிலின்டருக்கு வெளியே உள்ள அறைக்குள் அகப்பட்டிருக்கும் வளிமூலம் பிரயோ கிக்கப்படுகின்ற உதைப்புக் காரணமாக, வெளியேறும் வாயிலிலிருந்து நீர் மேலும் பாய்ந்து போகும். இதற்கேற்ப, தொடர்ச்சியாகப் பாயும் நீரோட்டத்தை அப்பாற் பம்புதற்குச் செலுத்து பம்பி பயன்படும்.

### பொழிப்பு

\* வாயுக்கள் தம்முடன் தொடுகையிலுள்ள பரப்புமீது அழுக்கங் களை உண்டாக்கும்.

\* கடல் மட்டத்திலே வளிமண்டல அழுக்கம் ஏறத்தாழ  $10^5 \text{ N m}^{-2}$  ஆகும். வளிமண்டலத்தில் மேல்நோக்கிச் செல்லும்போது அது படிப்படியாகக் குறையும்.

\* வளிமண்டல அழுக்கமானது, அது தாங்கிக்கொள்ளத்தக்க ஒரு திரவநிரலின் உயரம் சார்பாக எடுத்துரைக்கப்படலாம். வளி மண்டலமானது கடல் மட்டத்தில் 76 சென்ரிமீற்றர் அளவான இரச நிரலைத் தாங்கவல்லது.

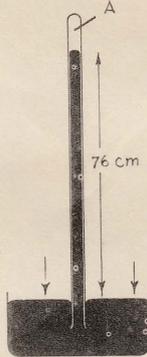
\* ஹெயர் ஆய்கருவிமூலம் ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியைக் காணும்போது,

$$\text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} = \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{திரவ நிரலின் உயரம்}}$$

\* புகுத்தி, சைக்கிட் பம்பி, உயர்த்து பம்பி, செலுத்து பம்பி ஆகியன வாயு அழுக்கத்தைப் பயன்படுத்திச் செயற்படும் உபகரணங்கள்.

பயிற்சி

1. (அ) அழுக்கம் என்றால் என்ன என்று விளக்குக.  
 (ஆ) வளி ஓர் அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கிறது என்பதைக் காட்டுதற்கு ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க.  
 (இ) வளிமண்டல அழுக்கம்  $0.1 \text{ Nm}^{-2}$ . நீரின் அடர்த்தி  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ . 4 மீற்றர் ஆழமுள்ள ஒரு குளத்தின் அடியில் அழுக்கம் யாது?
2. குறையற்ற இரசப் பாரமானியொன்று படம் 5.11 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது காட்டும் வளிமண்டல அழுக்கம் 76 இரச சென்ரிமீற்றர் ஆகும்.  
 (அ) குழாயின் இரச நிரலுக்கு மேலே என்ன உள்ளது?  
 (ஆ) பாரமானியைச் சற்றுச் சரித்தால், இரச நிரலின் உயரம் எங்ஙனம் மாறும்?  
 (இ) இரசத்துக்குப் பதிலாக, இரசத்தின் அடர்த்தியின்  $\frac{1}{2}$  அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தைப் பயன்படுத்தி இப்பாரமானி அமைக்கப்பட்டிருப்பின், அதன் திரவ நிரலின் உயரம் எவ்வளவு?



படம் 5.11

3. (அ) ஐதரசன் நிரம்பிய ஒரு சிறிய பலூன் வளிமண்டலத்தில் மேல்நோக்கிக் கிளம்பும்போது ஊதி வெடிக்கிறது. இதற்குரிய காரணங்கள் யாவை?  
 (ஆ)  $1 \text{ பார்} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  ஆயின், 76.0 இரச சென்ரிமீற்றர் அழுக்கத்தை பாரில் எடுத்துரைக்க. (இரசத்தின் அடர்த்தி =  $13600 \text{ kg m}^{-3}$ .)
4. ஒரு முனையில் அடைக்கப்பட்ட கண்ணாடி மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றில் உள்ள 10 சென்ரிமீற்றர் நீளமான ஓர் இரச நிரலின்

மூலம் அக்குழாயில் ஒரு வாயுத் திணிவு அகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பாரமானியின் வாசிப்பு 75.0 இரச சென்ரிமீற்றராயின், மயிர்த்துளைக் குழாயை,

(அ) கிடையாக வைக்கும்போது,

(ஆ) அதன் திறந்த முனை மேல்நோக்கி இருக்குமாறு நிலைக்குத் தாக வைக்கும்போது,

(இ) அதன் திறந்த முனை கீழ்நோக்கி இருக்குமாறு நிலைக்குத் தாக வைக்கும்போது,

அதனுள் அகப்பட்டுள்ள வளித் திணிவின் அழுக்கத்தை இரச சென்ரிமீற்றரிற் காண்க.

Alton



ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରବେଶ 10 - 1