

# மனவன் பெளதிகம்

PHYSICS FOR G.C.E.(O.L.) STUDENTS

முதலாம் வகுப்புக்குரிய நூல்



சுருதுகரர் & பதிமதர்



M. Rajamohan  
PHYSICS  
10E

# மாணவர் பௌதிகம்

(முதலாம் வருடத்துக்குரிய பாகம்)

★

Premakumary M.

க. பொ. த. ப. (சாதாரணதர) வகுப்புக்குரியது

*M. Rajamohan*

★

Physics for G. C. E. (O. L) Students

ஆசிரியர்கள்:

திரு. அ. கருணாசர், B. Sc. (Lond.)

யாழ். இந்துக் கல்லூரி  
யாழ்ப்பாணம்.

திரு. மு. பத்மநாபன், B. Sc. (Cal.)

வட்டு. இந்துக் கல்லூரி  
வட்டுக்கோட்டை.

திருத்திய பதிப்பு: தை 1969

(வகைய யரிக்குப்பம் (ரகசாரம்) ய. த. ரா. ம. த.)

செய்திய பதிப்பு

\*

செய்திய பதிப்பு

செய்திய பதிப்பு (ரகசாரம்) ய. த. ரா. ம. த.

அச்சுப்பதிப்பு.

நாமகள் அச்சகம், யாழ்ப்பாணம்.

Printed for C. E. (O. M.) Srinivasan

செய்திய பதிப்பு

உரிமை: ஆசிரியர்களுக்கே

விலை ரூபா 4-96

## மு க வ ரை

இந்நூல் க. பொ. த. ப. சாதாரணதர வகுப்புகளுக்குரிய புதிய பெளதிக பாடத்திட்டத்திற் கமையுமாறு எழுதப்பட்டுள்ளது. தமிழில் விஞ்ஞானம் கற்கும் மாணவர்களுக்கு, இப் புதிய திட்டத்திற் கமைய எழுதப்பட்ட பெளதிக நூலொன்றும் இல்லாததனை உணர்ந்து நாம் இந்நூலை எழுதியுள்ளோம். இந்நூலில் முதலாம் வருடத்துக்குரிய பாடங்களும் விஞ்ஞான கணிதமும் இடம்பெறுகின்றன.

அனுபவம்மிக்க ஆசிரியர்கள் பலரின் ஆலோசனைகளைக் கருத்திற்கொண்டு இப்புதிய பதிப்பில் மாணவர்கள் இலகுவில் விளங்கிக்கொள்ளக்கூடிய முறையில் மேலும் பல விளக்கப்படங்களும், சில மாற்றங்களும், விளக்கக் குறிப்புகளும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு அலகையும் நன்கு கற்றபின், மாணவர்கள் தம் அறிவை உறிதிப்படுத்துவதற்கேற்றவாறு, கல்வி அறிவின் புதிய அளவை முறைகளைப் பின்பற்றி, கட்டுரை முறை வினாக்களும், தேர்வு வினாக்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் மாணவர்கள் எளிதில் பயிற்சி பெற்றுத் தேர்ச்சியடைவதற்கு, இது ஒரு சிறந்த நூலாக அமையுமென்பது எம்துணிபு.

இந்நூலில் வரும் படங்கள் யாவற்றையும் மிகச் சீரிய முறையில் வரைந்துதவிய திரு. சி. பரமானந்தம் (ஆசிரியர், யாழ் இந்துக் கல்லூரி) அவர்களுக்கும், ஆக்கபூர்வமான ஆலோசனைகளைத் தந்து உதவிய ஆசிரியர்களுக்கும் எம் நன்றி உரித்தாகுக. இந்நூலை வெளியிடுவதற்கு அனுமதியளித்த கல்வி, கலாச்சார அமைச்சின் நிரந்தரக் காரியதரிசி அவர்கட்கும், க. பொ. த. ப. சாதாரணப் பரீட்சை வினாக்களை, இந்நூலில் இணைப்பதற்கு அனுமதியளித்த பரீட்சைப் பகுதி ஆணையாளருக்கும் எங்கள் நன்றி என்றும் உரியது. இந்நூலை மிகத்திறம்பட அச்சிட்டுத்தந்த நாமகள் அச்சகத்தாருக்கும் எமது நன்றி உரித்தாகுக.

தமிழில் விஞ்ஞானம் கற்கும் மாணவ உலகம் இந்நூற்றொகுதியினால் பெரும் பயன் அடையும் என்பது எமது உறுதியான நம்பிக்கை.

## பொருளடக்கம்

பக்கம்

- அலகு 1: விஞ்ஞானத்தின் இயல்பு, அளவைகள், அடர்த்தி, தன்னீர்ப்பு. திரவ அழுக்கம், வளியழுக்கம். 1—26
- அலகு 2: ஆக்கிமிடசின் தத்துவம், மிதத்தல், நீர் மானிகள், மேற்பரப்பிழுவிசை. 27—44
- அலகு 3: வெப்பநிலை, வெப்பமானிகள், திண்மங்களின் விரிவு, நீரின் விரிவு 45—70
- அலகு 4: சத்தியின் ஒரு ரூபமாக வெப்பம், வெப்பச் செலுத்துகை, கலோரியளவியல், மறை வெப்பம். 71—97
- அலகு 5: ஆவியாதல், நிரம்பிய ஆவியும் நிரம்பாத ஆவியும், ஆவியழுக்கம், தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதி, ஈரப்பதனியல். 98—114
- அலகு 6: ஒளி, ஒளிநேர்கோட்டிற் செல்லுதல், கிரகணங்கள், ஒளித்தெறிப்பு. 115—134
- அலகு 7: ஒளிமுறிவு, அரியம், நிறப்பிரிக்கை. 135—163
- அலகு 8: வில்லைகள் 164—185
- அலகு 9: கோளவாடிகள், ஒளியியற் கருவிகள், ஒளியின் வேகம். 186—222
- அலகு 10: வாயுக்களின் விதிகள். 223—243
- விஞ்ஞான கணிதம் 249—

# மாணவர் பௌதிகம்

## அலகு 1

விஞ்ஞானத்தின் இயல்பு, அளவைகள், அடர்த்தி, தன்வீர்ப்பு, திரவ அழுக்கம், வளியழுக்கம்.

விஞ்ஞானத்தின் இயல்பு

ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட... கல்வி அறிவை விஞ்ஞானம் எனலாம். எம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பொருட்களின் இயல்பையும், அவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் கவனமாக அவதானித்து ஆராய்ந்த தன் பயனாகவே இயற்கை விஞ்ஞானம் பெரிதும் வளர்ச்சியடைந்தது. இயற்கையை ஆளும் விதிகளை அறிவதற்கும், ஆளுவதற்கும் வேண்டிய அறிவைத் தருவது விஞ்ஞானமாகும். இவ் விஞ்ஞான அறிவை உயிரியல் விஞ்ஞானம், பௌதிக விஞ்ஞானம் என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

உயிருள்ளவற்றைப் பற்றிய அறிவைத் தருவது உயிரியல் விஞ்ஞானம் என்றும், சடப் பொருட்களின் இயல்பையும், குணங்களையும் பற்றிய அறிவைத் தருவது பௌதிக விஞ்ஞானம் என்றும் சொல்லப்படும். பௌதிக விஞ்ஞானத்தில் பௌதிகவியல், இரசாயன வியல் என இரு அடிப்படைப் பிரிவுகளுண்டு.

வெளியை அடைத்துக் கொள்ளும் தன்மையும், நிறையும் உள்ளவை எல்லாம் சடப்பொருட்கள் எனப்படும். உதாரணமாக கல், மேசை, நீர், வாயு முதலியவையெல்லாம் சடப்பொருட்களாகும் ஒரு பொருளிலுள்ள சடத்தின் அளவு அதன் தீணிவு எனப்படும். வெப்பம், மின்சாரம், ஒளி, ஒலி போன்றவை சடப் பொருட்கள் போல் வெளியை அடைத்துக் கொள்ளும் தன்மையோ, நிறையோ இல்லாதவையாகும். இவை சத்தியின் பல தோற்றங்களாகும். சடப் பொருட்களில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவது சத்தி எனப்படும்.

வெப்பச் சத்தி நீரை ஆவியாக்கும், மின்சத்தி மின் விசிறிகளை சுழலச் செய்கிறது, மின்மோட்டர்களை இயக்குகிறது. மின் கலங்களில் இரசாயன சத்தி மின்சத்தியாக மாற்றப்படுகிறது. சடத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு எல்லாம் மூலகாரணமாயிருக்கும் சத்தியைப் பற்றிய கல்வியே பௌதிகவியல் ஆகும்.

## அளவைகள்

விஞ்ஞான அறிவைப் பெறுவதற்குப் பொருட்களையும் அவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் பற்றிய திட்டமான தகவல்களைக் கூடியளவு திருத்தமாக அளவிட்டுக் கணிக்கவேண்டியது அவசியமாகும். பேளதிகவியலுக்கு அளத்தல் அத்திவாரமாய் அமைந்துள்ளது.

எல்லாக் கணியங்களுக்கும் ஆதாரமாயிருக்கும் நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகிய மூன்றும் முதற் கணியங்கள் எனப்படும். இவற்றை அளவிடப் பயன்படும் முதல் அலகு முறைகள் இருவகைப்படும். இம் முறைகளையும், முதலலகுகளையும் பின்வரும் அட்டவணை காட்டுகின்றது.

அளவை முறை	நீளம்	திணிவு	நேரம்
பிரித்தானிய முறை அல்லது அ. இ. செ. முறை	அடி	இரூத்தல்	செக்கன்
மீற்றர் முறை அல்லது ச. கி. செ. முறை	சதம மீற்றர்	கிராம்	செக்கன்

## நீளமுதலலகுகள்

அடி:— வெண்கலச் சட்டமொன்றில் பதித்த தங்கச் செருகிகள் இரண்டில் பொறிக்கப்பட்ட இரு அடையாளங்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் 62° F இல் 1 யார் ஆகும் என பிரித்தானிய நாடாளுமன்றம் 1844 இல் சட்டரீதியாக நிர்ணயித்தது. இதன்  $\frac{1}{3}$  பாகம் 1 அடி எனப்படுகிறது. யார்ச் சட்டத்தின் மூலப்பிரதி பிரித்தானிய வணிகச் சங்கத்தின் பாதுகாப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

சதமமீற்றர்:— பாரிசு நகரிலுள்ள நியம அளவை அலுவலகத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பிளாற்றின—இரிடியச் சட்டம் ஒன்றில் வரையப்பட்டிருக்கும் இரு அடையாளங்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் பனியின் உருகுநிலையில் (0°C) ஒரு நியம மீற்றர் எனப்படும். இதன்  $\frac{1}{100}$  பாகம் சதம மீற்றர் ஆகும்.

நீள அலகுகளின் அடிவந்த மற்றைய அலகுகள் பின்வருமாறு:

பிரித்தானிய முறை	மீற்றர் முறை
12 அங்குலம் = 1 அடி	10 மில்லிமீற்றர் = 1 சதமமீற்றர்
3 அடி = 1 யார்	100 சதமமீற்றர் = 1 மீற்றர்
5280 அடி = 1 மைல்	1000 மீற்றர் = 1 கிலோமீற்றர்

1 அங்குலம்	=	2.54 சதம மீற்றர்
1 மீற்றர்	=	39.37 அங்குலம்
1 கிலோமீற்றர்	=	0.62 மைல்

திணிவு முதலலகுகள்

இரூத்தல்:— பிரித்தானிய வணிகச் சங்கத்தின் காப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பிளாற்றினக் குற்றி ஒன்றின் திணிவு ஓர் இரூத்தல் என நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

கிராம்:— பரிசு நகரிலுள்ள நியம அளவை அலுவலகத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பிளாற்றின—இரிடியக்குற்றி ஒன்றின் திணிவு 1 கிலோ கிராம் என நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இது 4°C இல் 1000 க. சமீ. தூயநீரின் திணிவுக்குச் சமமான திணிவுடையதாக அமைக்கப்பட்டது. இதன்  $\frac{1}{1000}$  பாகத்தின் திணிவே 1 கிராம். அதாவது 0°C இல் 1 க. சமீ. தூயநீரின் திணிவு 1 கிராம்.

திணிவலகுகளின் அடிவந்த மற்றைய அலகுகள்

பிரித்தானிய முறை	மீற்றர் முறை
16 அவன்ஸ் = 1 இரூத்தல்	1000 மில்லிகிராம் = 1 கிராம்
112 இரூத்தல் = 1 அந்தர்	1000 கிராம் = 1 கிலோ கிராம்
20 அந்தர் = 1 தொன்	

1 இரூத்தல்	=	453.59 கிராம்
1 கிலோ கிராம்	=	2.2 இரூத்தல்

நேரமுதலலகு

இரு அலகு முறைகளிலும் நேரத்தின் அலகு செக்கன்.

செக்கன்:—

பூமி தன் அச்சுப்பற்றி ஒரு முறை சுழலச் செல்லும் நேரத்தின் 86400 பங்கு ஒரு செக்கன் ஆகும். இதன் அடிவந்த மற்றைய அலகுகள் பின்வருமாறு:

60 செக்கன்	= 1 நிமிடம்
60 நிமிடம்	= 1 மணித்தியாலம்
24 மணித்தியாலம்	= 1 நாள்

கனவளவு.

ஒரு சடப்பொருள் அடைத்துக்கொள்ளும் வெளியின் அளவு கனவளவு எனப்படும்.

1 அலகு நீளம், 1 அலகு அகலம், 1 அலகு உயரமுள்ள ஒரு பெட்டி அடைத்துக்கொள்ளும் வெளியின் கனவளவு ஒரு கன அலகு ஆகும்.

கனவளவு கலன், கனசதமமீற்றர், கன அடி, பாயி அவன்ஸ், இலீற்றர் முதலிய அலகுகளால் அளவிடப்படுகின்றது.

பின்வரும் அட்டவணை இரு அலகு முறைகளிலும் வரும் கன அலகுகளைக் காட்டுகின்றது.

மீரித்தரவிய முறை	மீற்றர் முறை
20 பாயி அவன்ஸ் = 1 பைந்து	1000 க. சமீ. = 1 இலீற்றர்
2 பைந்து = 1 குவாட்	1000 இலீற்றர் = 1 கனமீற்றர்
4 குவாட் = 1 கலன்	

இரு அளவைமுறைகளிலும் மீற்றர்முறை சிறந்தது. இம்முறையில் அலகுகளெல்லாம் தசாம்ச முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஒரு அலகில் அளவிடப்பட்ட கணியம் ஒன்றை அதிலும் உயர்ந்த அல்லது தாழ்ந்த அலகுக்கு மாற்றுவதற்குத் தசமபுள்ளியை இடம் மாற்றுவதே போதியதாகும் (உ-ம்:— 748 மிமீ. = 74.8 சமீ.) ஆகவே விஞ்ஞான அளவைகளெல்லாம் அநேகமாக மீற்றர் முறையிலே கணிக்கப்படுகின்றன.

கனவளவு கணித்தல்

1. ஒழுங்கான வடிவுடைய திண்மங்களின் கனவளவை அவற்றின் பரிமாணங்களை அளந்து இலகுவில் பின்வருமாறு கணிக்கலாம்.

பொருள்	கனவளவு
1. செவ்வகக் குற்றி	நீளம் × அகலம் × உயரம்
2. உருளை	$\pi r^2 h$ $\left( \begin{array}{l} r = \text{ஆரை} \\ h = \text{உயரம்} \end{array} \right)$
3. கோளம்	$\frac{4}{3} \pi r^3$ ( $r = \text{ஆரை}$ )

2. திரவங்களின் கனவளவை அளவுச்சாடியில் ஊற்றி அளவிடலாம்.

3. ஒழுங்கற்ற வடிவுடைய திண்மங்களின் கனவளவைத் துணிவதற்கு அளவுச்சாடியொன்றை அரைவாசிவரை நீரால் நிறைத்துக் கனவளவைக் குறித்துக் கொள்க. பொருளை அதனுள் அமிழ்த்தியபின்னும் கனவளவைக் குறித்துக்கொள்க. இரண்டினதும் வித்தியாசம் பொருளின் கனவளவைத் தரும்.

### அடர்த்தி

ஒரு க. சமீ. கனவளவுடைய நீர், இரசம், இரும்பு, தக்கை தங்கம் போன்ற பதார்த்தங்களை எடுத்து நிறுத்தால் அவற்றின் திணிவுகள் முறையே 1 கி., 13.6 கி., 7.8 கி., 0.3 கி., 19.8 கி. ஆக இருப்பதைக் காணலாம். இவ்வாறே ஒவ்வொரு பதார்த்தமும் ஒவ்வொரு பெறுமானம் உள்ளதாய் இருக்கின்றது. ஒரு பதார்த்தத்தின் திணிவுக்கும் அதன் கனவளவிற்கும் உள்ள தொடர்பையே அடர்த்தி குறிக்கிறது. ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியிலிருந்து அது என்ன பதார்த்தம் என ஓரளவிற்கு ஊகித்து அறியலாம்.

ஒரு கனஅலகு கனவளவுடைய ஒரு பதார்த்தத்தின் திணிவு அதன் அடர்த்தி எனப்படும்.

$$10 \text{ க. சமீ. வெள்ளியின் திணிவு } 105 \text{ கிராம் ஆயின்} \\ \text{அதன் அடர்த்தி} = \frac{105}{10} \text{ கி/க. சமீ.}$$

$$V \text{ க. சமீ. பொருளொன்றின் திணிவு } M \text{ கி. ஆயின்} \\ \text{அதன் அடர்த்தி } D = \frac{M}{V} \text{ கி/க. சமீ.}$$

அடர்த்தி பொதுவாக கிராம் / க. சமீ. என மீற்றர் முறையிலும் ஐரோ/க. அடி எனப் பிரித்தானிய-முறையிலும் குறிக்கப்படுகின்றது.

தன்னீர்ப்பு அல்லது சாரடர்த்தி

கனவளவை அளவிடுவதிலும் பார்க்கக் கூடிய திருத்தமாகத் திணியை அளவிடலாம். இதனால் ஒரு பதார்த்தத்தின் திணிவுக்கும் கனவளவிற்கும் உள்ள தொடர்பைத் துணிதற்குப் பதிலாக அப்பொருளின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவுள்ள நீரினது திணிவுக்கும் உள்ள விகிதத்தைத் துணிதலும் ஒரு வழமையாகிவிட்டது. இவ்விகிதம் தன்னீர்ப்பு எனப்படும்.

ஒரு பதார்த்தத்தின் திணிவுக்கும்  $4^{\circ}\text{C}$  இலிலுள்ள அதே கனவளவு தூய நீரின் திணிவுக்கும் உள்ள விகிதம் தன்னீர்ப்பு எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{தன்னீர்ப்பு} &= \frac{V \text{ கனஅலகு பொருளின் திணிவு}}{V \text{ கனஅலகு நீரின் திணிவு } (4^{\circ}\text{C இல்)}} \\ &= \frac{1 \text{ கனஅலகு பொருளின் திணிவு}}{1 \text{ கனஅலகு நீரின் திணிவு } (4^{\circ}\text{C இல்)}} \\ &= \frac{\text{பொருளின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}} \end{aligned}$$

எனவே பொருளொன்றின் தன்னீர்ப்பை சாரடர்த்தி என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. மேலும் இது, ஒரு பதார்த்தம் அதே கனவளவுள்ள நீரிலும் பார்க்க எத்தனை மடங்கு திணிவுடையது என்பதைக் குறிக்கிறது. ஆதலால் இதற்கு அலகுகள் இல்லை.

மீற்றர் முறையில் 1 க. சமீ. நீரின் திணிவு 1 கிராம். ஆதலால் இம்முறையில் ஒரு பதார்த்தத்தின் தன்னீர்ப்பும் அடர்த்தியும் எண்ணளவில் சமமாகும்.

உதாரணம்:

$$\begin{aligned} 1 \text{ க. சமீ. நீரின் திணிவு} &= 1 \text{ கி.} \\ \text{நீரின் அடர்த்தி} &= 1 \text{ கி/க. சமீ.} \\ 1 \text{ க. சமீ. வெள்ளியின் திணிவு} &= 10.5 \text{ கி.} \\ \text{வெள்ளியின் அடர்த்தி} &= 10.5 \text{ கி/க. சமீ.} \\ \text{வெள்ளியின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{1 \text{ க.சமீ. வெள்ளியின் திணிவு}}{1 \text{ க. சமீ. நீரின் திணிவு}} \\ &= \frac{10.5 \text{ கி.}}{1 \text{ கி.}} = 10.5 \end{aligned}$$

பிரித்தானிய முறையில் 1 க. அடி நீரின் திணிவு 62.5 இரூத் தலாகும். எனவே அடர்த்தியும் தன்னீர்ப்பும் எண்ணளவிலும் வித்தியாசமாகும். ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியின் பெறுமானம் அதன் தன்னீர்ப்பை 62.5 ஆற் பெருக்கிப் பெறப்படும்.

உதாரணர்:

$$1 \text{ க. அடி நீரின் திணிவு} = 62.5 \text{ இரூ.}$$

$$1 \text{ க. அடி வெள்ளியின் திணிவு} = 656.25 \text{ இரூ.}$$

$$\therefore \text{வெள்ளியின் அடர்த்தி} = 656.25 \text{ இரூ/க. அடி}$$

$$\begin{aligned} \text{வெள்ளியின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{1 \text{ க. அடி வெள்ளியின் திணிவு}}{1 \text{ க. அடி நீரின் திணிவு}} \\ &= \frac{656.25 \text{ இரூ.}}{62.5 \text{ இரூ.}} = 10.5 \end{aligned}$$

இரு அலகு முறைகளிலும் ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியின் பெறுமானம் வித்தியாசமாயினும், தன்னீர்ப்பின் பெறுமானம் மாறாது.

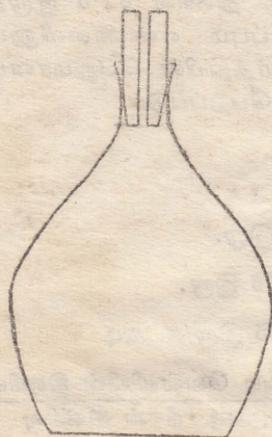
ஒரு திண்மத்தின் அடர்த்தியைத் துணிதல்

தரப்பட்ட திண்மத்தின் திணிவு M ஐ ஒரு தராசில் நிறுத்து அறிக. அது ஒழுங்கான அமைப்புடையதாயின் அதன் பரிமாணங்களைத் திருத்தமாக அளந்து கனவளவு V ஐக் கணிக்க.

$$\text{அப்பதார்த்தத்தின் அடர்த்தி} = \frac{M}{V} \text{ கி/க. சமீ.}$$

தரப்பட்ட திண்மம் ஒழுங்கற்ற அமைப்புடையதாயின், அதன் கனவளவைக் காண அளவுச் சாடியை உபயோகிக்கலாம். சுத்தமான அளவுச் சாடி ஒன்றை அரைவாசிவரை நீரினால் நிரப்பி அதன் கனவளவு  $V_1$  ஐக் குறிக்க. பின் அத்திண்மத்தை அதனுள் மெதுவாக இட்டு, அது முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும் போது, நீரின் மட்டம்  $V_2$  ஐக் குறிக்க. கனவளவில் ஏற்பட்ட வித்தியாசம்  $(V_2 - V_1)$  அப்பொருளின் கனவளவாகும்.

$$\therefore \text{அதன் அடர்த்தி} = \frac{M}{V_2 - V_1} \text{ கி/க.சமீ.}$$



படம் 1.

தன்னீர்ப்புப் போத்தல்.

குறித்த வெப்பநிலையில் குறித்த கனவளவுள்ள தூய நீரைக் கொள்ளத் தக்கதாக தன்னீர்ப்புப் போத்தல் (படம் 1) அமைக்கப்படுகின்றது. இதன் வாய் நுண்துளைக் கண்ணாடி அடைப்பினால் மூடப்படுகின்றது. இதனால் இப்போத்தலை நிரப்பும் திரவங்களின் கனவளவு சமனாக இருக்கின்றது. தன்னீர்ப்புப் போத்தல் திரவங்களினதும், தூளாக அல்லது சிறுதுண்டுகளாக இருக்கும் திண்மங்களினதும் தன்னீர்ப்பைக் காண்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

தன்னீர்ப்புப் போத்தலைப் பாவித்துத் திரவங்களின் அடர்த்தி, தன்னீர்ப்பு ஆகியவற்றைத் துணிக்.

சுத்தமான, உலர்ந்த வெற்றுத் தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றின் திணிவு  $M$  ஒரு பொதுத்தராசில் அல்லது விற்றராசில் நிறுத்தற்க. தரப்பட்ட திரவத்தினால் போத்தலை வாயுக்குமிழிகளின்றி நிரப்பி, மூடி, புறப்பக்கத்தைத் துடைத்தபின் அவற்றின் திணிவு  $M_1$  ஐக் காண்க. திரவத்தை வெளியே ஊற்றி, போத்தலை சுத்தம் செய்து உலர்த்தியபின் நீரினால் நிரப்பி, மூடி, புறத்தைத் துடைத்தபின், அவற்றின் திணிவு  $M_2$  ஐக் காண்க.

போத்தலை நிரப்பும் திரவத்தின் திணிவு  $= M_1 - M$  கிராம்

,, ,, நீரின் ,,  $= M_2 - M$  ,,

∴ போத்தலின் கனவளவு ,,  $= (M_2 - M) \text{ க.ச.மீ.}$

எனவே திரவத்தின் அடர்த்தி  $= \frac{\text{திரவத்தின் திணிவு}}{\text{அதன் கனவளவு}}$

$$= \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \text{ கி/க. சமீ.}$$

திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு  $= \frac{\text{திரவத்தின் திணிவு}}{\text{அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவு}}$

$$= \frac{M_1 - M}{M_2 - M}$$

3. நீரில் கரையாத திண்மங்களின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

மணல் போன்ற நீரிற் கரையாத பொருளொன்று தரப்படின், முதலில் அதன் திணிவு  $M_1$  ஐ தராசுத் தட்டில் வைத்து நிறுத்தறிக. சுத்தமான தன்னீர்ப்புப் போத்தலொன்றை நீரினால் நிரப்பி அதே தட்டில் பொருளினருகே வைத்து திணிவு  $M_2$  ஐ அறிக. பின்பு அப் பொருளைப் போத்தலுக்குவிட்டு, மூடி, வெளியேறும் திரவத்தைத் துடைத்தபின் நிறுத்து அவற்றின் திணிவு  $M_3$  ஐ அறிக.

பொருளின் திணிவு =  $M_1$  கிராம்  
 பொருள் இடம் பெயர்க்கும் நீரின் திணிவு =  $M_2 - M_3$  கி.

$$\therefore \text{பொருளின் தன்னீர்ப்பு} = \frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவு}}$$

$$= \frac{M_1}{M_2 - M_3}$$

4. நீரில் கரையும் திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

கற்கண்டு போன்ற நீரில் கரையும் ஒரு பதார்த்தத்தின் தன்னீர்ப்பை, அதைக் கரைக்காத, தெரிந்த தன்னீர்ப்புடைய மண்ணெண்ணெய் போன்ற ஒரு திரவத்தை உபயோகித்துக் காணலாம்.

கற்கண்டின் திணிவு  $M$ ஐ நிறுத்தறிக. சுத்தமான தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றை மண்ணெண்ணெயினால் நிரப்பிக் கற்கண்டினருகே வைத்து இரண்டினதும் திணிவு  $M_1$  ஐ அறிக. கற்கண்டைப் போத்தலுக்குள் இட்டு மூடி, வெளியேறும் திரவத்தைத் துடைத்தபின் மீண்டும் நிறுத்துத் திணிவு  $M_2$  ஐ அறிக.

கற்கண்டின் திணிவு =  $M$  கி.

அது இடம்பெயர்த்த மண்ணெண்ணெயின் திணிவு =  $M_1 - M_2$  கி.

$$\text{கற்கண்டின் தன்னீர்ப்பு} = \frac{\text{கற்கண்டின் திணிவு}}{\text{அதே கனவளவு நீரின் திணிவு}}$$

$$= \frac{\text{கற்கண்டின் திணிவு}}{\text{இடம் பெயர்த்த ம. எ. யின் திணிவு}} \times$$

$$\frac{\text{இடம் பெயர்த்த ம. எ. யின் திணிவு}}{\text{அதே கனவளவு நீரின் திணிவு}}$$

$$= \frac{M}{M_1 - M_2} \times \text{ம. எ. யின் தன்னீர்ப்பு}$$

உதாரணங்கள் :

1. ஒரு வெற்றுத் தன்னீர்ப்புப் போத்தலின் நிறை 26.54 கி. அதனை நீரால் நிரப்பியபின் நிறை 76.68 கி; பின் ஒரு திரவத் தால் நிரப்பியபொழுது நிறை 70.63 கி; திரவத்தின் தன்னீர்ப்பை அறிக.

$$\begin{aligned} \text{திரவத்தின் நிறை} &= 70.63 - 26.54 = 44.09 \text{ கி.} \\ \text{நீரின்} &= 76.68 - 26.54 = 50.14 \text{ கி.} \\ \therefore \text{திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{44.09}{50.14} = 0.88 \end{aligned}$$

2. நீர் நிரம்பிய தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றின் நிறை 40 கி. அதற்குள் 8 கி. நிறையுடைய சிறு உலோகத் துண்டுகளைப் போட்டு மூடி நிறுத்தபோது அவை 47 கி. நிறுத்தன. உலோகத்தின் தன்னீர்ப்பை பென்ன?

$$\begin{aligned} \text{உலோகத்தின் நிறை} &= 8 \text{ கி.} \\ \text{பொருள் இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை} &= (40 + 8) - 47 = 1 \text{ கி.} \\ \therefore \text{உலோகத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{8}{1} = 8 \end{aligned}$$

3. தேப்பந்தைன் நிரம்பிய தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றின் நிறை 45.32 கி. அதற்குள் 10.18 கி. நிறையுடைய பளிங்குத் தூளைப் போட்டு நிறுத்தபொழுது அதன் நிறை 51.48 கி. ஆகியது. தேப்பந்தைனின் தன்னீர்ப்பு 0.88 ஆயின், பளிங்கின் தன்னீர்ப்பை பென்ன?

$$\begin{aligned} \text{பளிங்கின் நிறை} &= 10.18 \text{ கி.} \\ \text{பளிங்கு இடம்பெயர்த்த தேப்பந்தைனின் நிறை} &= 45.32 + 10.18 - 51.48 \\ &= 4.02 \text{ கி.} \\ \text{தேப்பந்தைனின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{\text{தேப்பந்தைனின் நிறை}}{\text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{4.02}{\text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} \\ 0.88 &= \frac{4.02}{\text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} \\ \therefore \text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை} &= \frac{4.02}{0.88} \text{ கி.} \\ \therefore \text{பளிங்கின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{10.18}{4.02} \times 0.88 \\ &= 2.23 \end{aligned}$$

திரவத்தின் அழுக்கம்

விசை: எல்லாப் பொருட்களையும் பூமி தன் மையத்தை நோக்கிக் கவர்ந்து இழுக்கிறது. இவ்விழுவை ஒருவித விசையாகும்.

இவ்விசை புவியீர்ப்பு விசையெனப்படும். பூமியின் கவர்ச்சியினால் ஒரு திணிவில் ஏற்படும் இழுவை அத்திணிவின் நிறையெனப்படும். வண்டிகளைத் தள்ளும்போதும், அவற்றைக் கயிறுசுட்டி இழுக்கும் போதும், சுமைகளைத் தூக்கும்போதும் விசை தொழிற்படுகின்றது.

ஒரு பொருளை இயக்குவதற்கு, நிறுத்துவதற்கு அல்லது அதன் இயக்கத்தை மாற்றுவதற்கு முயலும் ஒரு இழுவை அல்லது தள்ளுகை விசையெனப்படும்.

### விசை அலகுகள்

பூமி ஓர் இரூத்தல் திணிவை ஓர் இரூத்தல் விசையோடு இழுக்கின்றது, ஒரு கிலோகிராம் திணிவை ஒரு கிலோகிராம் விசையுடன் இழுக்கின்றது. பொதுவாக இரூத்தல், கிராம், கிலோ கிராம் போன்ற அலகுகள் புவியீர்ப்பு விசையை மட்டுமன்றி, மற்ற விசைகளையும் குறிப்பிடப் பயன்படுகின்றன. உதாரணமாக ஒரு கயிற்றில் தொழிற்படும் இழுவிசை 50 இரூத்தல் நிறைக்குச் சமனாயிருக்கலாம்.

இவற்றைவிட விசையை அளவிடுதற்கு மிகச்சிறிய அலகுகளும் இருக்கின்றன. அவையாவன தைன், இரூத்தலி.

### பொதுவாக

ஒரு கிராம் விசை = 980 தைன்கள்

ஓர் இரூத்தல் விசை = 32 இரூத்தலிகள்

விசைகளை அளவிட விற்றராசுகள் பயன்படுகின்றன. இவை பொதுவாக நிறைகளை மட்டுமன்றி ஒரு கயிற்றில் ஏற்படும் இழுவை போன்றவற்றையும் அளவிடப் பயன்படுகின்றன.

ஒரு 10 இரூத்தல் நிறையைக் கையில் வைத்தால், அது கையை 10 இரூத்தல் விசையோடு கீழே தள்ளும். இதனை மேசையில் வைத்தால் அதே தாக்கத்தை மேசையிலும் அது ஏற்படுத்தும். இத்தாக்கம் உதைப்பு எனப்படும். மேசையில் ஏற்படும் மறு தாக்கம் உதைப்புக்குச் சமமாயின், பொருள் சமநிலையிலிருக்கும். இந் நிறையின் அடித்தளத்தின் பரப்பு 5 ச. அங்குலம் ஆயின், அது மேசையில் முட்டிக்கொண்டிருக்கும் 5 ச. அங்குலப் பரப்பிலும் ஏற்படுத்தும் தாக்கம் 10 இரூத்தலாகும். எனவே ஒவ்வொரு சதுர அங்குலத்திலும் ஏற்படும் தாக்கம்  $\frac{10}{9} = 2$  இரூத்தலாகும். இதனை மேசையில் ஏற்பட்ட அழுக்கம் என்கிறோம்.

அழுக்கம்

ஒரு தளத்தின் ஒவ்வொரு சதுர அலகுப் பரப்பிலும் செங்குத்தாகத் தாக்கும் விசை அழுக்கம் எனப்படும்.

முழுத்தாக்கம் அல்லது உதைப்பு = அழுக்கம்  $\times$  பரப்பு

$$\therefore \text{அழுக்கம்} = \frac{\text{உதைப்பு}}{\text{பரப்பு}}$$

அழுக்கம் P எனவும், உதைப்பு F எனவும், பரப்பு A எனவும் கொள்ளப்படும்பொழுது  $P = \frac{F}{A}$  ஆகும்.

உதாரணம்:-

10 இரூத்தல் மரக்குற்றியொன்று 30 ச. அங்குலப் பரப்பில் தாங்கப்படுகிறது. அப்பரப்பில் ஏற்படும் (1) உதைப்பு (2) அழுக்கம் ஆகியவற்றைக் கணிக்க.

(1) உதைப்பு = 10 இரூத்தல்

(2) அழுக்கம் =  $\frac{10}{30} = \frac{1}{3}$  இரூ/ச. அங்.

அழுக்க அலகு பொதுவாக விசை அலகு, பரப்பலகு ஆகியவற்றிற்கேற்ப அமையும். அழுக்கத்தை பின்வரும் அலகுகளால் குறிக்கலாம்.

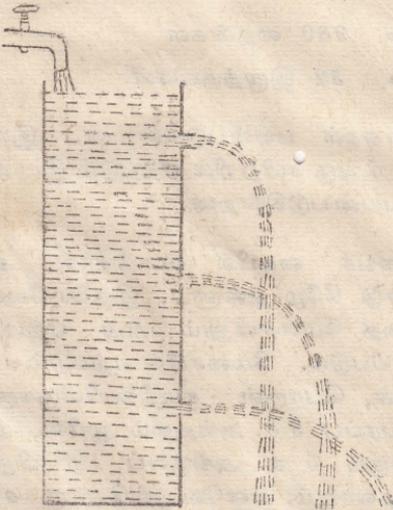
(1) இரூத்தல்/ச. அங்.

(2) இரூத்தலி/ச. அங்.

(3) கிராம்/ச. சமீ.

(4) தைன்/ச. சமீ.

திரவ அழுக்கமும் ஆழமும்



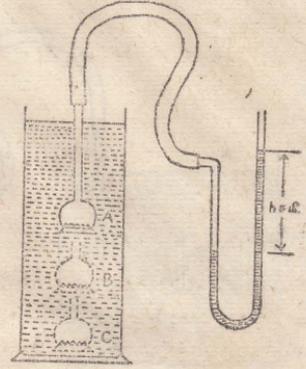
ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக அமைந்த மூன்று துவாரங்களை யுடைய தகரக் குவளையில் நீரை நிறைக்க. அதிக ஆழத்திலுள்ள துவாரத்தினூடு (படம் 2) பீறிட்டுப் பாயும் நீர் கூடிய வீச்சத்துடன் பாய்வதைக் காணலாம். இது

(1) ஆழம்கூட அழுக்கம் கூடுவதைக் காட்டுகின்றது.

(2) பீறிட்டுப் பாயும் நீர் துவாரத் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக வெளியேறுதல் உள்ளிருக்கும் நீர் பக்கங்களைச் செங்குத்தாக உதைக்கின்ற தென்பதைக் காட்டுகின்றது.

ஆழம் கூட அமுக்கம் கூடுவதைக் காட்டும் பரிசோதனை

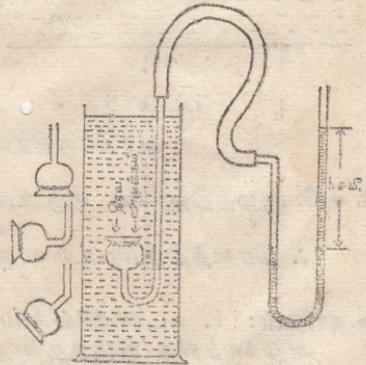
ஒரு சிறிய புனலின்வாயை மெல்லிய பலூன் இரப்பர்த்தாளினால் இழுத்து விரித்து மூடிக் கட்டுக. புனலின் மறு முனையை நீருள்ள பக் குழாயுடன் நீண்ட இரப்பர்க் குழாயினால் இணைக்க. புனல் வாயிலுள்ள இரப்பர்த்த தானை விரலினால் சிறிது அமுக்கினால், பக் குழாயிலுள்ள நீர் நிரல் மறுபுயத்தில் மேலேறுவதைக் காணலாம். புனல் வாயை ஒரு நீண்ட சாடி ஒன்றிலுள்ள திரவத்தினுள் அமிழ்த்தினால், புனல் A என்னும் நிலையில் இருக்கும் போது (படம் 3) பக் குழாயில் நீர் சிறிது உயர்வதைக் காணலாம். B, C என்ற நிலைகளுக்குப் புனல் அமிழ்த்தப் படும்போது பக் குழாயிலுள்ள நீர் நிரல் மேலும் உயர்வதைக் காணலாம். இது கூடியஆழத்தில் திரவ அமுக்கம் கூடுமென்பதைக் காட்டுகின்றது.



படம் 3

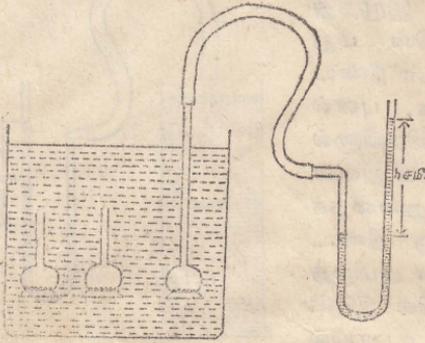
ஓய்விலுள்ள திரவத்தினுள்ளிருக்கும் புள்ளி யொன்றிலுள்ள அமுக்கம் எல்லாத் திசைகளிலும் சமமெனக் காட்டுதல்.

பலவேறுகோணங்களில் வளைந்த பல புனல்களின் வாய்களை மெல்லிய இரப்பர்த்த தாள்களினால் இறுக்கமாக மூடிக் கட்டுக. புனல்களை ஒவ்வொன்றாக நீருள்ள பக் குழாயுடன் இணைத்து நீண்ட சாடி ஒன்றிலுள்ள திரவத்தினுள், அவற்றின் வாயின் நடுப்புள்ளி ஒரே மட்டத்தில் இருக்கத்தக்கதாக (படம் 4) இல் காட்டியவாறு அமிழ்த்துக. புனல் வாய் எப்பக்கம் திரும்பி இருப்பினும் பக் குழாயிலுள்ள நீர் மட்ட வித்தியாசம் ஒரே அளவாயிருப்பதைக் காணலாம். இது திரவமொன்றினுள் உள்ள புள்ளியொன்றில் எல்லாத் திசைகளிலும் அமுக்கம் சமமெனக் காட்டுகின்றது.



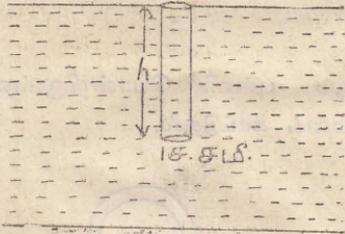
படம் 4

ஓய்விலுள்ள திரவமொன்றினுள் ஒரே கிடைத்தளத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அழுக்கம் சமமெனக் காட்டுதல்



படம் 5

திரவத்தினுள் உள்ள புள்ளியொன்றில் ஏற்படும் அழுக்கத்தைக் கணித்தல்



படம் 6

இரப்பர்த் தாள் கட்டிய புனலொன்றை படம் 5 இல் காட்டியதுபோல ஒரு திரவத்தினுள் ஒரே கிடைத்தளத்திலுள்ள பலவேறு புள்ளிகளுக்கு நகர்த்தினால், U க் குழாயினுள் உள்ள நீர்மட்ட வித்தியாசம் மாறாது இருப்பதைக் காணலாம். இது ஒரே கிடைத்தளத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அழுக்கம் சமமெனக் காட்டுகிறது.

d கி/க. சமீ. அடர்த்தியுடைய ஒரு திரவத்தில் h சமீ. ஆழத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு சதுர சமீ. யிலும் ஏற்படும் தாக்கம் அதன்மேலுள்ள திரவநிரலின் நிறைக்குச் சமமாகும்.

எனவே

அத்திரவநிரலின் நிறை = கனவளவு × அடர்த்தி  
=  $h \times l \times d$  கி. நிறை

h சமீ. ஆழத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியில்

அழுக்கம் =  $h \times d$  கி. நிறை

∴ திரவத்தினுள் உள்ள ஒரு புள்ளியில்

அழுக்கம் = ஆழம் × அடர்த்தி

உதாரணம்: 1. கடல் நீரில் 100 அடி ஆழத்திலுள்ள புள்ளியொன்றில் அழுக்கத்தை இருத்தல் நிறையிலும், இருத்தலையிலும் தருக.  
(கடல் நீரினடர்த்தி = 64 இரு/க. அடி.)

அழுக்கம் = ஆழம் × அடர்த்தி

P =  $100 \times 64$

= 6400 இருத்தல்

=  $6400 \times 32 = 204800$  இருத்தலி.

2- 75 சமீ. இரச நிரலினால் அதன் அடியில் ஏற்படும் அழுக்கத்தை கிராம் நிறையிலும் தைன்களிலும் தருக.

அழுக்கம் = உயரம் × அடர்த்தி

P = 75 × 13.6 கி. நிறை

= 1020 கி. நிறை = 1020 × 980 தைன்கள்

= 999600 தைன்கள்.

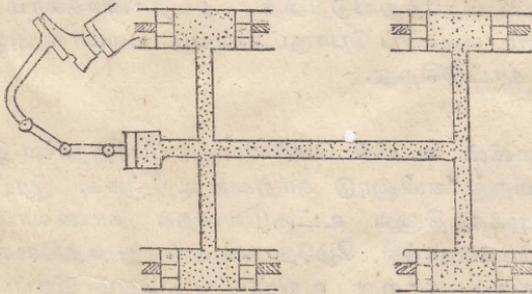
### பஸ்காலின் விதி

ஒரு கலத்தில் நிறைத்தடைக்கப்பட்ட பாயி ஒன்றின் மீது ஒரு அழுக்கத்தை எப்பாகத்தில் பிரயோகித்தாலும், அவ்வழுக்கம் அப் பாயியிலுள்ள எல்லாப் பாகங்களுக்கும் செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வழுக்கம் கொள்கலத்தின் எல்லாப் பாகங்களிலும் செங்குத்தாகத் தாக்கும்.

இவ்வண்மையை முதன் முதலில் தெளிவாக எடுத்துக் கூறியவர் பிராஞ்சிய தத்துவஞானி பஸ்கால் என்பவராகும் (1623—1662).

இத்தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஏற்றிகள், அழுத்திகள் நீரியல் நிறுத்திகள்போன்ற கருவிகளெல்லாம் அமைக்கப்படுகின்றன.

### நீரியல் நிறுத்தி



படம் 7

படம் 7 மோட்டர் வாகனங்களிலுள்ள பாயி (திரவ, வாயு) நிறுத்தித் தொகுதி ஒன்றின் (fluid brake system) அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. நிறுத்தும் தண்டை சாரதி அழுத்தும்போது, அதனோடு தொடுக்கப்பட்டுள்ள முசலம் ஒன்று பெரிய குழாயொன்றினுள் உள்ள நிறுத்திப் பாயியை, (brake fluid) அழுக்குகின்றது.

இவ்வழுக்கமானது பாயியினூடு சில்லுகளிலுள்ள இருசோடி குழாய்களுக்கும் ஒருசீராகச் செலுத்தப்படும். இதனால் நிறுத்திக் கட்டைகள் சில்லுகளோடு இறுக அழுக்கப்படுவதால், வாகனம் நிறுத்தப்படுகின்றது.

### வளி அழுக்கம்

திரவங்களின் நிறையினால் அவற்றின் அடியிலுள்ள பொருட்கள் அழுக்கப்படுவதைப் போல, வளிமண்டலத்தின் அடியிலுள்ள எம்மையும், சுற்றியுள்ள பொருட்களையும், வளி அழுக்குகின்றது. இவ்வாறு வளிமண்டலம் கடல் மட்டத்தில் ஏற்படுத்தும் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கம் எனப்படும்.

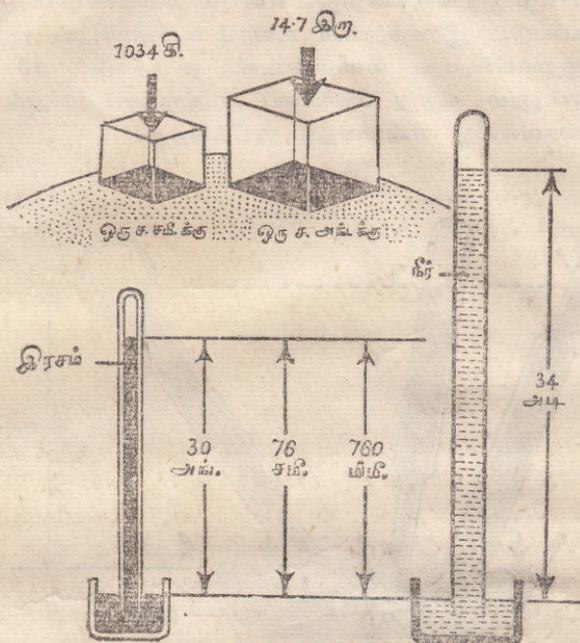
### வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் காட்டும் சில பரிசேர்தனைகள்

1. ஒரு கலன் கலமொன்றில் சிறிதளவு நீர் எடுத்துக் கொதிக்க வைக்க. அதிலுள்ள வளி கொதி நீராவியால் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட பின், கொதி நீராவி தடையின்றி வெளிவரும்போது, சுவாலையை அகற்றி, அதன் வாயை முடியால் இறுக முடுக. இக் கலத்தைச் சிறிது நேரத்திற்கு ஆறவைக்க. கலத்திலுள்ள கொதி நீராவி நீராக ஓடுங்க, உள்ளேயுள்ள அழுக்கம் வரவரக் குறையும். இதனால் வளிமண்டல அழுக்கம் கலத்தைச் சிறிது நேரத்தில் நெரித்துவிடுவதை அவதானிக்கலாம். இது வளிமண்டலம் எல்லாப் பொருட்களையும் பலமாக அழுக்கிறதென்பதைக் காட்டுகிறது.
2. ஒரு புனலின் வாயில் மெல்லிய இரப்பர்த்தாளை இறுகக் கட்டி அதன் மறுமுனையினூடு காற்றை உறிஞ்சுக. இரப்பர்த்த தாள் வளி அழுக்கத்தினால் உட்குழிவதைக் காணலாம். புனலின் வாய், மேல்நோக்கி, கீழ்நோக்கி அல்லது எத்திசையை நோக்கியிருந்தாலும், காற்று உறிஞ்சப்பட்டதும் இரப்பர்த்த தாளில் உட்குழிவு ஏற்படுகின்றது. இது திரவங்களைப் போல வளி எல்லாத் திசைகளிலும் அழுக்குகின்ற தென்பதைக் காட்டுகின்றது.

### வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளத்தல்

வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளக்கப் பயன்படும் கருவி பாரமானியாகும்.

இத்தாலிய தேசத்து தொறிசெல்லி என்னும் விஞ்ஞானி முதன்முதலாக இக்கருவியை அமைத்தார். ஒரு பக்கம் மூடிய 32

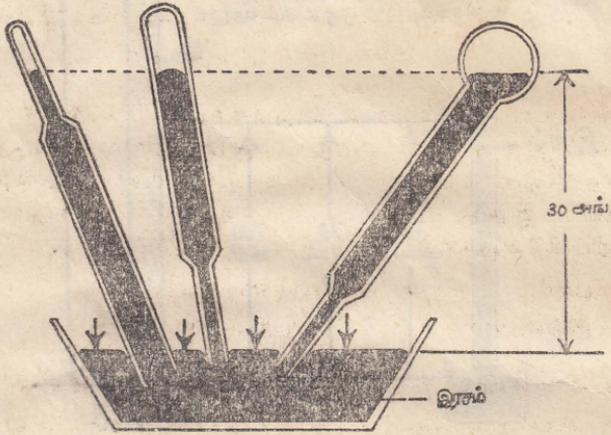


படம் 8

அங்குல நீளமான ஒரு சுத்தமான உலர்ந்த கண்ணாடிக் குழாயை இரசத்தினால் வளிக் குமிழிகளின்றி நிரப்புக. அதன் திறந்த வாயை பெருவிரலினால் மூடி, இரசமுள்ள ஒரு சிறு தாழியில் படம் 8 இலிருப்பது போல் கவிழ்த்து நிறுத்துக. பெருவிரலை வாயில் இருந்து எடுத்ததும் இரசநிரலில் ஒரு சிறுபகுதி மட்டும் தாழியுள் இறங்கும். குழாயினுள் நிற்கும் இரசநிரலின் உயரம் ஏறத்தாழ 30 அங்குலம் இருக்கும். இதனருகே ஒரு அளவுகோலை நிறுத்தி, இரச மட்ட உயரத்தை அளவிடலாம். இரசநிரலின் மேலுள்ள வெற்றிடம் தொறிசெல்லி வெற்றிடம் எனப்படும்.

தொழிற்பாடு: வளியின் அழுக்கம் தாழியிலுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பை தாக்குகின்றது இதனால் இவ்வழுக்கம் இரசநிரலின் மேலுள்ள வெற்றிடத்திற்கு இரசத்தைத்தள்ள முயல்கிறது. அப்போது இரசநிரலின் நிறை இவ்வழுக்கத்தை எதிர்க்கிறது. வளி

மண்டல அமுக்கம் கூடும்போது இரசம் குழாயினுள் உயரத் தள்ளப்படுகிறது. இதேபோல வளிமண்டல அமுக்கம் குறையும்போது இரசமட்டம் கீழ் இறங்குகின்றது. எனவே வளிமண்டல அமுக்கத்தினால் தாங்கப்படும் இரசநிரலின் உயரம் வளிமண்டல அமுக்கத்தின் அளவைக் குறிக்கின்றது. வளிமண்டல அமுக்கம் "30 அங்குல இரசம்" என்னும் கூற்று, வளிமண்டல அமுக்கம் 30 அங்குல இரசநிலைத் தாங்கவல்லது என்பதைக் குறிக்கிறது.



படம் 9

படம் 9 இல் காட்டியிருப்பதுபோல பாரமானி ஒன்றின் இரசக் குழாயின் வடிவம் அல்லது, அதன் முகப்பரப்பின் அளவு, இரசத்தின் செங்குத்து உயரத்தை மாற்றாது. குழாய் சரிக்கப்படின் இரசத்தின் மேலுள்ள தொறிசெல்லியின் வெற்றிடத்தின் அளவுமட்டும் மாறும், ஆனால் இரசத்தின் செங்குத்து உயரம் மாறாது. இரசக் குழாயின் உச்சி இச் செங்குத்து உயரத்திற்குக் கீழ்க்கொண்டு வரப்படின் குழாய் இரசத்தினால் நிறைந்திருக்கும்.

#### நியம வளிமண்டல அமுக்கம்

கடல்மட்டத்தில், 0°C இல் வளியினால் ஏற்படும் சராசரி அமுக்கம் நியம வளிமண்டல அமுக்கம் எனப்படும். இவ் வளிமண்டல அமுக்கம் படம் 8 இல் காட்டியிருப்பதுபோல 76 சமீ. (30 அங்குலம்) இரசநிரலின் அமுக்கத்திற்கு அல்லது 34 அடி நீர் நிரலின் அமுக்கத்திற்குச் சமமாகும்.

இரச நிரலினால் ஏற்படும் அழுக்கத்தை கிராம்/ச. சமீ. யில் பின்வருமாறு கணித்தறியலாம்.

$$\begin{aligned} \text{அழுக்கம் (P)} &= \text{உயரம் (h)} \times \text{அடர்த்தி (d)} \\ &= 76 \times 13.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1033.6 \text{ கி/ச. சமீ.} \\ &= 1034 \text{ கி/ச. சமீ. (அண்ணளவாக)} \end{aligned}$$

இவ்வழுக்கத்தை இரூ/ச. அங். இல்

$$\begin{aligned} P &= h \times d \\ &= 30 \times 0.49 \text{ (d=0.49 இரூ/க. அங்.)} \end{aligned}$$

$$P = 14.7 \text{ இரூ/ச. அங்.}$$

எனவே நியம வளிமண்டல அழுக்கத்தை 1034 கி./ச. சமீ. அல்லது 14.7 இரூ/ச. அங். என்றும் குறிக்கலாம். மேலும் இவ்வழுக்கத்தை “ஒரு வளிமண்டல அழுக்கம்” என்றும், வளிமண்டல வியலளவுகளில் இதனை “பார்”, “மில்லி பார்” என்னும் அலகுகளிலும் குறிப்பிடுவதுண்டு.

$$1 \text{ பார்} = 10^6 \text{ தைன்கள்/ச. சமீ.}$$

$$1 \text{ மில்லிபார்} = 1000 \text{ தைன்கள்/ச. சமீ.}$$

இரசத்தைப் பாரமானித் திரவமாகப் பாவிப்பதற்குரிய சில காரணங்கள்

(1) இரசம் உயர்ந்த அடர்த்தி (13.6 கி/ச. சமீ.) உடையதாதலால், வளிமண்டல அழுக்கம் சுமார் 30 அங்குல இரசநிரலைத் தாங்கத்தக்கதாக விருக்கிறது. ஆகவே, பாரமானி அமைப்பதற்கு சுமார் 3 அடி நீளமுள்ள கண்ணாடிக்குழாய் போதியதாகிறது. இதற்குப் பதிலாக நீர் எடுக்கப்படின், பாரமானி யொன்றை அமைப்பதற்கு வேண்டிய குழாயின் நீளம் 30 அடிக் குமேலிருக்க வேண்டும்.

(2) சாதாரண வெப்பநிலைகளில், வேறு திரவங்களைப் போலன்றி, இரசம் இலகுவில் ஆவியாகாது. எனவே இரசத்தின் மேலுள்ள வெளியில் ஏற்படும் இரச ஆவியழுக்கம் மிகமிகச் சிறியதாகும்.

**உயரமும் வளி அழுக்கமும்**

ஒரு பாரமானியை உயரக்கொண்டு சென்றால் இரசமட்டம் பதிவதைக் காணலாம். பூமியிலிருந்து உயர உயரச் செல்ல வளிமண்டல அழுக்கம் குறைகிறது. கடல் மட்டத்திலிருந்து 900 அடி உயரத்தில் பாரமானியின் இரசமட்டம் அண்ணளவாக ஒரு அங்குலம் பதியும். இவ்விதம் உயரத்திற் கேற்றவாறு இரசமட்டம் பதியும்.

## பாரமானியும் வானிலையும்

வளிமண்டல அழுக்கம் நாளுக்குநாள் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். சில நாட்களில் இரசநிரல் 76 சமீ.க்கு மேலும் உயரலாம். இவ்வயர்வு வானிலை தொடர்ச்சியாக நல்ல நிலையிலிருக்கும் என்பதைக் குறிக்கிறது, நீராவி வளியிலும் பார்க்க அடர்த்தி குறைந்தது. எனவே வளியில் நீராவி கூடும்போது அழுக்கம் குறைகிறது. வெப்பநிலை கூடும்போது வளியின் அடர்த்தி குறைவதனாலும் அழுக்கம் குறையும். ஆகவே பாரமானியிலுள்ள இரசநிரலில் ஏற்படும் பதிவு பொதுவாக மழை அல்லது புயல் வரலாம் என்பதைக் குறிக்கிறது.

## வளி அழுக்கத்தினால் தொழிற்படும் சில கருவிகள்

மைநிரப்பி, பானம் உறிஞ்சும் வைக்கோற் குழாய், நீரிறக்கி, புகுத்தி, உயர்த்து பம்பி முதலிய கருவிகளிலெல்லாம், அவற்றின் குழாய்களிலுள்ள வளி நீக்கப்பட்டதும், திரவத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் வாயினூடாகத் திரவம் வளிமண்டலத்தினால் அழுக்கி உள்ளே தள்ளப்படுகிறது. இதனாலேயே நீர் உயர்த்து பம்பிகள் 34 அடி உயரத்திற்கு மேல் நீரை உயர்த்த முடிவதில்லை.

## வளி அழுக்கத்தை சயிக்கிப் பம்பியினால் மட்டிடல்



படம் 10

ஒரு சயிக்கிப் பம்பியின் அடியிலுள்ள துவாரம் Aஐ (படம் 10) முத்திரையிடு மெழுகினால் மூடி அடைத்துவிடுக. ஆடுதண்டை வெளியே கழற்றி தோற்கிண்ணம் Pஐ தண்டிலிருந்து களற்றி மறுபக்கமாகத் தண்டில் படத்தில் இருப்பதுபோலப் பொருத்துக. கைபிடியோடு சேர்த்து ஆடுதண்டின் நிறை (x)ஐக் கணிக்க. பம்பிக் குழாயின் உள் விட்டத்தை அளந்து, அதன் முகப்பரப்பு 'a' ஐக் கணிக்க. ஆடுதண்டைக் குழாயினுட்புகுத்தி அடிவரை செலுத்துக. கைபிடியில் ஒரு கொழுக்கியைப் பொருத்துக. குழாய் Cஐ தாங்கி ஒன்றில் பொருத்தி நிறுத்துக. ஆடுதண்டு குழாயினுள் மட்டாக வழக்கத் தொடங்கும் வரை நிறைகளைக் கொழுக்கியில் ஏற்றுக்க. ஆடுதண்டு மட்டாக வழக்கும்போது கொழுக்கியில் ஏற்றிய நிறை w ஆயின், அதனைக் கீழ் இழுக்கும் விசை (w+x) ஆகும். வளிமண்டல அழுக்கம் B ஆயின் ஆடுதண்டில் மேலுதைப்பு = B x a ஆகும்.

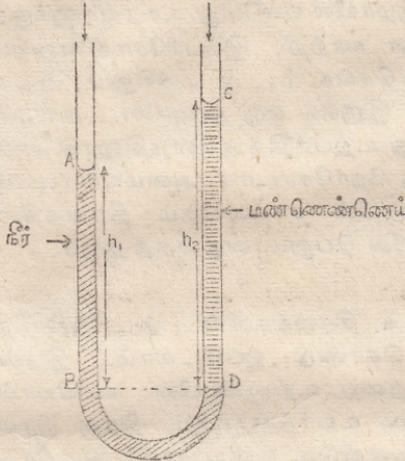
ஆடுதண்டு மட்டாக வழக்கும்போது,

மேலுதைப்பு = கீழ் இழவை

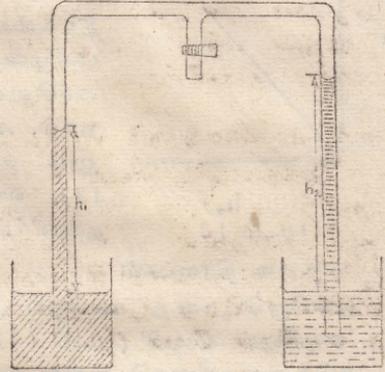
$$B \times a = w + x$$

$$\text{வளி அழுக்கம் } B = \frac{w + x}{a} \text{ அலகுகள்}$$

இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடுதல்



படம் 11



படம் 12

(1) கலவாத திரவங்கள்

ஒன்றோடொன்று கலவாத மண்ணெண்ணெய், நீர் போன்ற இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை அல்லது தன்னீர்ப்புகளை ஒப்பிட ஒரு Uக் குழாயை உபயோகிக்கலாம். இக் குழாயின் புயங்களில் இத் திரவங்களை ஊற்றினால், அவை சமநிலையிலிருக்கும் போது, அவற்றின் பொதுமட்டம் D யினூடு வரையப்படும் கிடைத்தளம் BD இலிருந்து (படம் 11) திரவநிரல்களின் உயரங்கள்  $h_1, h_2$  ஐ அளவிட்டால், அவை வித்தியாசமாயிருப்பதைக் காணலாம். ஒரு திரவத்தின் ஒரே கிடைத்தளத்திலுள்ள அழுக்கங்கள் சமமாகும். நீர், மண்ணெண்ணெய் ஆகியவற்றின் அடர்த்திகள் முறையே  $d_1, d_2$ , ஆயும் வளி அழுக்கம் P ஆயுமிருப்பின்,

$$B \text{ இலுள்ள அழுக்கம்} = P + h_1 d_1$$

$$D \text{ ,, ,, } = P + h_2 d_2$$

Bயும் D உம் ஒரு கிடைத்தளத்திலிருப்பதால்

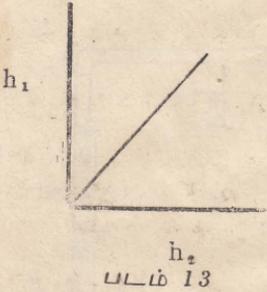
$$B \text{ இலுள்ள அழுக்கம்} = D \text{ இலுள்ள அழுக்கம்}$$

$$\therefore P + h_1 d_1 = P + h_2 d_2$$

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

மண்ணெண்ணெயின் தன்னீர்ப்பு =  $\frac{\text{ம. எ. இன் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$

$$\begin{aligned} \text{எனவே மண்ணெண்ணெயின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{d_2}{d_1} \\ &= \frac{h_1}{h_2} \end{aligned}$$



புக் குழாயில் பலவேறு உயரங்களுக்குத் திரவங்களை ஊற்றி, இப்பரிசோதனையைப் பலமுறை செய்க.  $h_1$ ,  $y$  அச்சிலும்,  $h_2$ ,  $x$  அச்சிலும் இருக்க ஒரு வரைபை அமைத்தால், அது உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்லும் ஒரு நேர்கோடாக அமையும் (படம் 13). வரைபின் சாய்வுவீதம் திரவத்தின் தன்னீர்ப்பின் பெறுமானத்தைத் தரும்.

## (2) கலக்கும் திரவங்கள்

ஒன்றோடொன்று கலக்கும் இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை 'ஏயரினாய் கருவி' (படம் 12) கொண்டு ஒப்பிடலாம். இதன் நடுக் குழாயினூடு சிறிது காற்றை உறிஞ்சியபின் கவ்வியால் மூடிவிடுக. இரு புயங்களுள்ளும் உயர்ந்திருக்கும் திரவ நிரல்களின் உயரங்கள்  $h_1$ ,  $h_2$  ஐ அளவிடுக. வளியமுக்கம் இந்நிரல்களைத் தாங்குகின்றது. எனவே நிரல்  $h_1$ , நிரல்  $h_2$  ஆகியவற்றின் அடியிலுள்ள அழுக்கங்கள் சமமாயிருக்கும்.

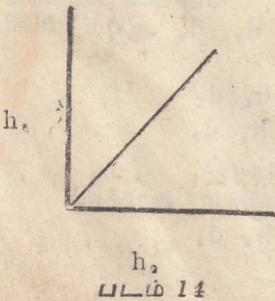
குழாயினுள் உள்ள வளியின் பொது அழுக்கம்  $P$  ஆயின்

நிரல்  $h_1$  இன் அடியிலுள்ள அழுக்கம் =  $P + h_1 d_1$

நிரல்  $h_2$  இன் அடியிலுள்ள அழுக்கம் =  $P + h_2 d_2$

$$\therefore P + h_1 d_1 = P + h_2 d_2$$

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



திரவ நிரல்களின் உயரங்களை மாற்றிப் பரிசோதனையைப் பலமுறை செய்க.  $h_1$ ,  $y$  அச்சிலும்,  $h_2$ ,  $x$  அச்சிலும் இருக்க ஒரு வரைபை அமைத்தால், அது உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்லும் ஒரு நேர்கோடாக அமையும் (படம் 14). இதன் சாய்வுவீதம்  $\frac{d_2}{d_1}$  இன் பெறுமானத்தைத் தரும்.

## வினாக்கள்

[நீரின் அடர்த்தி 62.5 இரூ/க. அடி அல்லது, 1 கி/க. சமீ. எனக் கொள்க.]

1. அடர்த்தி என்றால் என்ன?  
வெள்ளித் தேய்க்கரண்டி யொன்றின் அடர்த்தியை எவ்வாறு காணலாம்?

2. 20 சமீ. பக்கம் உடைய ஒரு கனக்குற்றி 20 கிலோ கிராம் நிறையுடையதாயின் அதன் அடர்த்தியைக் காண்க.

[விடை: 2.5 கி/க. சமீ]

3. 0.5 கி/க. சமீ. அடர்த்தியுள்ள ஒரு மரத்துண்டில் பல ஆணிகள் அடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆணிகளை வெளியே இழாமல் அவற்றின் நிறையை எவ்வாறு பரிசோதித்து அறியலாம்?

4. 60 அடி நீளமும் 25 அடி அகலமுமுள்ள ஒரு குளத்தில் சராசரி 5 அடி ஆழத்திற்கு நீரிருக்கிறது.

(a) குளத்தின் அடித்தளத்திலுள்ள அழுக்கம் என்ன?

[விடை: 312.5 இரூ/ச. அடி]

(b) குளத்தின் அடித்தளத்திலுள்ள உதைப்பைக் காண்க.

[விடை: 468750 இரூ.]

5. அழுக்கத்துக்கும், உதைப்புக்கும் உள்ள வித்தியாசம் யாது? அவற்றை அளவிடும் அலகுகளைக் கூறுக.

30 அடி உயரம், 40 அடி அகலமான ஓர் அணைக்கட்டின் மேல் மட்டம்வரை நீர் நிறைந்திருக்கும்போது, அதன்மீதுள்ள

(a) சராசரி அழுக்கத்தையும் (b) மொத்த உதைப்பையும் காண்க.

(குறிப்பு: சராசரி அழுக்கம் = அணைக்கட்டின் நடுப்புள்ளியிலுள்ள அழுக்கம்) [விடை: 937.5 இ/ச. அடி., 1125000 இரூ]

6. ஒரு செவ்வகத் தொடியின் உட்பக்கப் பரிமாணங்கள்  $10 \times 12 \times 5$ , அதன் கொள்ளளவைக் கனஅடியில் கணிக்க. அது கொள்ளும் நீரின் திணிவை இரூத்தலில் கணிக்க.

[விடை: 600, 37500]

7. அடர்த்திக்கும் தன்னீர்ப்புக்குமுள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளைக் கூறுக.

(a) தேப்பந்தைன் (b) மணல் ஆகியவற்றின் தன்னீர்ப்பை எவ்வாறு காணலாம்?

தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றின் நிறை 14.78 கி., நீரினால் நிரப்பியபின் நிறை 70.12 கி. ஆகிறது. 2.03 தன்னீர்ப்புள்ள ஒரு கரைசலினால் நிரப்பினால் அதன் நிறை என்னவாகும்?

[விடை: 112.34]

8. திரவ அழுக்கம் ஆழத்தில் தங்கியுள்ளதென்பதைப் பரிசோதனையால் விளக்குக. 100 அடி ஆழத்திலுள்ள நீர்மூழ்கியில் அழுக்கம் என்ன? (கடல் நீரின் அடர்த்தி = 64.4 இரூ/க. அடி)

[விடை: 6440 இ/ச. அடி]

9. வளி அழுக்குகிற தென்பதைக் காட்ட நீர் செய்த பரிசோதனை ஒன்றை விவரிக்க.

நீருள்ள பக் குழாயின் ஒரு புயம், இரப்பர்க் குழாய் ஒன்றினால் ஆய்வு கூடத்திலுள்ள வாயுக்குழாயோடு தொடுக்கப்படுகிறது வாயுக் குழாய் திறக்கப்பட்டதும் நீர் மட்டத்தில் 6.5 சமீ. வித்தியாசம் ஏற்படுகிறது, வாயுவின் அழுக்கத்தைக் கணிக்க. (வளி அழுக்கம் = 76 சமீ. இரசம், இரசத்தின் அடர்த்தி = 13.6 கி/க. சமீ.)

[விடை: 76.48 சமீ. இரசம்]

10. தன்னீர்ப்புப் போத்தலைப் பாவித்துச் செப்பு சல்பேற்றுப் பொடியின் அடர்த்தியை எவ்வாறு காணலாம் என்பதை விபரமாக விளக்குக.

11. சாதாரண நீர் இறைக்கும் இயந்திரத்தினால் 34 அடியிலும் பார்க்கக் கூடிய உயரங்களுக்கு நீரை உயர்த்த முடிவதில்லை. இதற்குக் காரணங்களைக் கூறி, அவை சரியெனக் காட்ட நீர் செய்யக் கூடிய பரிசோதனை ஒன்றை விவரிக்க.

12. ஓர் எளிய பாரமானி அமைக்கும் முறையை விவரிக்க. இரசம் ஏன் இதன் திரவமாக தெரிந்தெடுக்கப்பட்டது? இரசத்தின் மேலிருக்கும் வெளி வெற்றிடம் என எவ்வாறு காட்டலாம்?

13. ஏயரின் ஆய்கருவியில், 35.4 சமீ. ஐதான சல்பேற்றுக் கரைசல் நிரல் ஒன்று 40.8 சமீ. நீர் நிரலினால் சமநிலைப்படுகின்றது. கரைசலின் அடர்த்தியைக் கணிக்க. வளி அழுக்கம் = 76 சமீ. இரசம் ஆயின், திரவநிரல்களின் மேலுள்ள காற்றின் அழுக்கம் என்ன? (இரசத்தின் அடர்த்தி 13.6 கி/க சமீ)

[விடை: (1) 1.15 கி/க. சமீ., 73 சமீ. இரசம்]

14. பக் குழாயொன்றில் இரசம் இருக்கின்றது. (அடர்த்தி 13.6 கி/க. சமீ.) ஒரு புயத்திலுள்ள இரசம் 0.5 சமீ தாமும்வரை அதனுள் நீர் ஊற்றப்படுகிறது. நீர் நிரலின் உயரம் என்ன? இரச நிரல் இரு புயத்திலும் முன்போல் சமமாகும் வரை மற்றப்புயத்திலுள்ள தைலம் ஒன்று ஊற்றப்பட்டது. தைல நிரல் உயரம் 17 சமீ. ஆயின், தைலத்தின் அடர்த்தியைக் காண்க.

[விடை: 13.6 சமீ., 0.8 கி/க. சமீ.]

15. நீருள்ள Uக் குழாய் ஒன்றினுள், நீரோடு கலக்காத தைலம் ஊற்றப்பட்டது. அவற்றின் பொதுமட்டத்தின் மேல், தைலம், நீர் ஆகியவற்றின் நிரல்களின் உயரங்கள் முறையே 10 சமீ., 6 சமீ. ஆக இருந்தன. தைலத்தின் அடர்த்தியைக் கணிக்க.

[விடை : 0.6]

தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தேரிக)

1. பௌதிகவியலில் நாம் பெறும் அறிவு (i)\* சடப் பொருள் களைப் பற்றியது. (ii) உயிருள்ளவற்றைப் பற்றியது. (iii) சத்தியைப் பற்றியது. (iv) மூலக் கூறுகளைப் பற்றியது
2. சத்தியின் தோற்றம் அல்லாதது (i) வெப்பம் (ii) வாயு (iii) ஒளி (iv) ஒலி
3. முதற் கணியமல்லாதது (i) திணிவு (ii) தேரம் (iii) பரப்பு (iv) நீளம்
4. 1 மீற்றரில்  $\frac{1}{500}$  பாகம் (i) 0.2 மில்லிமீற்றர் (ii) 20 மிமீ. (iii) 0.5 சமீ. (iv) 0.2 சமீ. .
5. 10 க. சமீ. இரும்பின் தன்னீர்ப்புப் பரிசோதனைமூலம் துணியப் பட்டபோது, அது 7.2 எனக் காணப்பட்டது. இதே பரிசோதனைமூலம், 20 க. சமீ. இரும்பினது தன்னீர்ப்பைத் துணிந்த போது, அது (i) 3.6 (ii) 7.2 (iii) 14.4 (iv) 9.2 எனக் காணப்பட்டது.
6. திரவமொன்றின் தன்னீர்ப்பைக் கணிப்பதற்குத் தன்னீர்ப்புப் போத்தல் உபயோகிப்பதற்குத் தரப்பட்ட காரணங்களில் பிரதானத்துவம் குறைந்தது எது? (i) திரவங்கள் நிலையான வடிவுடையவையல்ல. (ii) இப் போத்தல் மட்டாக 25 க. சமீ. அல்லது 50 க. சமீ. கொள்ளளவுடையதாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. (iii) நிறுத்தலினால் கனவளவைத் திருத்தமாக அளவிடலாம். (iv) நிரப்பும் போதெல்லாம் போத்தல் ஒரே கனவளவுள்ள திரவத்தைக் கொள்ளும்.
7. அடர்த்தி அலகு அல்லாதது (i) கலன்/க. அடி (ii) இரு/குவாட் (iii) கிராம்/க. சமீ. (iv) இரு/க. அடி

8. ஒரு திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பு 0.2 ஆயின், அதன் (i) 0.2 கிராம் 0.2 க. சமீ. கனவளவுடையது. (ii) 1 கிராம் 0.2 க. சமீ. கனவளவுடையது. (iii)  $\frac{1}{0.2}$  கிராம். 1 க. சமீ. கனவளவுடையது. (iv) 0.2 கிராம் 1 க. சமீ. கனவளவுடையது.
9. அமுக்க அலகு அல்லாதது (ii) இரூத்தல்/ச. அடி  
(ii) இரூத்தல்/ச. அங். (iii) இரூத்தல்/க. அடி  
(iv) கிராம்/ச.சமீ.
10. 100 இரூத்தல் சீமெந்துப்பை 80 ச. அங். நிலத்தில் தாங்கப் படுகிறது. இதலை ஏற்படும் அமுக்கம் இரூ/ச. அங். இல் (i) 1.25 (ii) 4000 (iii) 8000 (iv) 0.8
11. நீரின் மேற்பரப்பிலிருந்து 6 அடி ஆழத்திலுள்ள புள்ளியொன்றிலுள்ள அமுக்கம் (i) நீர் நிலையின் முழு ஆழத்தில் தங்கியுள்ளது. (ii) 3 அடி ஆழத்திலுள்ள அமுக்கத்திலும் குறைந்தது. (iii) மண்ணெண்ணெய்த் தாங்கியொன்றின் 6 அடி ஆழத்திலுள்ள புள்ளியிலுள்ள அமுக்கத்திலும் கூடியது. (iv) அளவிடும் திசையிற் தங்கியுள்ளது.
12. அணைக்கட்டுகளின் அடித்தளம் அகன்றிருப்பதற்குக் காரணம் (i) நீர் தன் மட்டத்தை நாடுதல் (ii) நீரின் அமுக்கம் ஆழம் கூடக் கூடுகின்றது. (iii) மேற் பாகத்தினூடு நீர் இலகுவில் பாய்வதற்கு (iv) அகன்ற தளத்தை மலிவாய் அமைத்து விடலாம்.
13. பாரமானியிலுள்ள இரசநிரலின் செங்குத்து உயரம் (i) அமுக்கம் கூடினால் கூடும். (ii) குழாயின் முகப்பரப்புக் கூடினால் கூடும் (iii) வெற்றிடம் கூட இருந்தால் கூடும். (iv) குழாய் சரிந்தால் கூடும்.
14. விமானம் மேலே செல்லச் செல்ல விமானத்திலுள்ள பாரமானி ஒன்றிலுள்ள இரசநிரல் உயரமானது (i) தாழும் (ii) உயரும் (iii) தாழ்ந்து பின் உயரும் (iv) மாறாது.
15. பாத்திர மொன்றிலுள்ள திரவத்தினால் அதன் கிடை அடித்தளத்தில் ஏற்படும் உதைப்பு கீழிருக்கும் எதில் தங்குவதில்லை? (i) திரவத்தின் ஆழம் (ii) திரவத்தின் அடர்த்தி (iii) பாத்திரத்தின் வடிவம் (iv) அடித்தளத்தின் பரப்பு

## அலகு 2

ஆக்கிமிடசின் தத்துவம், மிதத்தல், நீரமானிகள், மேற்பரப்பியூவிகை.

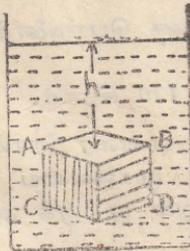
ஆக்கிமிடசின் தத்துவம்

ஒரு பொருளை நீரில் அமிழ்த்தும்போது, அது ஓரளவு நிறையை இழப்பது போலத் தோற்றுவதை நாம் எல்லோரும் அவதானித்திருக்கலாம். சில சமயங்களில் பொருள் நீரின்மேல் மிதக்கவும் கூடும். இவற்றிலிருந்து, ஒரு திரவம் தன்னுள் விடப்படும் பொருட்களின் மீது ஒரு மேலுதைப்பை (மிதத்தும் விசையை) ஏற்படுத்துகின்றது என்பது தெளிவாகின்றது.

இவ்வுண்மையை முதன் முதலில் நன்கு அவதானித்துக் கூறியவர் 287 - 212 கி. மு இல் வாழ்ந்த கிரேக்க தத்துவஞானி ஆக்கிமிடசு ஆகும். இவர் கூறிய விதியாவது

ஓய்விலிருக்கும் பாயிஒன்றினுள், ஒரு பொருள் பகுதியாகவோ அல்லது முழுமையாகவோ அமிழ்த்தப்பட்டால், அப் பொருளின் மீது ஏற்படும் மேலுதைப்பு, அது இடம்பெயாக்கும் பாயியின் நிறைக்குச் சமம்.

இவ்விதியைப் பரிசோதனை வாயிலாக இலகுவில் வாய்ப்புப் பார்க்கலாம். இத் தத்துவத்தை பின்வருமாறு படம் 15 ஐக் கொண்டும் உய்த்தறியலாம்.



படம் 15

d கி/க. சமீ. அடர்த்தியுள்ள திரவமொன்றினுள் 'h' சமீ. ஆழத்திலுள்ள 'a' சமீ. பக்கமுள்ள கனக்குற்றியொன்றை படம் 15 காட்டுகின்றது. இக்குற்றியின் முகங்களில் திரவத்தால் ஏற்படும் உதைப்புகள் அம் முகங்களுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். நிலைக்குத்தான எதிர் முகங்களில் ஏற்படும் தாக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று எதிராகவும் சமனாகவும் இருப்பதால் அவை சமனடையும்.

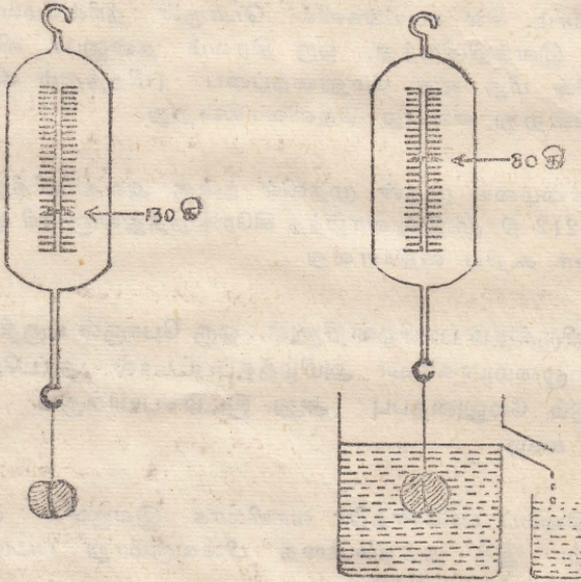
மேல்முகம் AB இல் ஏற்படும் கீழ்த்தாக்கம் =  $a^2 h d$  கி. நிறை  
கீழ்முகம் CD இல் ஏற்படும் மேற்றாக்கம் =  $a^2 (h + a) d$  ,,  
எனவே பொருளின்மீதுள்ள விளைவு மேற்றாக்கம்

$$= a^2 (h + a) d - a^2 h d = a^2 d \text{ கி. நிறை}$$

$$= \text{குற்றியின் கனவளவுத் திரவத்தின் நிறை}$$

∴ குற்றியில் மேற்றாக்கம் = அது இடம்பெயர்த்த திரவநிறை

ஆக்கிமிடின் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்



### படம் 16

1. படத்தில் காட்டியபடி விற்றராசில் ஒரு பொருளைத் தூக்கி வளியில் நிறுக்க.

வளியில் பொருளின் நிறை = 130 கிராம்.

2. ஓர் ஊரேக்காக் கலத்தின் மூக்கு மட்டம் வரை நீரால் நிரப்பி அதன் மூக்கின் கீழே ஒரு கண்ணாடி முகவையை வைக்க. விற்றராசில் தொங்கும் பொருளை நீரினுள் முற்றாக அமிழ்த்தி, அதன் நிறையை அறிக.

நீரினுள் பொருளின் நிறை = 80 கிராம்.

∴ பொருளின் தோற்ற நிறைநட்டம் =  $130 - 80 = 50$  கி.  
அதாவது பொருளின்மேல் நீரின் மேலுதைப்பு = 50 கி.

3. முகவையுடன் நீரை நிறுக்க. பின் நீரை வெளியேற்றி முகவையை நிறுக்க.

முகவையினதும் நீரினதும் நிறை = 90 கி.

முகவையினது நிறை = 40 கி.

இடம் பெயர்த்த நீரின் நிறை = 90 - 40 = 50 கி.

இப்பரிசோதனை, பொருளினால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறையும் தோற்ற நிறை நட்டமும் (மேலுதைப்பும்) சமமெனக் காட்டுகிறது. இது ஆக்கிமிடசின் விதியை வாய்ப்புப் பார்ப்பதாய் அமைகிறது.

நீருக்குப் பதிலாக வேறு எந்தத்திரவத்தை உபயோகித்தாலும் பொருளிலேற்படும் மேலுதைப்பு அல்லது தோற்றநிறை நட்டம். அப்பொருள் இடம் பெயர்க்கும் திரவத்தின் நிறைக்குச் சமனாயிருப்பதைக் காணலாம்.

ஆக்கிமிடசின் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து தன்வீர்ப்பைத் துணிடல்

1. ஆழுந் திண்மங்களின் தன்வீர்ப்பு

திண்மம் நீரிற் கரையாததாயின், அதனை ஒரு மெல்லிய இழையிறை சட்டி ஒரு பொதுத் தராசின் இடப்புயக் கொழுக்கியில் தொங்கவிட்டு நிறுக்க. பின் அப் பக்கத்துத் தராசுத் தட்டின் மேலாகப் பாலமாக அமையும் நீர்நிலையியல் வாங்கொன்றை வைத்து, அதன்மேல் பங்குவரை நீரால் நிரப்பப்பட்ட முகவை ஒன்றை வைக்க. திண்மத்தை முகவையின் பக்கங்களில் முட்டாது தொங்கவிடுக திண்மம் முற்றாக நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும்போது அதன்மீது வளிக்குமிழிகள் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பின், அவற்றை நீச்சியபின் அதன் நிறையைக் காண்க.

வளியில் திண்மத்தின் நிறை =  $w_1$  கி.

நீரில் ,, தோற்றநிறை =  $w_2$  கி.

∴ நீரில் தோற்ற நிறை நட்டம் =  $w_1 - w_2$  கி.

∴ இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை =  $w_1 - w_2$  கி.

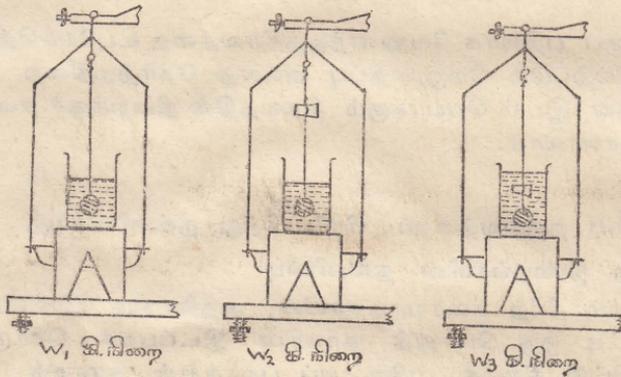
= திண்மத்தின் கனவளவு நீரின் நிறை

திண்மத்தின் தன்வீர்ப்பு =  $\frac{\text{திண்மத்தின் நிறை}}{\text{இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை}}$

$$= \frac{w_1}{w_1 - w_2}$$

2. நீரில் மிதக்கும் திண்மங்களின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்.

தக்கை போன்ற நீரில் மிதக்கும் திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பைக் காண்பதற்கு, அதை நீரில் அமிழ்த்தக்கூடிய ஒரு சிறிய பாரமான, நீரிற் கரையாத பொருளை ஆழியாகப் பாவிக்க வேண்டும். படம் 17 (a) இல் காட்டியிருப்பதுபோல ஆழியை ஓர் இழையிற் கட்டி, முகவை ஒன்றிலுள்ள நீருள் முற்றாக அமிழ்த்தித் தொங்கவிட்டு நிறுக்க. அதே இழையில் படம் 17 (b) இல் காட்டியவாறு தக்கை வளியிலிருக்கத்தக்கதாகக் கட்டி நிறுக்க. இறுதியாக இரண்டையும் ஒன்றாகக் கட்டி, நீரினுள் இரண்டும் முற்றாக அமிழ்த்து தொங்கும் போது (படம் 17 c) அவற்றின் நிறையைக் காண்க.



(a)

(b)

(c)

படம் 17

நீரில் ஆழியின் நிறை =  $w_1$  கி.

(நீரில் ஆழி + வளியில் தக்கை) நிறை =  $w_2$  கி.

(நீரில் ஆழி + நீரில் தக்கை) நிறை =  $w_3$  கி.

வளியில் தக்கையின் நிறை =  $w_2 - w_1$  கி.

தக்கை இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை =  $w_3 - w_3$  கி.

$$\therefore \text{தக்கையின் தன்னீர்ப்பு} = \frac{\text{தக்கையின் நிறை}}{\text{அது இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை}}$$

$$= \frac{w_2 - w_1}{w_3 - w_3}$$

3. நீரிற் கரையும் பொருளின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

தரப்பட்ட பொருள் நீரிற் கரையுமாயின், அதைக் கரையாததும், தெரிந்த தன்னீர்ப்பு (S) உள்ளதுமான ஒரு திரவத்தைப்

பாவித்து அதன் தன்னீர்ப்பைக் காணலாம். மேற் பரிசோதனையில் விளக்கியது போல பொருளின் நிறையை வளியிலும், பின் திரவத்திலும் கண்டறிக.

$$\text{வளியில் பொருளின் நிறை} = w_1 \text{ கி.}$$

$$\text{திரவத்தில் ,, ,,} = w_2 \text{ கி.}$$

$$\therefore \text{இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை} = w_1 - w_2 \text{ கி.}$$

$$\begin{aligned} \text{பொருளின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{அதேயளவு திரவ நிறை}} \times \frac{\text{அதேயளவு திரவ நிறை}}{\text{அதேயளவு நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \text{திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு} \\ &= \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times S \end{aligned}$$

#### 4. திரவமொன்றின் தன்னீர்ப்பைத் துணியால்:

தரப்பட்ட திரவத்திலும், நீரிலும் ஆழக்கூடியதும் அவற்றிற்கு கரையாததுமான ஓர் ஆழியை உபயோகித்துத் திரவத்தின் தன்னீர்ப்பைத் துணியலாம்.

மேலே கண்ட பரிசோதனையில் விபரித்தவாறு, ஆழி ஒன்றினை வளியில் நிறுக்க. பின், தரப்பட்ட திரவத்தில் அது முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும்போது நிறையைக் காண்க. இறுதியாக அது நீரின் ஆழக்கூடியதாகத் தொங்கும்போது நிறையைக் காண்க.

$$\text{வளியில் ஆழியின் நிறை} = w_1 \text{ கி.}$$

$$\text{திரவத்தில் ,, தோற்ற நிறை} = w_2 \text{ கி.}$$

$$\text{நீரில் ,, ,, ,,} = w_3 \text{ கி.}$$

$$\text{ஆழி இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை} = w_1 - w_2 \text{ கி.}$$

$$\text{,, ,, நீரின் ,,} = w_1 - w_3 \text{ கி.}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{\text{ஆழி இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை}}{\text{ஆழி இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_3} \end{aligned}$$

#### மிதத்தல்

நீரிலும் பார்க்க அடர்த்தி குறைந்த தக்கைபோன்ற ஒரு பொருளை நீரின்மீது இட்டால், அது தன் நிறைக்குச் சமமான திரவத்தை இடம்பெயர்க்கும் வரை அமிழ்கின்றது. அதன் பின் அப்படியே ஒரு பாகம் அமிழ்ந்த நிலையில் மிதக்கும்,

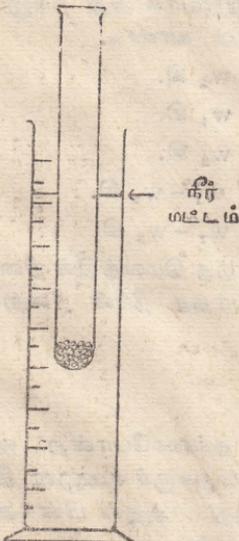
பாயியோன்றில் மிதக்கும் ஒரு பொருள் தன் நிறைக்குச் சமனான பாயியை இடம் பெயர்க்கும். ஆக்கிமிடசின் தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்ட இக்கூற்று மிதப்புவிதி எனப்படும்.

### அடர்த்தி கூடிய பொருட்கள் மிதத்தல்

அலுமினியத் தகடு நீரில் அமிழ்ந்துவிடும்; ஆனால் அலுமினியக் கிண்ணம் நீரில் மிதக்கிறது. உருக்குத் தகடு நீரில் அமிழ்ந்து விடும்; ஆனால் உருக்கினால் செய்த கப்பல்கள் நீரில் மிதக்கின்றன.

அலுமினியம், உருக்கு போன்றவற்றின் அடர்த்தி நீரினடர்த்தியிலும் பார்க்கக் கூடலாகவிருப்பதால் அவை நீரில் அமிழ்கின்றன. ஆனால் கிண்ணமாக அல்லது கப்பலாக அமைக்கப்படும்போது அவை கூடிய கனவளவு நீரை இடம்பெயர்க்கக் கூடியவையாக விருக்கின்றன. ஆகவே கிண்ணம் சிறிது அமிழ்ந்து போவதற்கு முன்னரே தன் நிறைக்குச் சமமான நீரை இடம் பெயர்க்கின்றது. அப்பொழுது நீரின் மேலுதைப்பு கிண்ணத்தின் நிறைக்குச் சமனாக விருப்பதால் கிண்ணம் மிதக்கிறது. இவ்வாறே கப்பல்கள் நீரில் மிதக்கின்றன. அவற்றுள் பொருட்களை ஏற்றினால் அவை மேலும் சிறிது அமிழ்ந்து அப்பொருட்களின் நிறைக்குச் சமமான நீரை இடம்பெயர்க்கும்.

### மிதப்புவிதி வாய்ப்புப் பார்த்தல்



படம் 18

அளவுச் சாடியொன்றின் (படம் 18) பங்கை நீரால் நிரப்பி அதன் மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்க. சோதனைக் குழாயொன்றினுள் ஈயச் சன்னங்களைப் போட்டு நீரில் அதை நிலைக்குத்தாக மிதக்கச் செய்து மீண்டும் நீரின் மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்க. இரண்டு அளவுக்குமுள்ள வித்தியாசம் சோதனைக் குழாய் இடம்பெயர்த்த நீரின் கனவளவாகும். நீரினடர்த்தி 1 கி.க. சமீ., ஆதலால் இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை எண்ணளவில் அதன் கனவளவிக்குச் சமமெனக் கொள்ளலாம்.

சோதனைக் குழாயை வெளியேயெடுத்து துடைத்து உலர்த்தியபின் நிறுக்க. மேலும் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக ஈயச்சன்னங்களை குழாயினுள் இட்டு இப்பரிசோதனையைப் பல

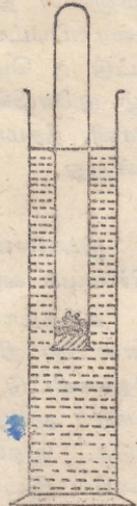
முறைகள் செய்து பெறுபேறுகளை அட்டவணைப்படுத்துக. அட்டவணையில் மிதப்பு விதிக் கேற்ப முதல் நிரலிலும் கடைசி நிரலிலும் உள்ள பெறுமானங்கள் ஒத்திருக்கும்.

சள்ளங்களுடன் சேர. குழாயின் நிறை (கிராம்)	அளவுச் சாடி அளவைகல் (க.சமீ.)		இடம் பெயர்த்த நீரின் கனவளவு (க. சமீ.)	இடம் பெயர்த்த நீரின் நிறை (கிராம்)
	(1)	(2)		

நீரமானி

மிதக்கும் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு திரவங்களின் தன்னீர்ப்பை அறிய உபயோகிக்கப்படும் கருவிகள் எல்லாம் நீரமானிகள் எனப்படும்.

சோதனைக் குழாய் ஒன்றினுள் வரைப்படத் தாள் துண்டொன்றை ஒட்டி ஈயச் சன்னங்களை சிறிதளவு போட்டு இரப்பர் அடைப்பினால் மூடி நீருள்ள சாடியொன்றில் (படம் 19) இல் காட்டியது போல் நிலைக்குத்தாக மிதக்கவிடுக. குழாயின் அமிழ்ந்த பாகம் ( $h_1$ ) ஐத் தாளிலிருந்து வாசித்தறிக. வேறொரு சாடியில் தரப்பட்ட திரவத்தை எடுத்துச் சோதனைக் குழாயை அதனுள்ளும் மிதக்கவிடுக. திரவத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் பாகத்தின் நீளம் ( $h_2$ ) ஐ குறிக்க. சோதனைக் குழாயின் வெட்டுமுகப் பரப்பு A எனவும், திரவத்தின் அடர்த்தி 'd' எனவுங் கொள்க. சோதனைக் குழாய் நீரிலும் திரவத்திலும் மேற்கூறியவாறு மிதக்கும்பொழுது



படம் 19

மிதப்பு விதியின்படி,

சோதனைக் குழாயின் நிறை = இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை

சோதனைக் குழாயின் நிறை = இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை

∴ இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை = இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை

$$\text{அதாவது } A \times h_2 \times d = A \times h_1 \times 1$$

$$\therefore d = \frac{h_1}{h_2}$$

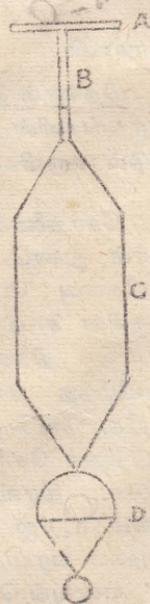
இவ்வாறு வேறு திரவங்களின் அடர்த்தியையும் இக்கருவியினால் துணியலாம்.

நிக்கல்சனின் நீரமானி

இது படம் 20இல் உள்ளதுபோன்ற அமைப்பை உடைய ஒருவகை நீரமானியாகும். இதன் நடுப்பாகம் C, கூம்புமுனைகளையுடைய உட்குழிவான உருளையாக அமைக்கப்படுகின்றது. இவ்வுருளையின் மேலுள்ள தண்டு B இல் நிலையான குறியொன்று வரையப்பட்டிருக்கும். இத் தண்டின் உச்சியில் ஒரு தட்டு A பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றது. உருளையின் கீழ் முனையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் பாரமான வாளி, நீரமானியை நிலைக்குத்தாக மிதக்கச் செய்கின்றது.

நிக்கல்சனின் நீரமானியால் திரவமொன்றின் தன் எரிப்பைக் காணுதல்

சுத்தமாக நன்கு துடைத்த நிக்கல்சனின் நீரமானியின் நிறை (w) ஐக் காண்க. இதனை நீரில் மிதக்கவிட்டு, அதன் தண்டிலுள்ள அடையாளம் வரை அமிழ்த்தக்கதாக தட்டு A இல் நிறைகளை இடுக. இதன் பெறுமானம் (w<sub>1</sub>) ஐக் குறிக்க. எனவே இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை (w + w<sub>1</sub>) கிராம் ஆகும். இந்த நீரமானியை தரப்பட்ட திரவத்தில் மிதக்கவிட்டு, தட்டு A இல் நிறைகளை யிட்டு அதன் தண்டிலுள்ள அடையாளம் வரை



படம் 20

திரவத்தில் அமிழ்ச்செய்க தட்டிலிட்ட நிறை  $w_2$  கிராம் ஆயின் இடம் பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை  $(w + w_2)$  கிராம் ஆகும்.

$$\begin{aligned} \text{எனவே திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{\text{இடம்பெயர்த்த திரவத்தின் நிறை}}{\text{இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{w + w_2}{w + w_1} \end{aligned}$$

2. ஒரு திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பைக் காணல்

நிக்கல்சனின் நீர்மானி நீரில் மிதக்கும்போது அதன் தண்டில் காணும் குறிமட்டும் அதை அமிழ்த்த மேல்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை  $(w)$  ஐக் காண்க. நிறைகளை நீக்கியபின் மேல்தட்டில் பொருளை வைத்து குறிமட்டும் அமிழ்த்த அதனோடு இடவேண்டிய நிறை  $(w_1)$  ஐ அறிக. பின்பு, பொருளை வானியில் வைத்து நீர்மானியைக் குறிமட்டும் அமிழ்த்துவதற்கு மேல்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை  $(w_2)$  ஐக் காண்க.

$$\text{பொருளின் நிறை} = w - w_1 \text{ கி.}$$

$$\text{பொருள் இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை} = w_2 - w_1 \text{ கி.}$$

$$\text{எனவே பொருளின் தன்னீர்ப்பு} = \frac{w - w_1}{w_2 - w_1}$$

உதாரணங்கள்

1. 100 க. சமீ. கனவளவுள்ள ஒரு திண்மத்தை முறையே (a) நீரிலும் (b) 0.8 தன்னீர்ப்புள்ள எண்ணெயிலும் அமிழ்த்தும்போது ஏற்படும் மேல்முகத்தாக்கத்தைக் காண்க.

$$\begin{aligned} \text{(a) மேல்முகத்தாக்கம்} &= \text{இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறை} \\ &= \text{கனவளவு} \times \text{அடர்த்தி} \\ &= 100 \times 1 = 100 \text{ கிராம் நிறை} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b) திரவத்தில் மேல்தாக்கம்} &= \text{கனவளவு} \times \text{அடர்த்தி} \\ &= 100 \times 0.8 \\ &= 80 \text{ கிராம் நிறை} \end{aligned}$$

2. தக்கைத் துண்டொன்றின் நிறை வளியில் 5 கிராம். நீரினுள் 35 கிராம் நிறுக்கும் உலோகத்துண்டொன்றால் தக்கை முற்றாக அமிழ்த்தப்படுகிறது. நீரினுள் இரண்டினதும் நிறை 20 கி. ஆயின் தக்கையின் அடர்த்தியைக் காண்க.

வளியில் தக்கையின் நிறை = 5 கி.  
 (வளியில் தக்கை + நீரில் உலோகத்துண்டு) நிறை = 5 + 35 = 40 கி.  
 நீரில் (தக்கை + உலோகத்துண்டு) நிறை = 20 கி.

$$\begin{aligned} \text{இடம் பெயர்த்த நீரின் நிறை} &= 40 - 20 \\ &= 20 \text{ கி.} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{தக்கையின் அடர்த்தி} = \frac{5}{20} = 0.25 \text{ கி/க. சமீ.}$$

3. நிக்கல்சனின் நீரமானியைத் தண்டிற் குறித்த அடையாளம் வரை நீரில் அமிழ்த்துவதற்கு வேண்டிய நிறை 20.42 கிராம். பின் பொருளை மேல்தட்டிலும், கீழ்த்தட்டிலும் வைத்து அதே அடையாளத்திற்கு அமிழ்த்துவதற்கு வேண்டிய நிறைகள் முறையே 10.21, 14.67 கிராம்களாகும். பொருளின் தன்னீர்ப்பென்ன?

$$\begin{aligned} \text{வளியில் பொருளின் நிறை} &= 20.42 - 10.21 = 10.21 \text{ கி.} \\ \text{நீரில்} &= 20.42 - 14.67 = 5.75 \text{ கி.} \\ \text{பொருள் நீரில் இழந்த நிறை} &= 10.21 - 5.75 = 4.46 \text{ கி.} \\ \therefore \text{தன்னீர்ப்பு} &= \frac{10.21}{4.46} = 2.29 \end{aligned}$$

4. சுமையேற்றப்பட்ட, சீரான முகப்பரப்பையுடைய சோதனைக் குழாய் ஒன்று, 0.8 தன்னீர்ப்புடைய திரவத்தில் முக்கால் பாகம் அமிழ்ந்த நிலையிலிருக்க மிதக்கிறது. நீரில் மிதக்கவிட்டால், இதன் அமிழ்ந்த பாகம் குழாயின் என்ன பின்னமாகும்?

$$\begin{aligned} \text{சோதனைக் குழாயின் கனவளவு} &= v \text{ க. சமீ. என்றும்} \\ \text{நீரில் அமிழ்ந்த குழாயின் பாகத்தின்} & \\ \text{கனவளவு} &= x \text{ க. சமீ. என்றும்} \\ &\text{கொள்க.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{திரவத்தில் அமிழ்ந்த குழாயின் பாகத்தின்} & \\ \text{கனவளவு} &= \frac{3}{4} v \text{ க. சமீ.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{சோதனைக் குழாயின் நிறை} &= \frac{3}{4} v \times 0.8 \\ &= 0.6 v \text{ கிராம்} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{குழாய் இடம்பெயர்க்கும் நீரின் நிறை} &= x \text{ கிராம்} \\ \text{மிதப்பு விதியின்படி,} & \quad x = 0.6 v \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{x}{v} = 0.6$$

$$\begin{aligned} \text{எனவே நீரில் அமிழ்ந்த குழாயின் பாகம்} &= \frac{x}{v} = 0.6 \\ &= \frac{3}{5} \end{aligned}$$

மேற்பரப்பிழுவிசை

**பிணைவு (cohesion):** பொருள்சளிலுள்ள மூலக்கூறுகள் இயல்பாக ஒன்றையொன்று கவருகின்றன. ஒரே இன மூலக் கூறுகளிலுள்ள இக் கவர்ச்சி **பிணைவு விசை** எனப்படும்.

இவ் விசை திண்மப் பொருள்களிற் கூடுதலாக இருக்கின்றது. திரவங்களிற் குறைவாக இருக்கின்றது. வாயுக்களில் மிக மிகக் குறைவாக இருக்கின்றது.

**ஓட்டற் பண்பு: (adhesion)**

காரீயப் பென்சிலால் ஒரு காகிதத் தாளில் எழுதும்போது காரீயம் தாளில் ஒட்டிக்கொள்கிறது.

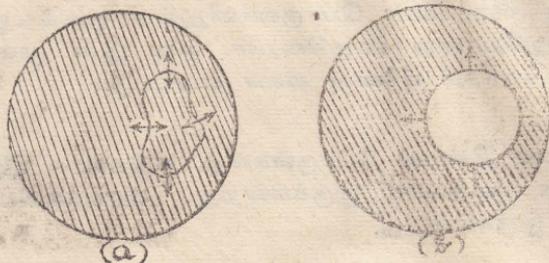
பசைகள், சீமேந்து போன்றவற்றிலுள்ள மூலக் கூறுகள் மற்றப் பொருட்களோடு பலமாக ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன. இவ்வாறு வெவ்வேறு இன மூலக் கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி **ஓட்டற் பண்பு** எனப்படுக.

ஒரு குண்டுசியை ஒத்துத்தாளில் வைத்து ஒரு முகவையிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்க விடுக. சிறிது நேரத்தில் தாள் அமிழ்ந்து போகும். ஆனால் குண்டுசி நீரின்மீது மிதக்கும். நீரின் மேற்பரப்பில் ஊசியினடியில் சிறுபதிவு ஏற்படுவதை அவதானிக்க. இவ்வாறு ஈர்க்கப்பட்ட இரப்பர்த் தாள் ஒன்றைப் போல், திரவங்களின் மேற்பரப்பிலுள்ள **பிணைவு விசை** அதனுள் பிறபொருட்கள் புகாது மேற்பரப்பில் தாங்க முயல்கின்றது. திரவங்களின் மேற்பரப்பின் இத்தன்மை **மேற்பரப்பிழுவிசை** எனப்படும்.

திரவங்களின் பரப்பு, மேற்பரப்பிழு விசையினால் இறுகி அதி குறைந்த பரப்பளவை அடைய முயல்கின்றது. சவற்காரக் குமிழ் சிறு இரசத் துளிகள் கோளவடிவுடையவையாயிருப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும். பெருந்துளிகளின் வடிவம் கோளமாயிருப்பதில்லை. ஏனெனில் புவியீர்ப்பு அவற்றைத் தட்டையாக்க முயல்கிறது.

**உதாரணம்**

கம்பிவளையம் ஒன்றில் சவற்காரக் கரைசற் படலம் ஒன்று உண்டாக்கத்தக்கதாக சவர்க்காரக் கரைசலில் அதனைத் தோய்த்தெடுக்க.

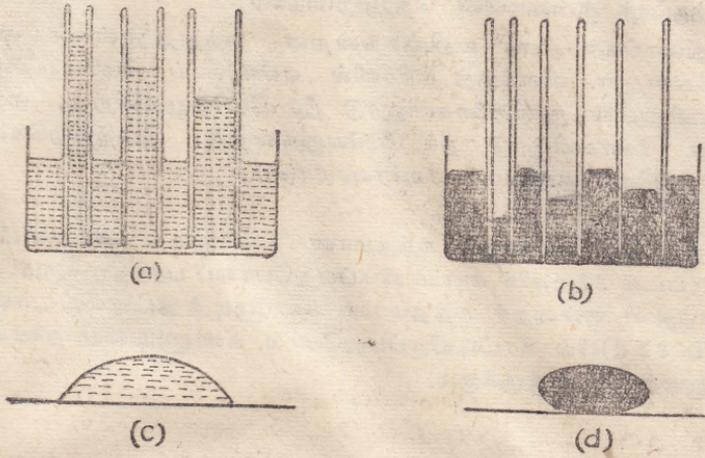


படம் 21

இப் படலத்தின் மேல் மெல்லிய நூல் தடம் ஒன்றை மெதுவாக இடுக. நூல்தடம் போட்டவாறே கிடக்கும் (படம் 21 a) இத் தடத்தினுள் உள்ள படலத்தை ஓர் ஊசியினால் உடைத்தால், தடம் உடனே வட்டவடிவமாக இழுக்கப்படும் (படம் 21b) இதனால் உடையாத பாகம் இழிவு பரப்புடையதாகிறது. இது படலத்தில் உள்ள மேற்பரப்பிழுவிசை அதன் பரப்பை கூடிய அளவு குறைக்க முயல்கிறது என்பதைக் காட்டுகின்றது.

மேற்பரப்பிழுவிசையினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

1. சவற்காரக் கரைசலை வைக்கோல் குழாயினால் தொட்டு ஒரு குமிழ் ஊதுக இக்குமிழ் அதன் முனையில் இருக்கும்போது ஊதுவதை நிறுத்தினால், குமிழ்ப் படலத்திலுள்ள மேற்பரப்பிழுவிசை குமிழை அழுக்கி குழாயினூடு காற்றை வெளியே தள்ளுவதை அவதானிக்கலாம்.
2. இரசத் துளியை ஊசியொன்றினால் தொடுக. அதன் மேற்பரப்பு ஈர்க்கப்பட்ட மென்சவ்வு ஒன்று வளைவதைப் போல வளையும்.
3. தலைமயிர் நனைந்திருக்கும் பொழுது மேற்பரப்பிழுவிசை தலையோடு அதை ஒட்டி இருக்கச் செய்கிறது.
4. நெய் பூசிய கண்ணாடித் தட்டொன்றில் சிறிதளவு நீரை ஊற்றினால், அது சிறு துளிகளாகப் பிரிந்து இருப்பதைக் காணலாம்.
5. சில பூச்சிகள் நீரின் மேற்பரப்பில் அமிழ்ந்துவிடாது நடக்கின்றன. நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசை அவைகளைத் தாங்கிக் கொள்கிறது. நீரின்மேல் மண்ணெண்ணெய் போன்ற திரவங்களை ஊற்றினால் அதன் மேற்பரப்பிழுவிசை குறைந்துவிடுகிறது. இதனால் இந்தப் பூச்சிகள் வாழமுடியாது அற்றுப்போகின்றன,



படம் 22

மயிர்த்துளைத்தன்மை

சுத்தமான பலவேறு மயிர்த்துளைக் குழாய்களை நீருள் அமிழ்த்தினால், நீர் துளைகளினுள் வெளிமட்டத்திலும் பார்க்க உயர்ந்து நிற்பதைக் காணலாம். இதனை மயிர்த்துளைத்தன்மை என்கிறோம். ஒடுங்கிய துளையில் நீர் கூட உயரும். (படம் 22 a)

விளக்கம்:

1. குழாய்க்கும் நீருக்கும் உள்ள ஒட்டற்பண்பு விசை நீரின் மூலக் கூறுகளை குழாயின் பக்கங்களோடு ஒட்டி உயரச் செய்கிறது. ஆனால் நீரிலுள்ள பிணைவு விசை இதனை எதிர்த்து நீரின் மூலக் கூறுகளை ஒன்றாக்க முயல்கிறது. ஒட்டற்பண்பு விசை, நீரின் பிணைவு விசையிலும் பார்க்கக் கூடும் அளவிற்கு நீரின் மூலக் கூறுகள் குழாயின் உட்கவர்களில் ஒட்டி மேலேறுகின்றன. மேலிழுக்கும் விசை நீர் நிரலின் நிறைக்குச் சமமாகும்வரை நீர் மேலேறும். நீர் நிரல் சமநிலை அடையும்போது, குழாயின் உட்கவருடன் மருவிய நீரின் பாகம் சிறிது கூட உயர்ந்து, நடுப்பாகம் பதிந்து நீரின் மேற்பரப்பு உட்குழிவாயிருக்கும்.

2. இரசத்தில் பலவேறு மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் அமிழ்த்தப் பட்டால் குழாய்களினுள்ளேயுள்ள இரசமட்டம் வெளிமட்டத்திலும் பார்க்கப் பதிவாகவிருக்கும் (படம் 22 b)

இரசத்திலுள்ள பிணைவுவிசை, இரசமூலக் கூறுகளுக்கும் குழாய்க்கும் உள்ள ஒட்டற்பண்பு விசையிலும் கூட இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். இரசத்தின் மேற்பரப்பின் மட்டம் குவிந்திருக்கும். ஒடுங்கிய துளையில் இரசமட்டம் கூடியளவு பதிந்திருக்கும்.

மயிர்த்துளைத் தன்மையின் தொழிற்பாடுகள்,

துவாய்கள் நீரை உறிஞ்சுகின்றன ஒத்துத்தாள்கள் மையை இழுக்கின்றன. விளக்குத் திரிகளில் எண்ணெய் மேலேறுகின்றது. மண்ணிலுள்ள நுண்துளைகளினூடு நீர் மேலேறுகின்றது. தாவரங்களின் வேர்களினூடு நீர் மேலேறுகின்றது. இவற்றிற்கெல்லாம் மயிர்த்துளைத் தன்மையே காரணமாகும்.

நீர்த்துளி ஒன்றைச் சுத்தமான கண்ணாடித் தட்டிலிட்டால், அது (படம் 22 c)யில் காட்டியிருப்பதுபோலப் பரந்திருக்கும். ஆனால் இரசத்துளி ஒன்றைச் சுத்தமான கண்ணாடித் தட்டிலிட்டால், அது (படம் 22 d)யில் காட்டியிருப்பதுபோல், கண்ணாடியை நனைக்காது, ஒன்றாகத் திரண்டிருக்கும்.

### வினாக்கள்

(1 க. அடி நீரின் நிறை 62.5 இரூ. எனக் கொள்க)

1. மிதப்பு விதிகளைக் கூறுக.

15 அடி அகலம், 40 அடி நீளமான ஒரு மிதவை வள்ளத்தில் ஒரு லொறி (lorry) ஏற்றப்பட்டதும், மிதவை 4 அங்குலம் அமிழ்ந்தது. லொறியின் நிறையைக் காண்க.

[விடை: 12500 இரூ.]

2. நீருள் இருக்கும்போது 1625 இரூ. விசையினால் தாக்கப்படும் 4 க. அடி. கனவளவுள்ள நங்கூரம் (i) இடம்பெயர்க்கும் நீரின் நிறை என்ன? (ii) வளியில் அதன் நிறை என்ன? (iii) நங்கூரத்தின் தன்னீர்ப்பென்ன?

[விடை: (i) 250 இரூ. (ii) 1875 இரூ. (iii) 7.5]

3. ஆக்கிமிடசின் விதியைக் கூறி, அதனை வாய்ப்புப் பார்க்க ஒரு பரிசோதனை தருக.

ஓர் உலோகக் குற்றி வளியில் 108 கிராமும், நீரில் 68 கிராமும் நிறுக்கிறது. அவ்வுலோகத்தின் அடர்த்தியைக் காண்க. அது பரபினில் 76 கிராம் நிறையுடையதாயின், பரபினின் அடர்த்தியைக் காண்க.

[விடை: 2.7 கி/க.சமீ., 0.8/கி/க.சமீ.]

4. 4 சமீ. பக்கங்கடையுடைய கனக்குற்றி ஒன்றின் மேல்முகம் நீரின் மேற்பரப்பிலிருந்து 10 சமீ. ஆழத்தில் இருக்கிறது. கனக்குற்றியின் மேல்முகத்திலும், கீழ்முகத்திலும் ஏற்படும் உதைப்புக்களைக் கணித்து, அவற்றிலிருந்து விளைவு மேலுதைப்பைக் கணிக்க. இதைப் பயன்படுத்தி ஆக்கிமிடசின் விதியை நிறுவுக. மற்ற முகங்களில் ஏற்படும் உதைப்புக்களையும் கணிக்க.

[விடை: 160 கி. நிறை, 224 கி. நி., 64 கி. நி., 192 கி. நி. ஒவ்வொன்றிலும்]

5. 7.5 கி/க. சமீ. அடர்த்தியுள்ள, உட்குழிவான இருப்புக்கோளம் வளியில் 20 கிலோகிராமும், நீரில் 16 கிலோகிராமும் நிறையுள்ளதாக இருக்கின்றது. இக் கோளத்திலுள்ள உட்குழிவின் கனவளவைக் காண்க.

[விடை:  $1\frac{1}{3}$  இலீற்றர்]

6. அரைவாசிவரை நீரினால் நிரப்பப்பட்ட முகவை ஒன்று, விற்றராசில் நிறுக்கப்படுகிறது. ஒரு  $\frac{1}{2}$  இரூ. நிறையானது நூலில் கட்டி, முகவையின் பக்கங்களிலும், அடித்தளத்திலும் முட்டாது நீரினால் முற்றாக அமிழும்வரை பதக்கப்படுகிறது. விற்றராசின் அளவையில் ஏற்பட்ட மாற்றம் ஓர் அவுன்ஸ். இம்மாற்றத்தினால் ஏற்படும் விற்றராசின் வாசிப்பு முன்னிலும் கூடவா அல்லது குறையவா? இம்மாற்றத்துக்குக் காரணம் தருக. அதன் அடித்தளத்தில் நிறையை பொறுக்கவிட்டால் விற்றராசின் வாசிப்பில் என்ன மாற்றம் ஏற்படும்? நிறையின் பதார்த்தத்தின் தன்னீர்ப்பைக் கணிக்க.

[விடை: வாசிப்பு பூச்சியம், 8]

7. நிக்கல்சனின் நீரமானி ஒன்றைக் குறித்த அடையாளம்வரை நீரில் அமிழ்த்த 125 கிராம் தேவைப்பட்டது. ஒரு சிறு திண்மம் அதன் மேல்தட்டில் இருக்கும்பொழுது 53 கிராம் நிறையும், அது கீழ்வாளியுள் இருக்கும்போது 63 கிராம் நிறையும் அவ்வடையாளம்வரை நீரமானியை அமிழ்த்தத் தேவைப்பட்டன. திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பு என்ன?

[விடை: 7.2]

8. மேற்பரப்பிழுவிசை என்றால் என்ன? இதனை விளக்க முன்று உதாரணங்கள் தருக.
9. பின்வரும் பதங்களை விளக்குக. (a) பிணைவு விசை (b) ஒட்டற் பண்பு (c) மயிர்த்துளைத் தன்மை.

10. அடர்த்திக்கும், தன்னீர்ப்புக்கு முள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமை களை விளக்குக ஒரு தரப்பட்ட நீளமுள்ள அலுமினியக் கம்பியின் தன்னீர்ப்பை எவ்வாறு காணலாம் என்பதை விவரிக்க.

அலுமினியக் குற்றியொன்றின் நிறை வளியில் 8 இரூத்தலும், நீரில் 5 இரூத்தலுமாகும். 1 கன அடி நீரின் நிறை 62½ இரூ. ஆனால், அதன் அடர்த்தியை இரூ/க. அடியிற் காண்க. [விடை: 16½ இரூ/க. அடி]

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

- தன்னீர்ப்பை விளக்குவதற்கு பயன்படாத ஓர் வாக்கியம்.
  - ஒரு பொருளின் நிறைக்கும், அதே கனவளவுள்ள நீரின் நிறைக்குமுள்ள விகிதம்.
  - ஒரு பொருளின் திணிவுக்கும், அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவுக்குமுள்ள விகிதம்
  - ஒரு பொருளின் அடர்த்திக்கும், நீரின் அடர்த்திக்குமுள்ள விகிதம்.
  - ஒரு பொருளின் கனவளவுக்கும், அதே நிறையுடைய நீரின் கனவளவுக்கும் உள்ள விகிதம்.
- பொருளொன்று ஒரு திரவத்தினுள் முற்றுக அமிழ்ந்து மிதப்பதற்கு அது இடம்பெயர்த்த திரவத்தின்
  - கனவளவு அதன் கனவளவுக்குச் சமனாயிருக்க வேண்டும்
  - அடர்த்தி அதன் அடர்த்திக்கு சமனாயிருக்க வேண்டும்
  - நிறை அதன் நிறையிலும் கூடவாயிருக்க வேண்டும்
  - அழுக்கம் அதன் நிறைக்குச் சமனாயிருக்க வேண்டும்
- வைக்கோற் குழாயினூடாகப் பானங்கள் உறிஞ்சும் போது, அவை அதனுள் ஏறுவதற்குப் பிரதான காரணம்.
  - மயிர்துளைத் தன்மை
  - மேற்பரப்பிழுவிசை
  - அழுக்க வித்தியாசம்
  - மேற்கூறிய மூன்றும்

4. பொருள் ஒன்று நீரின்மேல் மிதக்கும்போது
- அதன் நிறை இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறையிலும் கூடவாகும்.
  - அதன் நிறை இடம்பெயர்த்த நீரின் நிறையிலும் குறைவாகும்.
  - அதன் கனவளவு இடம்பெயர்க்கும் நீரின் கனவளவிலும் கூடவாகும்.
  - அதன் கனவளவு இடம்பெயர்க்கும் நீரின் கனவளவிலும் குறைவாகும்.
5. கட்டையொன்று, அதன் கனவளவில் 40 க. சமீ. நீரினுள் இருக்கும்படி மிதக்கும்பொழுது, அதன் நிறை
- 40 கிராமிலும் கூட இருக்கும்
  - 40 கிராமிலும் குறைய இருக்கும்.
  - 40 கிராம்
  - சொல்ல முடியாது.
6. ஓர் இரும்புத் தகடு நீரில் ஆழும், ஆனால் இதனால் செய்யப் பட்ட கிண்ணம் மிதப்பதற்குக் காரணம்
- ஆழும்போது தகடு நீரை இடம்பெயர்ப்பதில்லை
  - மிதக்கும்போது இடம்பெயர்த்த நீரின் திணிவு, ஆழும் போது இடம்பெயர்த்த நீரின் திணிவுக்குச் சமனாகும்.
  - மிதக்கும்போது இடம்பெயர்த்த நீர், ஆழும்போது இடம்பெயர்த்த நீரிலும் குறைவாகும்.
  - மிதக்கும்போது இரும்பு இடம்பெயர்க்கும் நீரின் அளவு, முற்றாக ஆழும்போது இடம்பெயர்க்கும் நீரிலும் கூடவாகும்.
7. கடலிலிருந்து ஆற்றினுள் ஒரு கப்பல் போகும்பொழுது அதன் அமிழ்ந்த பாகம்.
- முந்தியதிலும் கூடும்
  - முந்தியதிலும் குறையும்
  - மாறாதிருக்கும்
  - கூடிப் பின் குறையும்.
8. பொருளொன்று நீரில் முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும்போது, அதன் தோற்ற நிறை 60 கி., வேறொரு திரவத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் போது அதன் நிறை 50 கி., இவ்வளவைகளிலிருந்து நாங்கள் கணிக்கக்கூடியது.
- அப்பொருளின் அடர்த்தி
  - திரவத்தின் தன்வீர்ப்பு
  - திரவத்தின் மேலுதைப்பு
  - மேற்கூறிய ஒன்றும்ல்ல

9. தராசுத்துலா ஒன்றின் ஒரு முனையில் தொங்கும் கண்ணாடித் துண்டொன்று, மறுமுனையில் தொங்கும் ஈயக் குண்டைச் சம நிலைப்படுத்துகிறது. இவை இரண்டையும் நீரில் அமிழ்த்தினால் துலா (i) ஈயக் குண்டுப் பக்கம் தாழும் (ii) கண்ணாடிக் குண்டுப் பக்கம் தாழும், (iii) சமநிலையிலிருக்கும் (iv) ஆடிக் கொண்டேயிருக்கும்.
10. ஒரே இன மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் கவர்ச்சி.  
(i) ஒட்டற்பண்பு விசை (ii) பிணைவு விசை (iii) மயிர்த்துளைத் தன்மை (iv) புவிஈர்ப்பு விசை
11. நீருள்ள இரு பாத்திரங்களின் அடிப்பாகத்தைக் குழாயொன்றினால் தொடுத்தால், அவற்றின் நீர் மட்டம் சமமாகும்வரை உயர்கிறது. இதற்குக் காரணம் (i) மயிர்த்துளைத் தன்மை (ii) மேற்பரப்பிழுவிசை (iii) பாத்திரங்களின் வடிவம் (iv) அடிப்பாகங்களிலுள்ள அழுக்கங்கள் சமமாதல்
12. பின்வருவனவற்றுள் மயிர்த்துளைத்தன்மையில் தங்காதது எது?  
(i) பேனாப் பிளவில் மை வருதல் (ii) தாவரங்களின் தண்டில் நீர் ஏறுதல் (iii) விளக்குத் திரியில் எண்ணெய் ஏறுதல் (iv) நெய் தடவிய கண்ணாடித்தட்டில் நீர்த்துளிகள் நின்றல்
13. ஐதரசன் நிரப்பப்பட்ட பலூன் வளியில் மேல்நோக்கி எழும்புவது (i) வளி அழுக்கம் மேலே செல்லச் செல்ல குறைவாயிருப்பதனால் (ii) அது இடம்பெயர்க்கும் வளியினால் ஏற்படும் மேலுதைப்பு அதன் நிறையிலும் கூட இருப்பதால் (iii) பலூனும் ஐதரசனும் பாரமற்ற தன்மையுடையதனால் (iv) மேற்கூறிய ஒன்றினாலும் அல்ல,
14. ஒரு சிறு இரசத்துளியைச் சுத்தமான கண்ணாடித் தட்டிலிட்டால், அது, (i) அதில் பரந்து இருக்கும் (ii) கோளவடிவியுடையதாயிருக்கும். (iii) தட்டைத் துளி வடிவியுடையதாகும். (iv) மேற்சொன்ன எல்லா மாதிரியும் இருக்கும்.
15. ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக்குழாயை இரசத்தாழியில் நிலைக்குத் தாக அமிழ்த்தினால்  
(i) அதனுள் ஏறிய இரசமட்டம் வெளிமட்டத்திலும் பார்க்கப் பதிந்திருக்கும்.  
(ii) அதனுள் ஏறிய இரசமட்டம் வெளிமட்டத்திலும் பார்க்க உயர்ந்திருக்கும்.  
(iii) அதனுள் ஏறிய இரசமட்டம் வெளிமட்டத்தளவு இருக்கும்.  
(iv) அதனுள் இரசம் ஏறாதிருக்கும்.

## அலகு 3

வெப்பம், வெப்பமானிகள், திண்மங்களின் விரிவு  
திரவங்களின் விரிவு, நீரின் விரிவு

### வெப்பம்

வெப்பத்தின் இயல்புகளைத் தெரிந்துகொண்ட இன்றைய மனிதனுக்கு, வெப்பம் ஒரு சிறந்த இன்றியமையாத ஊழியனாக இருக்கின்றது. உணவைச் சமைப்பதற்கும், உலோகங்களை உருக்கி வேண்டிய வடிவில் சுருங்களை உருவாக்குவதற்கும், புகைவண்டிகளையும் மற்றும் இயந்திரங்களையும் இயக்குவிப்பதற்கும், இன்னும் இது போன்ற எத்தனையோ ஆயிரக்கணக்கான சுருமங்களைச் செய்வதற்கும் வெப்பம் பயன்படுகிறது.

### வெப்பமுதலிடங்கள்

வெப்பத்தின் ஒரு பேரூற்றாய் விளங்குவது சூரியனாகும். எனினும், இன்னும் பலமுறைகளாலும் வெப்பத்தைப் பெறலாம். சரி. விறகு, வாயுக்கள், எண்ணெய் போன்ற எரிபொருட்கள் எரியும்போது ஏற்படும் இரசாயன மாற்றங்கள் அதிக வெப்பத்தைத் தருகின்றன. மின்சாரம் பாயும்போதும், உராய்வு நிகழும் போதும் வாயுக்களை அழுக்கும் போதும் வெப்பம் உண்டாகின்றது.

### வெப்பத்தின் விளைவுகள்

ஒரு பொருளை வெப்பமாக்கினால் அப்பொருளில் பின்வரும் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம். (1) வெப்பநிலை உயர்தல் (2) நிலை மாற்றம் (உருகுதல், ஆவியாதல்) (3) விரிவடைதல்.

### வெப்பநிலை

ஒரு பொருளை வெப்பமாக்கினால், படிப்படியாக அதிலுள்ள வெப்பம் அதிகரிக்கும். ஒரு பொருளின் வெப்பப்படிநிலையே (degree of hotness) அதன் வெப்பநிலை எனப்படும். தொடட்டுக்கொண்டிருக்கும் இரு பொருட்களுக்கிடையே ஒன்றிலிருந்து ஒன்றுக்கு வெப்பம் பாயுமாயின், அது எத்திசையில் பாயுமென்பதை அவற்றின் வெப்பநிலை நிர்ணயிக்கிறது.

### வெப்பமானிகள்

வெப்பநிலையை அளவிடப் பயன்படும் சுருங்குகள் வெப்பமானிகள் எனப்படும். பொதுவாக சதமவளவை வெப்பமானிகள் பரணேற்று

வெப்பமானிகள் என இருவகை வெப்பமானிகளே பெரிதும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில், திரவங்களில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் விரிவு வெப்பநிலையை அளவிடப் பயன்படுகிறது.

### வெப்பமானிகளை அமைத்தல்

குழாய் தேர்தலும் குமிழ் ஊதுதலும்

ஒரு வெப்பமானியை அமைப்பதற்கு, ஒரு சீரான மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். மயிர்த்துளை சீரானதாவெனச் சோதிப்பதற்கு, இரசவிழை ஒன்றைக் குழாயினுள் எடுத்து குழாயின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு அதனை நகர்த்தி அதன் நீளத்தை அளந்து குறித்துக்கொள்க. நீளம் எல்லா இடங்களிலும் சமமாக இருந்தால் குழாய் ஒரு சீரான துளையுடையது எனத் துணியலாம். இப்படியான ஒரு சீரான மெல்லிய துளையுடைய குழாயொன்றைச் சுத்தமாக்கி, அதன் ஒரு முனையை உருக்கி மூடி, அதில் தகுந்த டிரம்மனுடைய ஒரு குமிழை ஊதுக,

இரசம் நிரப்புதல்

குழாயின் திறந்த வாயை, தாழியொன்றிலுள்ள இரசத்தினுள் அமிழ்ந்திருக்கக் தக்கதாக வைத்து, குமிழை மெதுவாக வெப்பமாக்கினால் உள்ளேயுள்ள வளி விரிவடைந்து, இரசத்தினூடு குமிழ்களாக வெளியேறும். பின் குளிர்ந்ததும் இரசம் மேலேறிக்க குமிழ்க்குட் செல்லும். வெப்பமானியை வெளியே எடுத்து, இரசம் கொதிக்கும்வரை குமிழை வெப்பமாக்கினால், இரச ஆவி வளியை முற்றாக வெளியேற்றிவிடும், இப்பொழுது குழாயின் திறந்தவாயைக் கவிழ்த்து இரசத்தாழியில் அமிழ்த்தினால், குழாய் குளிர்ந்ததும் இரசம் மேலேறிக்க குழாயையும் குமிழையும் முற்றாக நிறைக்கும்.

இரசம் நிறைந்தபின். வெப்பமானியை வெளியே எடுத்து அதனால் அளவிடப்படவேண்டிய அதி உயர்ந்த வெப்பநிலையிலும் சிறிது கூடிய வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துக. இந்நிலையில் குழாயின் மேல் முனையை, சுவாலையில் வெப்பமாக்கி உருக்கி மூடுக.

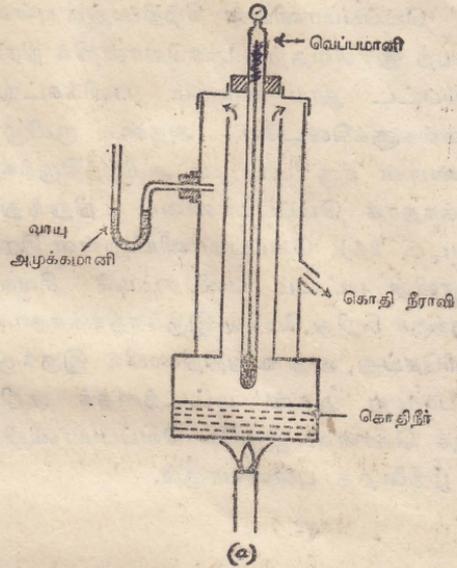
அளவு கோட்டல்

எல்லாவிதமான வெப்பமானிகளுக்கும் அளவு கோடுகளிடும் போது, இலகுவில் பெறத்தக்க இரு நிலைத்த புள்ளிகளை முதலிற் குறித்து அவ்விரு புள்ளிகளின் இடைத் தூரத்தை ஒரு குறித்த தொகையான சமபாகங்களாகப் பிரித்தல்வேண்டும். இந்நிலைத்த புள்ளிகளுள் ஒன்று மேல்நிலைத்தபுள்ளி என்றும், மற்றது கீழ்நிலைத்த புள்ளி என்றும் அழைக்கப்படும்.

சாதாரணமாகச் சதம வெப்பமானிகளையும், பரணற்று வெப்பமானிகளையும் அமைக்கும்போது

1. நியம வளிமண்டல அழுக்கமாகிய 76 சமீ. இரச அழுக்கத்தில் கொதிக்கும் நீரின் ஆவியின் வெப்பநிலை மேல்நிலைத்த புள்ளியாகவும்

2. சுத்தமான உருகும் பனிக்கட்டியின் வெப்பநிலை கீழ்நிலைத்த புள்ளியாகவும் கொள்ளப்படுகின்றது.



படம் 23

மேல்நிலைத்த புள்ளியைத் தீர்மானித்தல்

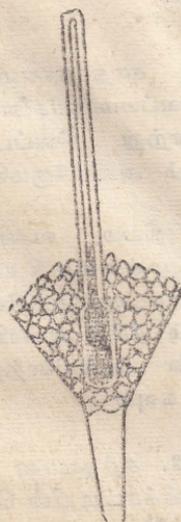
படம் 23 இல் உள்ளது போன்ற அமைப்புடைய ஒரு கொதி கலம் உயரமானி எனப்படுகின்றது. கலத்தினுள் உள்ள ஆவியின் அழுக்கம் வளியழுக்கத்திற்குச் சமமாக விருக்கின்றதா என்பதைத் துணிவதற்கு, இரசநிரலைக்கொண்ட U வடிவக் குழாய் (வாயு அழுக்கமானி) இக் கலத்துடன் பொருத்தப்படுகின்றது.

ஒரு வாயு அழுக்கமானி பொருத்திய உயரமானி அளவு குறிக்கப்படாத வெப்பமானியின் மேல்நிலைத்த புள்ளியைத் துணிவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. வெப்பமானியின் குமிழ், நீரின் மேலிருக்கத் தக்கதாக அதை உயரமானியின் தக்கையில் பொருத்துக. உயரமானியின் அடியிலுள்ள நீரை ஒருசீராக வெப்ப மேற்றிக் கொதிக்க வைக்க. வெப்பமானியின் இரச மேல்மட்டம் உறுதிநிலை அடைந்ததும் அதைக் குறித்துக்கொள்க. இதுவே வெப்பமானியின் மேல்நிலைத்த புள்ளியாகும்.

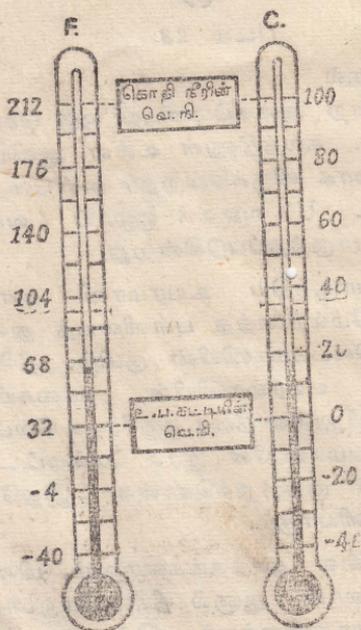
குறிப்பு: நீரினது கொதிநிலை அதிலுள்ள அசுத்தங்களாலும், மிகை வெப்பமேற்றலாலும் மாறுபடலாம். ஆனால் நீரின் மேலுள்ள கொதிநீராவியின் வெப்பநிலை மாறுதிருக்கும். இக் காரணத்தினாலேயே வெப்பமானியின் குமிழ் நீருக்கு மேலுள்ள ஆவியில் வைக்கப்படுகிறது.

கீழ்நிலைத்த புள்ளியைத் தீர்மானித்தல்

வெப்பமானியின் கீழ்நிலைத்த புள்ளியைத் துணிவதற்கு புனலொன்றில் நிரப்பப்பட்ட தூய உருகும் பனிக்கட்டிச் சேவல்களுக்கிடையே, அதன் குமிழும் தண்டின் ஒரு பாகமும் அமிழ்த்திருக்கத்தக்கதாக வெப்பமானியை நிறுத்துக (படம் 24). வெப்பமானியிலுள்ள திரவ நிரலின் மட்டம் பனிக்கட்டிச் சேவல்களுக்குச் சிறிது மேலே இருக்கத்தக்கதாகச் சரிசெய்து, அது உறுதிநிலையில் இருக்கும் பொழுது அதன் மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்க. இதுவே வெப்பமானியின் கீழ்நிலைத்த புள்ளியாகும்.



படம்: 24



பரீனற்று, சதமவளவை வெப்பமானியின்

படம் 25

இவ் வெப்பமானியைச் சதமவளவை வெப்பமானியாக்கவேண்டுமாயின் இதன் கீழ்நிலைத்த புள்ளி  $0^{\circ}\text{C}$  என்றும் மேல்நிலைத்த புள்ளி  $100^{\circ}\text{C}$  என்றும் குறித்து, இவற்றின் இடைத்தூரத்தை 100 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கவேண்டும் (படம் 25). ஒவ்வொரு பாகமும் ஒரு பாகை C ஐ குறிக்கிறது. இதனைப் பரீனையிற்று வெப்பமானி ஆக்கவேண்டுமாயின் கீழ்நிலைத்த புள்ளியை  $32^{\circ}\text{F}$  என்றும், மேல்நிலைத்த புள்ளியை  $212^{\circ}\text{F}$  என்றும் குறித்து, இடைத்தூரத்தை 180 சமபாகங்களாகப் பிரித்தல் வேண்டும் (படம் 25). ஒவ்வொரு பாகமும் ஒரு பாகை F ஐக் குறிக்கிறது.

வெப்பநிலை அளவுத்திட்ட மாற்றங்கள்

படம் 25 சதமவளவை, பரனைற்றளவை வெப்பமானிகளைக் காட்டுகிறது. இவற்றில்

100 சதமவளவைப் பாகங்கள் = 180 பரனைற்றுப் பாகங்கள்

$$\begin{aligned} 1 & \quad \text{,} \quad \text{,} \quad = \frac{9}{5} \quad \text{,} \quad \text{,} \\ \therefore C & \quad \text{,} \quad \text{,} \quad = \frac{9}{5} C \quad \text{,} \quad \text{,} \\ \text{ஆனால் சதமவளவையில் } 0^\circ & \quad = \text{பரனைற்றில் } 32^\circ \text{ ஆகும்.} \\ \therefore & \quad \text{,} \quad C^\circ \quad = \text{,} \quad (32 + \frac{9}{5} C^\circ) \text{ ஆகும்.} \end{aligned}$$

சதமவளவையில்  $C^\circ$ , பரனைற்றில்  $F^\circ$ க்கு சமனாயின்

$$F = 32 + \frac{9}{5} C$$

$$\text{இதனை } \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \text{ என்றும் எழுதலாம்.}$$

வெப்பநிலையை ஒரு அளவுத்திட்டத்திலிருந்து மற்றத் திட்டத்திற்கு மாற்றுவதற்கு இச் சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

உதாரணம்:

(1)  $113^\circ F$ ஐ சதமவளவைப் பாகைக்கு மாற்றுக.

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{113 - 32}{9}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{81}{9}$$

$$C = 45^\circ$$

(2)  $15^\circ C$ ஐ பரனைற்றுப் பாகைக்கு மாற்றுக.

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{15}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

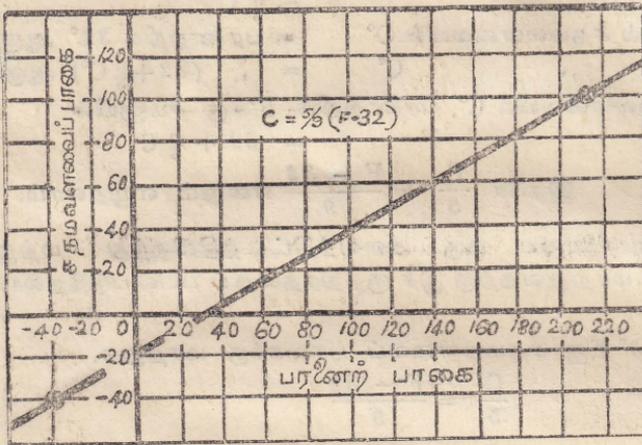
$$F - 32 = 27$$

$$F = 32 + 27 = 59^\circ$$

வரைப்படம் மூலம் அளவுத்திட்ட மாற்றம்

பரனைற்று, சதமவளவை வெப்பமானிகளிரண்டை வெப்பமாக்கப்படும் ஒருமுகவை நீரில் வைத்து  $\frac{1}{2}$  நிமிடத்திற்கு ஒருமுறை இரு வெப்பமானி அளவுகளையும் குறித்து அட்டவணைப்படுத்துக. X அச்சில்  $^\circ F$  அளவைகளையும், Y அச்சில்  $^\circ C$  அளவைகளையும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைத்தால் அது படம் 26 இல் காட்டியது போலமையும்

இவ்வரைபிலிருந்து (i) வெப்பநிலை அளவைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றதற்கு இலகுவில் மாற்றலாம், (2) இரு திட்டத்திலும் ஒரே எண்ணினால் குறிப்பிடப்படும் வெப்பநிலை  $-40^{\circ}$  என்பதும் புலப்படும்.



படம் 26

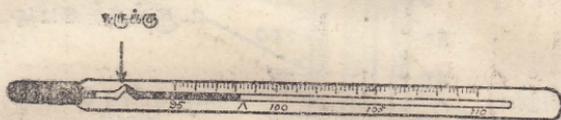
### வெப்பமானித் திரவம்

திரவமொன்றில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் கனவளவு மாற்றத்தைக் கொண்டு வெப்பநிலையைத் துணிய முடிகிறது. இரசம், அற்ககோல் போன்றவை வெப்பமானித் திரவங்களாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வெப்பமானித் திரவம் ஒன்றிற்கு இருக்கவேண்டிய பிரதான குணங்கள் பின்வருமாறு

1. ஒருசீரான விரிவுடையதாயிருத்தல்
2. கண்ணாடியை நனைக்காததாயிருத்தல்
3. பார்க்கத்தக்க ஒளிபுகாப் பொருளாயிருத்தல்
4. பொருள்களின் வெப்பநிலையை விரைவில் அடையத்தக்க தாயிருத்தல் (எளிதிற் கடத்தி)
5. தாழ்ந்த உறைநிலையும், உயர்ந்த கொதிநிலையும் உடைய தாயிருத்தல்
6. தாழ்ந்த தன் வெப்பமுடையதாயிருத்தல்

இரசம், அற்ககோல் ஆகியவற்றிற்குள்ள தகைமைகள்

இரசம்	அற்ககோல்
1. ஒரு சீரான விரிவுடையது.	சீரற்ற விரிவுடையது
2. சுண்ணாடியை நனைக்காது	சுண்ணாடியை நனைக்கும்
3. இலகுவில் பார்க்கத்தக்கது.	நிறமூட்டினால் பார்க்கலாம்
4. எளிதிற்கடத்தி	அரிதிற்கடத்தி
5. கொதிநிலை $357^{\circ}\text{C}$ , உறைநிலை $-39^{\circ}\text{C}$	கொதிநிலை $78^{\circ}\text{C}$ , உறைநிலை $-114^{\circ}\text{C}$
6. தன்வெப்பம் 0.03	தன்வெப்பம் 0.6



உடல் வெப்பமானி

படம் 27

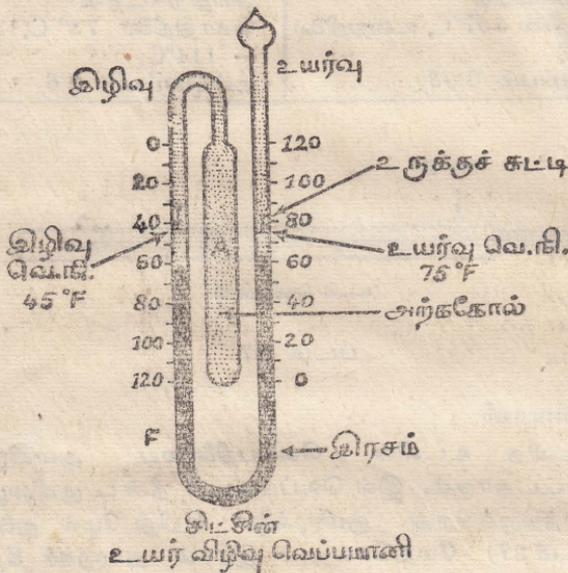
உடல் வெப்பமானி

இது மனித உடலின் வெப்பநிலையை அளவிடுதற்கென அமைக்கப்பட்டதாகும். இவ் வெப்பமானி நீண்ட குமிழை உடைய தாய் அமைந்திருக்கிறது. குமிழுக்குச் சிறிது மேல் துளையிலுள்ள சுருக்கு (படம் 27) மேற்செல்லும் இரசம் தானாகக் கீழ் இறங்க விடாது தடுக்கிறது. இதன் அளவுத்திட்டம் சாதாரண உடல் வெப்பநிலை  $98.40^{\circ}\text{F}$ க்கு அணித்தாகவுள்ள  $95^{\circ}\text{F}$  தொடக்கம்  $110^{\circ}\text{F}$  வரை இருக்கிறது. வெப்பமானி உபயோகிக்கப்படும்போது விரிவடைந்து சுருக்குக்கு மேற்செல்லும் இரசம் வெப்பமானி குளிர்ந்தாலும், கீழ்இறங்காது நிற்பதால் நோயாளியின் வெப்பநிலையை ஆறுதலாக வாசிக்க முடிகிறது. மறுமுறை இதை உபயோகிப்பதற்கு முன் இதனை உதறி இரசத்தைக் குமிழுக்குள் இறக்கவேண்டும். இது அளவிடக்கூடிய உயர்ந்த வெப்பநிலை  $110^{\circ}\text{F}$  ஆதலால், இதனைச் சுருநீரினால் சுத்தஞ்செய்தால் இது உடைந்துவிடும்.

சிட்சின் உயர்விழிவு வெப்பமானி

இது ஒரு குறித்த கால எல்லையில் குறித்த ஓர் இடத்தின் உயர்வெப்பநிலையையும் இழிவு வெப்பநிலையையும் அளவிடப் பயன்படுகிறது. இதன் அமைப்பைப் படம் 28 காட்டுகிறது. அற்ககோல் நிரம்பிய நீண்ட குமிழ் A ஐ U வடிவத் தண்டொன்று, இன்னொரு சிறு குமிழோடு இணைக்கிறது. சிறு குமிழின் ஒரு பகுதி

மட்டும் அற்ககோலினால் நிரம்பியிருக்கிறது. பக் குழாயின் வளைந்த பாகத்தில் இரசவிழை இருக்கிறது. இரசவிழையின் இரு மட்டங்களைக் கொண்டும் வெப்பநிலைகளை அளவிடத்தக்கதாக, பக் குழாயின் புயங்களினருகே அளவுகளிடப்பட்டிருக்கின்றன. மெல்லிய விற்களில் தாங்கப்பட்டிருக்கும் இரு இலேசான உருக்குச் சுட்டிகள், இரசவிழை மட்டம் ஒவ்வொன்றின் மேலும் இருக்கிறது.



படம் 28

குமிழ் Aயிலுள்ள அற்ககோல் விரியும்போதும், சுருங்கும்போதும் இரசவிழையை அசையச்செய்கிறது. இதன் விளைவாக சுட்டிகளில் ஒன்று அல்லது மற்றது, இரசவிழை செல்லும் எல்லாவரை தள்ளிக்கொண்டுபோய் விடப்படுகிறது. இடப்புயத்திலுள்ள சுட்டியின் கீழ்முனை உயர்வெப்பநிலையையும், வலப்புயத்திலுள்ளதின் கீழ்முனை உயர்வெப்பநிலையையும் குறிக்கின்றன. ஒரு சிறு சட்டகாந்தத்தை உபயோகித்து சுட்டிகளை மீண்டும் இரசவிழையோடு சேர்க்கலாம்.

**திண்மங்களின் விரிவு**

பொதுவாகப்பொருட்களெல்லாம் வெப்பமாகும்போது விரிகின்றன. குளிரும்போது சுருங்குகின்றன. ஆனால் எல்லாப் பொருட்களும் ஒரே மாதிரியாக விரிவடைவதில்லை. திரவங்கள் திண்மங்களிலும் பார்க்கக் கூடியவிரிவுடையனவாக விருக்கின்றன. ஆனால் வாயுக்கள் திரவங்களிலும் பார்க்கக் கூட விரிவடைகின்றன.

வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் ஒரு திண்மத்தின் நீளம், பரப்பு, கன வளவுபோன்ற பௌதிகப்பரிமாணங்கள் மாறுகின்றன. பொறியியல் துறையில் ஈடுபடுவோர் பதார்த்தங்களினது, முக்கியமாக உலோகங்களினது, விரிவைப் பற்றிய திருத்தமான அறிவைப் பெற்றிருக்க வேண்டியது அவசியமாகும். வீடுகள், பாலங்கள் முதலியவற்றை அமைக்கும்போது உருக்குச் சட்டங்களும், வளைகளும் பயன்படுகின்றன. இவற்றையெல்லாம் அமைக்கும்போது, அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் பதார்த்தங்களின் விரிவைத் தெரிந்து அவற்றின் விரிவுக்கு ஏற்றவாறு ஈடுசெய்ய வேண்டியது அவசியமாகும். எனவே விரிவைப்பற்றிய திருத்தமான அறிவு இன்றியமையாததாகும்.

### திண்மங்களின் நீட்டல்விரிவு

ஒரு திண்மத்தை வெப்பமாக்கும்போது அதன் நீளத்தில் ஏற்படும் விரிவு நீட்டல்விரிவு எனப்படும். திண்மத்தின் நீளத்தில் ஏற்படும் விரிவு அதன் நீளத்திலும், வெப்பநிலை ஏற்றத்தாலும், அது விரிவடையும் வீதத்திலும் தங்கியுள்ளது. ஒரு திண்மம் விரிவடையும் வீதத்தைக் குறிக்கும் எண், அதன் நீட்டல்விரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

### நீட்டல்விரிவுக்குணகம்

ஓர் அலகு நீளமான திண்மத்தில் ஒருபாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் நீளவிரிவு அத்திண்மத்தின் நீட்டல்விரிவுக் குணகம் எனப்படும். இது போதுவாக  $\alpha$  என்னும் எழுத்தினால் குறிக்கப்படும்.

$$\text{நீட்டல்விரிவுக் குணகம் } (\alpha) = \frac{\text{நீளவிரிவு}}{\text{ஆரம்பநீளம்} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$l_1$  நீளமுடைய கோலொன்று  $t^\circ\text{C}$  வெப்பநிலை ஏற்றத்தால்  $l_2$  நீளமுடையதாகிறது. அதன் நீட்டல் விரிவுக் குணகம்  $\alpha$  ஆயின்,

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \times t}$$

$$\therefore l_2 - l_1 = l_1 \times \alpha \times t$$

$$l_2 = l_1 (1 + \alpha t)$$

“உருக்கின் நீட்டல்விரிவுக் குணகம்  $0.000012/^\circ\text{C}$ ” என்பதனால்  $1^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையேற்றம் ஓரலகு நீள உருக்கை  $0.000012$  அலகு விரியச் செய்கிறது என அறியப்படுகிறது.

1°F வெப்பநிலையேற்றம் =  $\frac{5}{9}$  °C ஏற்றம். எனவே வெப்பநிலை °F இல் அளவிடப்படின்

$$\begin{aligned} \text{உருக்கின் விரிவுக் குணகம்} &= \frac{5}{9} \times 0.000012/^{\circ}\text{F} \\ &= 0.000007/^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

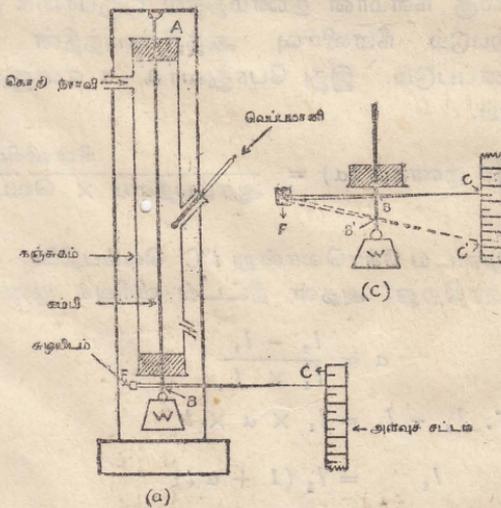
உதாரணம்:

0°C இல் 100 சமீ. நீளமான செம்புக்கோல், 100°C இல் 100.167 சமீ. நீளமுடையதாகியது. அதன் நீட்டல் விரிவுக்குணகம் என்ன?

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{l_2 - l_1}{l_1 \times t} \\ &= \frac{100.167 - 100}{100 \times 100} = \frac{0.167}{100 \times 100} \\ &= 0.0000167/^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

நீட்டல் விரிவுக்குணகத்தைத் தீர்மானித்தல்

நீட்டல் விரிவுக்குணகத்தைக் கணிக்க உதவும் கருவியொன்றின் அமைப்பைப் படம் 29 காட்டுகிறது.



படம் 29

l சமீ. நீளமான கம்பி AB இன் மேல்முனை A செங்குத்தான தாங்கியொன்றில் உறுதியாகப் பொருத்தப்படுகிறது. அதன் கீழ்

முனை B நீண்ட காட்டி FC இற்குப் பொருத்தப்படுகிறது காட்டி FC F என்னும் புள்ளியில் சுழலத்தக்கதாக அமைக்கப்படுகிறது. கம்பியை நேராக இழுத்து வைத்திருப்பதற்கு, B இல் ஒரு நிறை W தொங்கவிடப்படுகிறது. காட்டியின் முனை C அளவுச்சட்டமொன்றின்மேல் நகர்த்தக்கதாக அதனருகே அளவுச்சட்டம் ஒன்று இருக்கின்றது. மேலும், கீழும், நடுவிலும் மூன்று பக்கக்குழாய்கள் பொருத்திய கஞ்சுகக் குழாயொன்றினுள் கம்பி படம் 29 இல் காட்டியதுபோல் இருக்கிறது. அதன் தொடக்க வெப்பநிலை  $t_1^\circ\text{C}$  ஐக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். மேல் உள்வழிக் குழாயினூடு கொதி நீராவியைச் செலுத்தி வெப்பநிலையை உயர்த்தலாம். கம்பி கொதி நீராவியின் வெப்பநிலை  $t_2^\circ\text{C}$  யை அடைந்ததும், அவ்வெப்பநிலையைக் குறிக்க.

கம்பியிலேற்படும் விரிவு  $BB'$  காட்டிமுனை C ஐ C' க்கு அசையச் செய்கிறது.

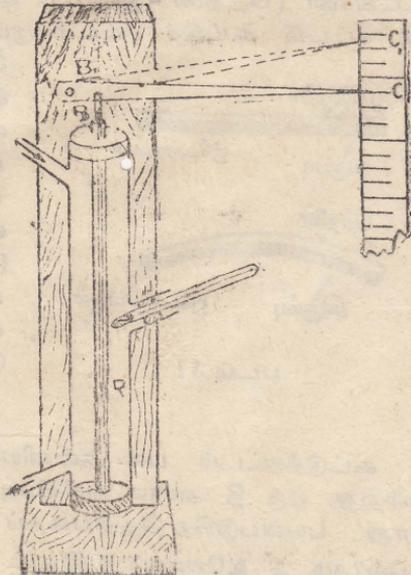
$\Delta FBB'$ ,  $\Delta FCC'$  ஆகியவை ஒத்த முக்கோணங்களாகும்.

$$\therefore \frac{BB'}{CC'} = \frac{FB}{FC} \quad \text{எனவே } BB' = \frac{FB}{FC} \times CC'$$

விரிவு  $BB'$  ஐ  $FB$ ,  $FC$ ,  $CC'$  ஆகியவற்றை அளந்து கணிக்கலாம்.

$$\text{கம்பியின் நீட்டல்விரிவுக்குணகம் } (a) = \frac{\text{நீட்டல் விரிவு } BB'}{l(t_2 - t_1)}$$

தடித்த கோலுருவில் உள்ள பொருட்களின் நீட்டல் விரிவுக் குணகத்தைத் துணிவதற்குப் படம் 30 இல் காட்டப்பட்டிருப்பது போல கோலைக் கஞ்சுகக் குழாயினுள் தாங்கி ஒன்றின்மேல் நிறுத்தி அதன் உச்சிமீது காட்டி AC இருக்கத்தக்கதாக ஒழுங்கு செய்ய வேண்டும்.



கோலின் வெப்பநிலை  $t_1^\circ\text{C}$  ஐ யும், நீளம்  $l$  ஐயும் அளந்து குறித்தபின், கஞ்சுகக் குழாயினுள் நீராவியைச் செலுத்தினால் கோல் மேல்முகமாக விரிவடைந்து, காட்டியை B யிலிருந்து B' இற்குத் தள்ளும். இதனால் காட்டியின் முனை

C யிலிருந்து C' இற்கு உயரும். இப்பரிசோதனையிலும் கோலின் விரிவு BB' ஐ முந்திய பரிசோதனையில் விவரித்தவாறுகணித்து, கோலின் நீட்டல் விரிவுக்குணகத்தைக் கணிக்கலாம்.

$$a = \frac{BB'}{l(t_2 - t_1)} \text{ } ^\circ\text{C}$$

விரிவின் உபயோகங்கள்

1. மரக்கல்லுகளுக்கு உலோக வளையம் பொருத்துதல்

சில்லிலும் பார்க்கச் சற்று சிறிதாக உலோக வளையம் அமைக்கப்படுகிறது. சில்லிற் பொருந்தத்தக்கதாக விரிவடையும்வரை வளையத்தின் வெப்பநிலை உயர்த்தப்படுகிறது. இப்பொழுது சில்லில் இதைப் பொருத்தி, குளிர்ந்த நீரை ஊற்றினால் வளையம் குளிர்ந்து, சுருங்கிச் சில்லை இறுகக் கவவிக்கொள்ளும். இதேமுறை உலக்கை முதலியவற்றிற்கு உலோகப் பூண்கள் போடுவதற்குக் கையாளப்படுகிறது.

2. கூட்டுச்சட்டம்

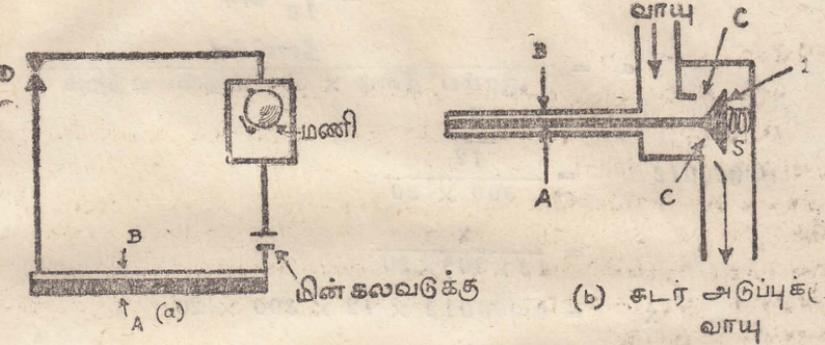
சாதாரண வெப்பநிலையில் சமநீளமுள்ள இரு நேரிய உலோகச் சட்டங்களை (பித்தளை - இரும்பு) ஒன்றாகத் தறைந்து பொருத்திய ஒரு சட்டம் கூட்டுச் சட்டமாகும். இச்சட்டத்தைச் சுவாலை யொன்றிற் பிடித்து வெப்பமாக் கினால் சட்டம்வளைந்து சுருள்வதைக் காணலாம், வளைந்த சட்டத்தில் பித்தளை வெளியே இருப்பது, அது இரும்பிலும் கூடிய விரிவுடையதெனக் காட்டுகிறது. (படம் 31). இது வெவ்வேறு உலோகங்கள் வெவ்வேறு அளவு விரிவடைகின்றன என்பதைத் தெளிவாகக் காட்டுகிறது.



படம் 31

கூட்டுச்சட்டம் பல தன்னியக்கக் கருவிகளில் பாவிக்கப்படுகின்றது. ஒரு தீ அபாய அறிவிப்பு மணியில் கூட்டுச் சட்டம் எவ்வாறு பயன்படுகிற தென்பதைப் படம் 32 a காட்டுகின்றது. உலோகம் A உலோகம் B இலும் பார்க்கக் கூடிய விரிவுடையது. எனவே வெப்பநிலை உயரும்போது கூட்டுச்சட்டம் D ஐ நோக்கி

வளைகிறது. வெப்பநிலை அபாயகரமான அளவுக்கு உயரும்போது, D இலுள்ள இடைவெளி மூடப்படுகிறது. இதனால் மின்மணியில் மின்னோட்டம் ஏற்பட அது அடித்து அபாயமுன்னறிவித்தல் கொடுக்கின்றது.



படம் 32

### வெப்பநிலை நிறுத்தி

வெப்பநிலையை மாறுதிருக்கச் செய்யும் ஒரு கருவி வெப்பநிலை நிறுத்தி எனப்படும். வாயுச்சுடர் அடுப்புகளில் எரியும் வாயுவின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதால் வெப்பநிலையை மாறுதிருக்கச் செய்யலாம். படம் 32 b இக்கருவியொன்றின் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. B என்னும் பித்தளைக் குழாயின் ஒரு முனையின் மத்தியில், மிகக்குறைந்த விரிவுடைய இன்வார்த்தண்டு A பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. A இன் மறுமுனையில் ஒரு கூம்பு D பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. வெப்பநிலை கூடும்போது குழாய் B விரிவடைந்து இன்வார்த்தண்டை தன்னோடு (இடப்பக்கமாக) நகரச்செய்கிறது. இதனால், கூம்பு Dக்கும் குழாய்க்கும் இடையிலுள்ள வெளி C படிப்படியாகக் குறைகிறது. C இனூடு செல்லும் வாயுவின் அளவு குறைந்து வெப்பநிலை உயராததிருக்கச் செய்கிறது. வெப்பநிலை தாமும்போது இடைவெளி C இன் அளவு கூடி, அதிக வாயுவை எரியச் செய்கிறது. இவ்விதம் சுடரடுப்பின் வெப்பநிலையை மாறுதிருக்கச் செய்யலாம்.

### உதாரணம்

1. 300 அடி நீளமான ஓர் உருக்குப் பாலம் வெப்பநிலை  $10^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $30^{\circ}\text{C}$  க்கு உயரும்போது எத்தனை அங்குலம் நீளம்? (உருக்கினது நீட்டல் விரிவுக்குணகம் =  $0.000012/^{\circ}\text{C}$ )

$$\begin{aligned}
 10^{\circ}\text{C இல் பாலத்தின் நீளம்} &= 300 \text{ அடி} \\
 \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்} &= 30^{\circ} - 10^{\circ} = 20^{\circ}\text{C} \\
 \text{பாலத்தின் விரிவு} &= x \text{ அங்குலம்} \\
 &= \frac{x}{12} \text{ அடி}
 \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{\text{நீளவிரிவு}}{\text{ஆரம்ப நீளம்} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$$0.000012 = \frac{\frac{x}{12}}{300 \times 20}$$

$$= \frac{x}{12 \times 300 \times 20}$$

$$x = 0.000012 \times 12 \times 300 \times 20$$

$$= 0.864$$

$$\therefore \text{நீட்சி} = 0.864 \text{ அங்குலம்}$$

2. வெப்பநிலை  $10^{\circ}\text{C}$  ஆகவிருக்கும்போது, 40 அடி நீளமான உருக்குத் தண்டவாளங்களைக் கொண்டு அவற்றிற்கிடையே  $\frac{1}{4}$  அங்குல இடைவெளி விட்டு, ஒரு புகையிரதப் பாதை அமைக்கப்பட்டது. என்ன வெப்பநிலையில் இடைவெளி மூடப்படும்?

(உருக்கின் நீட்டல்விரிவுக்குணகம் =  $0.000012/^{\circ}\text{C}$ )

$10^{\circ}\text{C}$  இல் தண்டவாளத்தின் நீளம் = 40 அடி

இடைவெளி மூடப்படும்போது வெப்பநிலை  $t^{\circ}\text{C}$  எனக்கொள்க.

$$\text{நீளவிரிவு} = \frac{1}{4} \text{ அங்.} = \frac{1}{48} \text{ அடி.}$$

$$\alpha = \frac{\text{நீளவிரிவு}}{\text{ஆரம்பநீளம்} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$$0.000012 = \frac{\frac{1}{48}}{40 \times (t - 10)}$$

$$= \frac{1}{48 \times 40(t - 10)}$$

$$(t - 10) = \frac{1}{48 \times 40 \times 0.000012}$$



$$= \frac{1}{0.02304}$$

$$= \frac{100000}{2304}$$

$$= 43.4^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore t = 53.4^{\circ}\text{C}$$

திண்மங்களின் பரப்பு விரிவும். கனவளவு விரிவும்.

ஒரு திண்மம் வெப்பத்தினால் விரிவடையும்போது, அதன் நீளம் மட்டுமன்றி, அதன் பரப்பிலும், கனவளவிலும் விரிவேற்படுகின்றன. நீட்டல்விரிவுச் சமன்பாடு  $l_2 = l_1 (1 + \alpha t)$  என்பதோடொத்த சமன்பாடுகள் பரப்புவிரிவுக்கும், கனவளவுவிரிவுக்கும் உண்டு. அவையாவன:

$$A_2 = A_1 (1 + \beta \cdot t)$$

$$V_2 = V_1 (1 + \gamma \cdot t)$$

$A_1, A_2, V_1, V_2$  என்பன முறையே வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கு முன்னும், பின்னும் உள்ள பரப்புகளையும் கனவளவுகளையும் குறிக்கின்றன.  $\beta, \gamma$  என்பன முறையே பரப்புவிரிவுக்குணகத்தையும் கனவிரிவுக்குணகத்தையும் குறிக்கின்றன.

**பரப்புவிரிவுக்குணகம் ( $\beta$ )**—ஒரு சதுரஅலகுத் திண்மத்தில் ஒருபாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் பரப்புவிரிவு அத்திண்மத்தின் பரப்பு விரிவுக்குணகம் எனப்படும்.

**கனவிரிவுக்குணகம் ( $\gamma$ )**—ஒரு கனஅலகுத் திண்மத்தில் ஒரு பாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் கனவிரிவு அத்திண்மத்தின் கனவிரிவுக்குணகம் எனப்படும்.

விரிவுக்குணகங்கள்  $\alpha, \beta, \gamma$  ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொடர்பு

நீட்டல்விரிவுக்குணகம் ' $\alpha$ ' உடைய 1 சமீ. பக்கம் உள்ள ஒரு சதுரத்தட்டின் வெப்பநிலை  $1^{\circ}$  கூடுமாயின் அதன் பக்கங்களின் நீளங்கள்  $(1 + \alpha)$  சமீ. ஆகும். அதன் புதிய பரப்பு

$$(1 + \alpha)^2 = (1 + 2\alpha + \alpha^2) \text{ ச. சமீ. ஆகும்.}$$

எனவே அதன் பரப்பில் ஏற்பட்ட விரிவு =  $(2\alpha + \alpha^2)$  ச. சமீ.

$$\text{பரப்புவிரிவுக்குணகம் } (\beta) = \frac{\text{பரப்பின் விரிவு}}{\text{முதற்பரப்பு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$$= \frac{(2a + a^2) \text{ ச. சமீ.}}{1 \text{ ச. சமீ.} \times 1^\circ}$$

$$\therefore \beta = 2a + a^2$$

எனினும்  $a$  மிகச்சிறிய பெறுமானம் உடையதாதலால்  $a^2$  புறக் கணிக்கத்தக்களவு சிறியதாகின்றது. உதாரணமாக  $a = 0.00001$  ஆயின்,  $a^2 = 0.0000000001$ , இது மிகச்சிறியதாகையால் நாம்  $\beta = 2a$  எனக் கொள்ளலாம்.

இதைப்போலவே 1சமீ. பக்கமுடைய கனக்குற்றி ஒன்றின் வெப்பநிலையை  $1^\circ$  ஏற்றினால் அதன் பக்கம் ஒவ்வொன்றும்  $(1 + a)$ , சமீ. நீளமுடையதாகும். இதனால் அதன் புதிய கனவளவு

$$(1+a)^3 = (1 + 3a + 3a^2 + a^3) \text{ க. சமீ.}$$

இங்கு  $3a^2$  மட்டுமன்றி, அதிலும் சிறியதான  $a^3$  உம். புறக் கணிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே கனவிரிவுக்குணகம்  $\gamma = 3a$  ஆகின்றது.

சுருக்கமாகக் கூறினால் ஒரு பதார்த்தத்தின் பரப்புவிரிவுக் குணகமும், கனவிரிவுக்குணகமும் முறையே அதன் நீட்டல் விரிவுக் குணகத்தின் இருமடங்கிற்கும் மும்மடங்கிற்கும் சமமாகும்.

### திரவங்களின் விரிவு

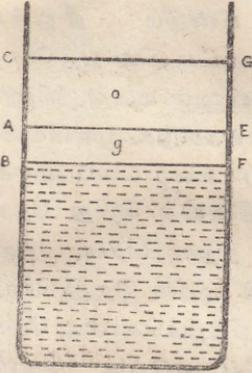
வெப்பமானிகளில் திரவங்களின் விரிவு பயன்படுத்தப்படுவதை வெப்பமானிகளைப் பற்றிப் படிக்கும்பொழுது அவதானித்தோம். கொள்கலத்தின் வடிவை உடையவையாக திரவங்களிருப்பதால் அவற்றிற்கு நிலையான நளமோ, பரப்போ இல்லை. ஆனால் எப்பாத்திரத்தில் இருந்தாலும் அவற்றின் கனவளவு மாறாது. ஆகவே திரவங்களின் விரிவைக் கணக்கிடும்போது அவற்றின் கனவிரிவு மட்டுமே கணிக்கப்படுகிறது.

### திரவங்களின் விரிவை ஒப்பிடுதல்

ஒத்த அமைப்புடைய கொதி குழாய்கள் மூன்றையெடுத்து, ஒன்றை நீரினாலும், மற்றதை மதுசாரத்தினாலும், மூன்றாவதை தேப்பந்தைனாலும் நிரப்புக. திரவமேல்மட்டம் சமமாயிருக்கத் தக்கதாக, இம்மூன்று கொதி குழாய்களையும் ஒரேயளவு விட்டமுடைய கண்ணாடிக்குழாய் பொருத்திய தக்கைகளினால் மூடுக. இவற்றை  $60^\circ\text{C}$  வரை வெப்பமாக்கப்பட்ட நீருள்ள தொட்டியில் அமிழ்த்துக. திரவமட்டங்கள் உறுதிநிலை அடைந்ததும் அவற்றின்

உயரங்கள் வெவ்வேறையிருப்பதைக் காணலாம். இது வெவ்வேறு திரவங்கள் வெவ்வேறு அளவு விரிகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

ஒரு கனஅலகுத் திரவத்தை  $0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $1^{\circ}\text{C}$ க்கு வேப்பமாக்கும்போது ஏற்படும் கனவிரிவு அத்திரவத்தின் உண்மைக் கனவிரிவுக்குணகம் எனப்படும்.



படம் 33

ஆனால் திரவம் வெப்பம் அடைந்ததும், அது விரிந்து CG என்ற மட்டத்திற்கு உயரும். கனவளவு AEGC திரவத்தின் தோற்றவிரிவு 'a' ஆகும். ஆனால் திரவத்தின் உண்மையான விரிவு BFGC ஆகும்.

$$BFGC = AEGC + AEFB$$

$$c = a + g$$

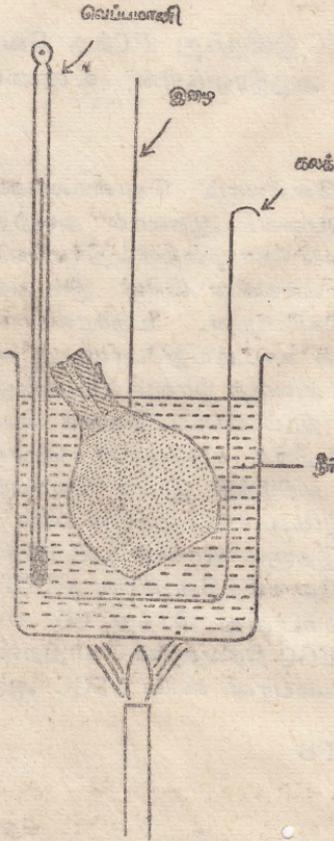
ஆதலால் ஒரு திரவத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகம், அதன் தோற்றவிரிவுக் குணகத்தினதும், கலத்தின் கனவிரிவுக் குணகத்தினதும் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

தோற்றவிரிவுக் குணகம்

விரிவடையும் ஒரு கலத்தினுள் வேப்பமாக்கப்படும் ஒரு கன அலகுத் திரவத்தின் வேப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $1^{\circ}\text{C}$  க்கு உயரும் போது திரவத்தில் ஏற்படும் தோற்றவிரிவு அதன் தோற்றவிரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

$$\text{தோற்றவிரிவுக்குணகம்} = \frac{\text{திரவத்தின் தோற்றவிரிவு}}{\text{தொடக்கக் கனவளவு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

திரவமொன்றின் தோற்றவிரிவுக்குணகத்தைத் தீர்மானித்தல்



படம் 34

உலர்ந்த, சுத்தமான தன்னீர்ப்புப் போத்தல் ஒன்றை நிறுக்க. வளி வெப்பநிலையில் அதைத் தரப்பட்ட திரவத்தினால் முற்றாக நிரப்பி, மூடி, புறப்பக்கத்தை நன்றாகத் துடைத்து மீண்டும் நிறுக்க. படம் 34இல் காட்டியிருப்பதுபோல ஒரு முகவையினுள் உள்ள நீரினுள் இதைத் தொங்கவிடுக. முகவையை மெதுவாக 60°Cவரை வெப்பமாக்கி அவ் வெப்பநிலையில் சிறிது நேரம் உறுதியாக நிற்கச்செய்க. நீரை நன்கு கலக்கி அதன் இறுதி வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. போத்தலை வெளியே எடுத்து வெளிப்புறத்தை நன்கு துடைத்து ஆறிய பின் மீண்டும் நிறுக்க. பெறுபேறுகளைப் பின்வரும் ஒழுங்கில் குறித்துக் கொள்க.

வெற்றுத் தன்னீர்ப்புப்போத்தலின் திணிவு =  $m_1$  கி.

வளிவெப்பநிலை =  $t_1^\circ\text{C}$

(த. போத்தல் + திரவம்) திணிவு =  $m_2$  கி.

வெப்பமாக்கியபின் (போத்தல் + திரவம்) திணிவு =  $m_3$  கி.

முகவை நீரின் இறுதிவெப்பநிலை =  $t_2^\circ\text{C}$

எஞ்சிய திரவத்தின் திணிவு =  $(m_3 - m_1)$  கி.

வெளியேறிய திரவத்தின் திணிவு =  $(m_2 - m_3)$  கி.

∴  $t_1^\circ\text{C}$ க்கும்  $t_2^\circ\text{C}$ க்கும் இடையிலுள்ள

$$\text{சராசரி தோற்றவிரிவுக்குணகம்} = \frac{m_2 - m_3}{(m_3 - m_1)(t_2 - t_1)} / ^\circ\text{C}$$

கொள்கை

திரவம் ஆறியதும், போத்தலினுள் அதன் மட்டம் பதிந்திருப்பதைக் காணலாம். இதனை மீண்டும் முகவை நீரில் வைத்து முந்திய இறுதி வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தினால், அது விரிந்து போத்தலை மட்டாக நிரப்புவதைக் காணலாம். இதிலிருந்து, அப்போத்தலினுள் எஞ்சியிருந்த திரவத்தின் கனவளவு  $V$  ஆயின், அதிலேற்பட்ட விரிவு  $v$  வெளியேற்றப்பட்ட திரவத்தின் கனவளவிற்குச் சமனாகும் என்பது தெளிவாகிறது.

$$\therefore \text{சராசரித் தோற்றவிரிவுக் குணகம்} = \frac{v}{V \times (t_2 - t_1)} / ^\circ\text{C}$$

ஆனால் கனவளவுகள்  $V$  உம்,  $v$  உம் ஒரே வெப்பநிலையில் அவற்றின் திணிவுகளுக்கு நேர்விகித சமனாகும்.

∴ சராசரித் தோற்ற விரிவுக் குணகம்

$$= \frac{\text{வெளியேறிய திரவத்தின் திணிவு}}{\text{எஞ்சியதிரவத்தின் திணிவு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

உதாரணம்:

1. வெற்றுத் தண்ணீர்ப்புப்போத்தல் ஒன்றின் நிறை  $20.5$  கிராம்.  $30^\circ\text{C}$  இல் அதை முற்றாகத் திரவமொன்றினால் நிரப்பி நிறுத்த பொழுது அதன் நிறை  $42$  கிராமாக இருந்தது. போத்தலை  $100^\circ\text{C}$  வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றி, ஆறவிட்டு, நிறுத்தபொழுது அதன் நிறை  $40.9$  கிராமாக இருந்தது. திரவத்தின் தோற்ற விரிவுக்குணகத்தைக் கணிக்க.

$$\begin{aligned} \text{வெளியேற்றப்பட்ட திரவத்தின் திணிவு} &= 42.0 - 40.9 = 1.1 \text{ கி.} \\ \text{எஞ்சிய திரவத்தின் திணிவு} &= 40.9 - 20.5 = 20.4 \text{ கி} \\ \text{தோற்ற விரிவுக்குணகம்} &= \end{aligned}$$

$$= \frac{\text{வெளியேற்றப்பட்ட திரவத்தின் திணிவு}}{\text{எஞ்சியதிரவத்தின் திணிவு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1.1}{20.4 \times 70} \\ &= 0.00077 / ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2. தன்னீர்ப்புப்போத்தல் ஒன்றின் நிறை 19 கிராம்.  $25^{\circ}\text{C}$  இல் இது இரசத்தால் நிரப்பப்பட்டு நிறுத்தபொழுது 180 கிராமாக இருந்தது. இது  $100^{\circ}\text{C}$ க்கு குடேற்றப்பட்டது, போத்தல்  $100^{\circ}\text{C}$  இல் முற்றாக இரசத்தால் நிரம்பியிருக்கும்பொழுது, அதன் நிறையைக் காண்க. (இரசத்தின் தோற்றவிரிவுக்குணகம் =  $0.00015/^{\circ}\text{C}$ )

$100^{\circ}\text{C}$ இல் இரசம் நிரம்பியிருக்க போத்தலின் நிறையை  $y$  கி. எனக் கொள்வோம்.

வெளியேற்றப்பட்ட இரசத்தின் நிறை =  $(180 - y)$  கி.

எஞ்சிய இரசத்தின் நிறை =  $(y - 19)$  கி.

இரசத்தின் தோற்றவிரிவுக்குணகம் =

வெளியேற்றப்பட்ட இரசம்  
எஞ்சிய இரசம்  $\times$  வெப்பநிலை ஏற்றம்

$$0.00015 = \frac{180 - y}{(y - 19) \times 75}$$

$$0.00015 \times (y - 19) \times 75 = 180 - y$$

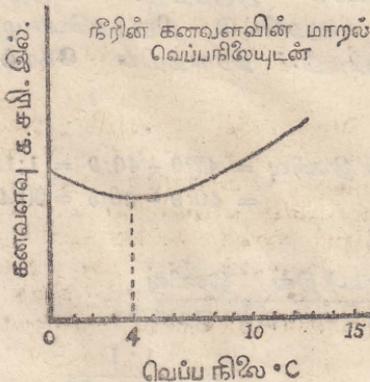
$$0.01125y - 0.21375 = 180 - y$$

$$1.01125y = 180 + 0.21375$$

$$y = 178.2 \text{ கிராம்}$$

நீரின் நேரில்முறைவிரிவு

நீரின் விரிவானது வியப்புக்குரிய தனிப்பண்புகளை உடையதாயிருக்கின்றது.  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள ஒரு குறித்தகனவளவு நீரினை எடுத்து வெப்பமாக்கினால்,  $0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $4^{\circ}\text{C}$  வரை வெப்பநிலை ஏறும் போது, நீர் விரிவதற்குப் பதிலாகச் சுருங்குகிறது. இதனாலேயே நீர் ஒழுங்கற்றவிரிவு உடையதெனப்படுகிறது.  $4^{\circ}\text{C}$  இல் அதன் கனவளவு அதிகுறைந்ததாகிறது. இதனால் அதன் அடர்த்தி இவ் வெப்பநிலையில் அதி உயர்ந்ததாகிறது. வெப்பநிலையை மேலும் உயர்த்தினால், நீர் மற்றப்பொருள் களைப்போல் விரிவடையும். நீரின் கனவளவு வெப்பநிலையுடன் எவ்விதம் மாறுகின்றதென்பதைப் படம் 35 இல் உள்ள வளையி காட்டுகிறது.



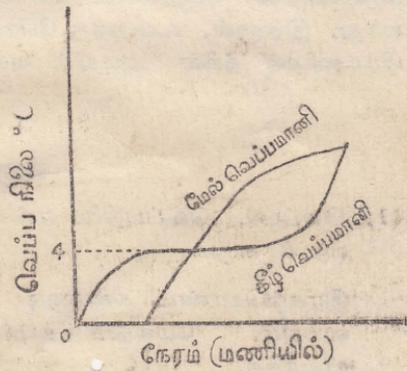
படம் 35

நீர் எவ்வெப்பநிலையில் அதிகூடிய அடர்த்தியுடையதாகும் எனத் தீர்மானித்தல்

நீரின் அடர்த்தி மாற்றங்களைக் கொண்டு, அதன் கனவளவின் மாற்றங்களை உணரலாம். பொதுவாக நிற்ப்படுத்திய நீரையும் மண்ணெண்ணையும் அல்லது கொளோரபோமையும், சோதனைக் குழாய்களில் விட்டுப் பரிசோதித்தால் அடர்த்திகூடிய திரவம் அடிக்கு அடையும் என்ற அறிவு இப்பரிசோதனையில் பிரயோகிக்கப்படுகிறது.

ஒரு 450 க. சமீ. முகவையை அரைவாசி வரை நீரினால் நிரப்பி, அது ஓய்வினிருக்கும்போது, அதன் மேற்பரப்பில் பனிக் கட்டிகளை மெதுவாக மிதக்கவிடுக. நீரின் மேற்பாகத்தின் வெப்பநிலையையும், அடிப்பாகத்தின் வெப்பநிலையையும், இரு வெப்பமானிகளை மேலும், கிழமாக அதனுள் வைத்து அளவிடலாம். பனிக்கட்டிகளை நீரினுள் இட்டுச் சிறிது நேரத்தின்பின் வெப்பமானிகளை அவதானிக்குக. மேல் வெப்பமானி  $0^{\circ}\text{C}$  இலும், கீழ் வெப்பமானி  $4^{\circ}\text{C}$  இலும் உறுதி நிலையில், இருப்பதைக் காணலாம். இது  $4^{\circ}\text{C}$  இல் உள்ள நீர் அடியில் அடைந்து இருக்கிறதென்பதைக் காட்டுகிறது.

இப்பொழுது நீர் முழுவதையும் நன்கு கலக்கி  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள நீராக்குக. பின் இதன் வெப்பநிலையை தானாக உயரவிடுக.  $\frac{1}{4}$  மணிக்கு ஒருமுறை இரு வெப்பமானிகளினதும் அளவுகளைக் குறித்து அட்டவணைப்படுத்துக. இரு வெப்பமானிகளினதும் வெப்பநிலை-நேர வரைபுகளை வரைந்தால் அவை படம் 36 இல் காட்டியவாறு அமைவதைக் காணலாம்.



படம் 36

கீழ்வெப்பமானியின் வளையியின் கிடையான பாகம்,  $4^{\circ}\text{C}$  இல் அடியிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை உறுதியாக அதிக நேரம் நிற்பதைக் காட்டுகிறது. அடியிலுள்ள நீர்  $4^{\circ}\text{C}$  ஐ அடைந்தபின்னரே மேலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து படிப்படியாக அறைவெப்பநிலை வரை உயர்கிறது என்பதை மேல்வெப்பமானி வளையி காட்டுகிறது. இது அடியில்  $4^{\circ}\text{C}$  இல் அடைந்திருக்கும் நீரின்மேல் மற்ற வெப்பநிலைகளிலுள்ள நீர் மிதக்கிறதென்பதைக் காட்டுகிறது. எனவே நீரின் அடர்த்தி  $4^{\circ}\text{C}$  இல் அதிகூடியதாகிறது என்பதை உணரலாம்.

நீரின் நேரில்முறை விரிவின் பலாபலன்கள்

நீரானது 4°Cக்குக் கீழ் குளிரும்பொழுது விரிந்து இலேசாகின்றது. குளங்கள், ஏரிகள், ஆறுகள், மிகக்குளிர்ந்த நாடுகளிலுள்ள கடல்கள் முதலியன குளிர்காலங்களில் உறையும்போது கடல்வாழ் பிராணிகள் நீரின் நேரில்முறை விரிவினாலேயே முற்றாக அழிந்துவிடாது காப்பாற்றப்படுகின்றன.

வளிமண்டல வெப்பநிலை குறையும்பொழுது, நீர்நிலைகளிலுள்ள மேற்படை நீர் குளிர்ந்து சுருங்கித் தாழ்கின்றது. இது நீர் முழுவதும் 4°Cக்கு வரும்வரை தொடர்ந்து நிகழும். ஆனால் மேற்படை மேலும் குளிர்மாயின் குளிர்ந்த நீர் கீழிருக்கும் நீரிலும் பார்க்க இலேசாகின்றது, எனவே தாழாது மிதக்கின்றது. மேற்படை நீர் மேலும் குளிர்ும்பொழுது படிப்படியாக மேற்றளத்திலேயே உறையும். இவ்விதம் உறைந்து மிதக்கும் பனிக்கட்டியும் நீரும் வெப்ப அரிதிற் கடத்திகளாதலால் அடியிலுள்ள நீரை உறைந்துபோகாது காக்கின்றன. மேற்படை நீர் உறைந்தாலும், கீழுள்ள நீர் உறையாது. இதனால், உறைந்து போகும் பிராந்தியங்களில் நீரில் வாழும் பிராணிகள் நீரின் அடியில் வாழக்கூடியவையாயிருக்கின்றன.

### வினாக்கள்

1. வெப்பம், வெப்பநிலை என்பவற்றிற்கிடையேயுள்ள வேறுபாட்டைக் கூறுக.

இரசங்கொண்ட கண்ணாடி வெப்பமானி அமைக்கும் முறையையும், மேல்நிலைத்தடிள்ளி தீர்மானிக்கும் முறையையும் விவரிக்க.

2. இரு வித வெப்பநிலை அளவுத்திட்டங்களைக் கூறி, அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொடர்பைக் காட்டுக.

பின்வருவனவற்றை சதம அளவைப் பாகையாக மாற்றுக்.  
71°F, 0°F, -40°F [விடை: 21 $\frac{3}{4}$ °C, -17 $\frac{3}{4}$ °C, -40°C]

3. வெப்பமானிக் குழாய்கள் மெல்லிய துளைகளையுடையதாயிருப்பதன் காரணம் என்ன? அவற்றில் ஏன் குமிழ்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன?

4. (a) ஓர் உடல் வெப்பமானியினதும் (b) ஓர் உயர்விழிவு வெப்பமானியினதும் பகுதிகளுக்குப் பெயரிடப்பட்ட படங்கள் தருக. ஒவ்வொரு கருவியிலும் அடங்கியுள்ள தத்துவங்களைச் சுருக்கமாகக் குறிப்பிடுக.

5. ஓர் இரசங்கொண்ட கண்ணாடி வெப்பமானியை அமைக்கும் முறையையும் அளவுக்கோடு இடும் முறையையும் விவரிக்க. இரசத்தை வெப்பமானித் திரவமாக உபயோகிப்பதிலுள்ள நயங்களைக் கூறுக.

6. வெவ்வேறு உலோகங்கள் வெவ்வேறு நீட்டல் விரிவுக்குணகங்கள் உடையவையெனக் காட்ட ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க. இவ்வுண்மையைக் கையாளும் ஒரு சாதாரண உபயோகத்தைக் கூறுக.

7. உலோகத்தின் நீட்டல்விரிவுக்குணகம் என்பதற்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.

பித்தளைக் கோலொன்றின் நீளம்  $10^{\circ}\text{C}$  இல் 300 சமீ. ஆகும்.  $90^{\circ}\text{C}$  இல் அதன் நீளம் 300.48 சமீ. ஆக இருப்பின், அதன் நீட்டல் விரிவுக்குணகத்தையும்,  $210^{\circ}\text{C}$  இல் அதன் நீளத்தையும் காண்க. [விடை:  $0.0002/^{\circ}\text{C}$ , 301.2 சமீ.]

8.  $20^{\circ}\text{C}$  இல் செப்புக்கோலொன்றின் நீளம் 200 சமீ. ஆகும். அது  $201.28$  சமீ. ஆக இருக்கும்போது அதன் வெப்பநிலை என்ன? (செம்பின்  $\alpha = 0.00016/^{\circ}\text{C}$ ) [விடை:  $420^{\circ}\text{C}$ ]

9.  $20^{\circ}\text{C}$  இல் ஒரு செப்புத்தட்டு 10 சமீ. நீளமும், 5 சமீ. அகலமும் உடையதாயிருக்கிறது. அதன் பரப்பு (i)  $100^{\circ}\text{C}$  இலும் (ii)  $160^{\circ}$  இலும் என்ன? (செம்பின்  $\alpha = 0.00016/^{\circ}\text{C}$ ) [விடை: 50.128 ச. சமீ., 50.224 ச. சமீ.]

10. "நீட்டல்விரிவுக்குணகம்" என்னும் பதத்தை விளக்குக. ஓர் உலோகக் கோலின் நீட்டல்விரிவுக்குணகத்தைக் காணும் முறையை விவரிக்க.

1 அங்குல விட்டமுடைய கோளமும், 0.98 அங்குல விட்டமுடைய வளையமும் இருக்கின்றன. கோளத்தை மட்டுமட்டாக வளையத்தினூடு செலுத்துவதற்கு, வளையம் எவ்வெப்பநிலைக்குள்ளால் உயர்த்தப்படவேண்டும்? (உலோகத்தின் நீட்டல் விரிவுக்குணகம் =  $0.00018/^{\circ}\text{C}$ ) [விடை:  $1136^{\circ}\text{C}$ ]

11. திரவத்தின் தோற்றவிரிவுக்குணகம் என்பதற்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.

இதை ஒரு திரவத்திற்குத் தன்னீர்ப்புப் போத்தலைக்கொண்டு எவ்வாறு காணலாம்?

12.  $10^{\circ}\text{C}$  இல் 50.25 கிராம் அற்ககோலைக் கொண்டுள்ள ஒரு கலம்,  $60^{\circ}\text{C}$  இல் 50 கிராம் அற்ககோலைக் கொண்டுள்ளது. அற்ககோலின் தோற்றவிரிவுக் குணகத்தைக் காண்க.

[விடை:  $0.0001/^{\circ}\text{C}$ ]

13.  $10^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள 50 க. சமீ. நீர் (a)  $40^{\circ}\text{C}$  க்கு உயர்த்தப்படும் போது என்ன கனவளவுடையதாகும் என்பதையும் (b) எவ் வெப்பநிலையில் 50.3 க. சமீ. கனவளவுடையதாகும் என்பதையும் காண்க. (நீரின் சராசரிவிரிவுக்குணகம் =  $0.0003/^{\circ}\text{C}$ )

(விடை: (a) 50.45 க.சமீ. (b)  $30^{\circ}\text{C}$ ]

14. ஒரு வெற்றுத் தண்ணீர்ப்புப் போத்தலின் நிறை  $38.5$  கிராம்,  $25^{\circ}\text{C}$  இல் இதை இரசத்தால் நிரப்பி நிறுத்தப்பொழுது  $360.25$  கிராம் நிறுத்தது. அது பின்பு  $100^{\circ}\text{C}$  க்குச் சூடேற்றப்பட்டது. அதை ஆறியபின்பு நிறுத்தப்பொழுது  $356.67$  கிராம் நிறுத்தது. இரசத்தின் தோற்றவிரிவுக்குணகத்தைக் கணிக்க.

[விடை:  $0.00015/^{\circ}\text{C}$ ]

15. இரசம் கொண்ட கண்ணாடி வெப்பமானித் தண்டின் உள்விட்டம்  $0.04$  சமீ.  $0^{\circ}\text{C}$  க் குறிமட்டும் குமிழினதும் தண்டினதும் கனவளவு  $9.8$  க. சமீ. ஆயின்,  $0^{\circ}\text{C}$  க்கும்  $100^{\circ}\text{C}$  க்கும் இடையே யுள்ள தூரத்தைக் கணிக்க.

[இரசத்தின் தோற்ற விரிவுக்குணகம் =  $0.00015/^{\circ}\text{C}$ ]

[விடை:  $9.55$  சமீ.]

16. நீரின் அதிகூடிய அடர்த்தி  $4^{\circ}\text{C}$  இல் என்பதைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க. கடல்வாழ் பிராணிகளின் வாழ்வுக்கு நீரின் நேரில்முறை விரிவு எவ்வாறு உதவியாக இருக்கிறது?

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரிச)

1. ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை
  - (i) அப்பொருளின் வெப்பக்கணியத்தைக் குறிக்கும்
  - (ii) அப்பொருளின் விரிவைக் குறிக்கும்
  - (iii) அப்பொருளின் வெப்பப் படிநிலையைக் குறிக்கும்
  - (iv) வெப்பம் பாயும் திசையைக் குறிக்கும்

2. பொருள்களின் வெப்பநிலையை அளவிட வெப்பமானித் திரவங்களின் எத்தன்மை பயன்படுகிறது?

- (i) திரவங்களின் விரிவு
- (ii) திரவங்கள் வெப்பத்தை உறுஞ்சும் தன்மை ✓
- (iii) திரவங்கள் வெப்பத்தை கடத்தும் தன்மை
- (iv) திரவங்கள் தம்கொள்கலங்களின் வடிவை எடுக்கும் தன்மை

3. இரசம் வெப்பமானித் திரவமாக தெரியப்பட்டது

- (i) அது கூடிய அடர்த்தியுடையதனால்
- (ii) அது ஒருசீரான விரிவுடையதனால்
- (iii) அது பாரமுடையதனால்
- (iv) அது தாழ்ந்த உறைநிலையுடையதனால்

4. ஒரு சதமவளவைப் பாகை

- (i) பரணையிற்றளவைப் பாகைக்குச் சமம்
- (ii)  $\frac{5}{9}$  " " "
- (iii)  $\frac{9}{5}$  " " "
- (iv)  $\frac{212}{100}$  " " "

5.  $50^{\circ}\text{C}$  க்கு உரிய சரியான வெப்பநிலை

- (i)  $82^{\circ}\text{F}$  (ii)  $90^{\circ}\text{F}$  (iii)  $106^{\circ}\text{F}$  (iv)  $122^{\circ}\text{F}$

6. சிட்சின் உயர்விழிவு வெப்பமானியில் வெப்பமானிப் பதார்த்தம் (i) இரசம் (ii) அற்ககோல் (iii) உருக்குச் சுட்டிகள் (iv) அற்ககோல் ஆவி.

7. இரும்பின் நீட்டல் விரிவுக்குணகம்  $0.000012/^{\circ}\text{C}$  என்னும் கூற்று விளக்குவது.

- (i) 1 மீற்றர் இரும்பில்  $1^{\circ}$  வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் நீட்சி  $1.0000212$  சமீ.
- (ii) 1 மீற்றர் இரும்பில்  $1^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் நீட்சி  $1.000012$  மீற்றர்
- (iii) 1 மீற்றர் இரும்பில்  $1^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் நீட்சி  $0.000012$  மீற்றர்

- (iv) 1 மீற்றர் இரும்பில்  $100^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை ஏற்றத்தால் ஏற்படும் நீட்சி  $0.000012$  மீற்றர்
8. 100சமீ, நீளமுள்ள பித்தளைக்கோலின் வெப்பநிலை  $20^{\circ}\text{F}$  இனூடு உயர்த்தப்பட்டால், அதன் இறுதி நீளம் ( $\alpha = 0.000018/^{\circ}\text{C}$ ) பின்வரும் எதனால் தரப்படும்?
- (i)  $100 \times 0.000018 \times 20$  (ii)  $100 (1 + 0.000018 \times 20)$   
 (iii)  $100 \times \frac{5}{9} \times 0.000018 \times 20$  (iv)  $100 (1 + \frac{5}{9} \times 0.000018 \times 20)$
9. அலுமினியத்தின் நீட்டல்விரிவுக்குணகம்  $0.000023/^{\circ}\text{C}$  ஆயின், அது பரணேற்றளவையில் பின்வரும் எதற்குச் சமனாகும்.
- (i)  $0.000023/^{\circ}\text{F}$  (ii)  $\frac{9}{5} \times 0.000023/^{\circ}\text{F}$  (iii)  $\frac{5}{9} \times 0.000023/^{\circ}\text{F}$   
 (iv)  $\frac{212}{190} \times 0.000023/^{\circ}\text{F}$
10. இரச வெப்பமானிக்குமிழைச் சுடுநீரில் வைத்தால் இரசவிழையின் மட்டம் (i) இறங்காது உயரும் (ii) இறங்கிப் பின் உயரும் (iii) உயர்ந்து பின் இறங்கும் (iv) உயராது இறங்கும்
11. 500 க. சமீ., 100 க. சமீ. கொள்ளளவுடைய A, B என்னும் இரு முகவைகள் ஒவ்வொன்றிலும் 60 க சமீ. திரவம் விடப்படுகிறது. அவற்றின் வெப்பநிலையை ஒரேயளவு உயர்த்தினால்
- (i) A யிலுள்ள திரவத்திலும் B யிலுள்ளது கூட விரியும்  
 (ii) B ,, A ,, ,,  
 (iii) இரண்டிலும் சமவிரிவேற்படும்  
 (iv) அவற்றின் விரிவு முகவையின் கொள்ளளவில் தங்கியுள்ளது
12. நீர்  $4^{\circ}\text{C}$  இல்
- (i) குறைந்த அடர்த்தியுடையதாயிருக்கும்  
 (ii) குறைந்த கனவளவு உடையதாயிருக்கும்  
 (iii) கூடிய கனவளவு உடையதாயிருக்கும்  
 (iv) குறைந்த திணிவு உடையதாயிருக்கும்
13. நீர் எவ்வெப்பநிலையில் மிகக்கூடிய அடர்த்தி உடையதாயிருக்கும்?
- (i)  $39.2^{\circ}\text{F}$  (ii)  $0^{\circ}\text{C}$  (iii)  $-4^{\circ}\text{C}$  (iv)  $4^{\circ}\text{F}$

## அலகு 4.

சத்தியின் ஒரு ரூபமாக வெப்பம், வெப்பச் செலுத்துகை, கலோரியளவியல், மறைவெப்பம்.

**வெப்பச் சத்தி**

சத்தியின்றி உலகில் உயிர்கள் வாழ்தல் இயலாது. உயிர் வாழ்வனவெல்லாம் தமக்கு வேண்டி சத்தியை தாம் உட்கொள்ளும் உணவிலிருந்து பெறுகின்றன. எமக்கு வேண்டிய பெருமளவு வெப்பச்சத்தியை நாம் உண்ணும் பலவித உணவுகளிலிருந்து பெறுகிறோம். இயந்திரங்களை இயக்கவேண்டிய வெப்பச்சத்தியை பெற்றோல், மண்ணெண்ணெய், கரிபோன்ற எரிபொருட்கள் அளிக்கின்றன, எனவே எமக்கு வேண்டிய வெப்பச்சத்தியை அளவிட்டு அறிவது அவசியமாகும்.

**வெப்ப அலகுகள்**

**கலோரி:-** ஒரு கிராம் நீரை  $1^{\circ}\text{C}$  இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையான வெப்பச்சத்தியின் அளவு ஒரு கலோரி.

**கிலோ - கலோரி:-** ஒரு கிலோகிராம் நீரை  $1^{\circ}\text{C}$  இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையான வெப்பச்சத்தியின் அளவு ஒரு கிலோ-கலோரி.

**பிரித்தானிய வெப்ப அலகு:-** ஓர் இருததல் நீரை  $1^{\circ}\text{F}$  இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையான வெப்பச்சத்தியின் அளவு ஒரு பிரித்தானிய வெப்ப அலகு (பி. வெ. அ.)

**தேம்:-** 100000 இருததல் நீரை  $1^{\circ}\text{F}$  இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையாகும் வெப்பச்சத்தியின் அளவு தேம் எனப்படும். இதனை வாயுக் கொம்பெனிகள் வாயுவிற்பனைக்குரிய ஓர் அலகாகக்கொள்ளுகின்றன.  
1 தேம் =  $10^5$  பி. வெ. அலகுகள்

**சதம வெப்ப அலகு (Centigrade heat unit):-**

ஓர் இருததல் நீரை  $1^{\circ}\text{C}$  இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையான வெப்பச்சத்தியின் அளவு ஒருசதம வெப்பஅலகு (ச. வெ. அ.)

சில உணவுப் பொருட்கள் தரும் வெப்பச் சத்தியின் அளவுகளும், எரிபொருட்கள் தரும் சத்தியின் அளவுகளும் பின்வருமாறு:

உணவுப்பொருட்கள்	எரியொருட்கள்
1 இ. அரிசி 1600 கி. கலோரி	1 இ. பெற்றோல்-10800 ச.வெ.அ.
1 இ. தேங்காய்எண்ணெய் 3500 கி. கலோரி	1 இ. பரபின் -11000 ச.வெ.அ.
1 பைந்துபால் 280 கி. கலோரி	
1 இ. காய்கறிகள்-150 கி.கலோரி	1 இ. அற்ககோல்-6600 ச.வெ.அ.

எமக்குப் பெருமளவு சத்தி சூரியனிலிருந்து கிடைக்கிறது. பூமியில் ஒவ்வொரு சதுர அலகுப் பரப்பிலும் சூரியனிலிருந்து பல கலோரிவெப்பம் படுகிறது. இதன் விளைவாக (1) காற்று வீசுகிறது. (2) கடல் நீர் ஆவியாகிறது. (3) பச்சைத் தாவரங்களில் ஏற்படும் இரசாயன மாற்றத்தினால் உணவும், எரிபொருளும் அவற்றில் தயாராகின்றன.

### வெப்பக்கதிர் வீசல்

பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம்  $93 \times 10^6$  மைல்கள். சூரியனிலிருந்து வீசப்படும் வெப்பக் கதிர்கள் பெரும்பாலும் வெற்றிடமாயுள்ள அண்டவெளியினூடு பூமியை வந்தடைகின்றன. இவ் வெப்பக்கதிர்கள் வளியைச் சூடாக்குவதில்லை. ஆனால் நிலம் இதை வாங்கிச் சூடாகின்றது. சூரியனைப்போல, சூடான எல்லாப் பொருள்களும் வெப்பக்கதிர்களை வீசுகின்றன. வீசப்படும் கதிர்கள் ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோரிடத்துக்கு எந்த ஒரு ஊடகத்தினதும் உதவியின்றி செல்லத்தக்கவையாகும். இவ்விதம் வெப்பம் ஓரிடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு, இடையேயுள்ள ஊடகத்தை வெப்பமாக்காது, பாய்ந்து செல்லும்முறை கதிர்வீசல் எனப்படும்.

பூமியில் ஒவ்வொரு சதுர அடியிலும் படும் வெப்பம் ஏறத்தாழ ஒரேயளவாயிருந்தபோதும், வெவ்வேறுவகை நிலங்களின் வெப்பநிலை வெவ்வேறு அளவுக்கு உயர்வதை நாம் அவதானித்திருக்கலாம்.

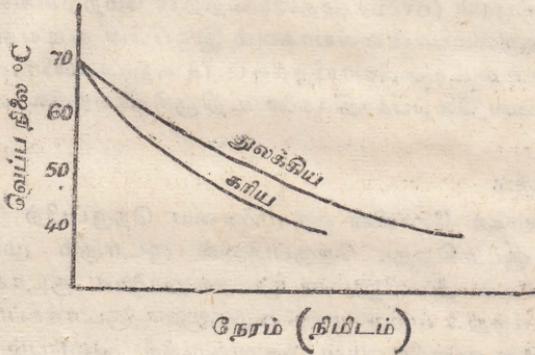
வெவ்வேறு தளங்கள் வெப்பச்சத்தியை உறிஞ்சும் வீதத்தை ஒப்பிடல்.

ஒரேமாதிரியான, துலக்கிய கலோரிமான்யொன்றையும், கறுப்பாக்கிய கலோரிமான்யொன்றையும் சமஅளவு நீரால் நிரப்புக. இரண்டையும் வெளியில் வைத்து, ஆரம்ப வெப்பநிலைகளைக் குறித்துக் கொள்க. ஐந்து நிமிடத்துக்கு ஒருமுறை வெப்பநிலைகளை குறித்துக்கொள்க. இரு கலோரிமானிகளினதும் மேற்பரப்பும், திணிவும், அவற்றிலுள்ள நீரின் திணிவும் சமமாக இருந்தபோதும், கரிய கலோரிமான்யில் வெப்பநிலை விரைவில் ஏறுவதை அவதானிக்கலாம். இது கரியதளங்கள் வெப்பத்தை விரைவில் உறிஞ்சும் என்பதைக் காட்டுகிறது. துலக்கிய தளத்தில் படும் வெப்பக் கதிர்கள் பெரும்பகுதி தெறித்துவிடுவதால் அதன் வெப்பநிலை அவ்வளவு விரைவாக உயர்வதில்லை.

துலக்கிய தளத்தினதும், கரியதளத்தினதும் கதிர்வீசும் வீதத்தை ஒப்பிடல்

முந்திய பரிசோதனையில் பாவிக்கப்பட்டது போன்ற இரு கலோரிமானிகளை ஒரே வெப்பநிலையிலுள்ள சுடுநீரினால் ஒரேயளவு

வுக்கு நிரப்பி, நிலைக்குத்தாக நிறுத்திய ஒரு மரப்பலகையின் இரு புறத்திலும் வைக்க. இரண்டினது வெப்பநிலைகளையும் 5 நிமிடத்திற்கு ஒருமுறை குறித்து அட்டவணைப்படுத்துக, இரு வெப்பமானி அளவைகளுக்கும் ஒரே வரைப்படத்தாளில் வெப்பநிலை - நேர



படம் 37

வரைபுகளை வரைக. இவ் வரைபுகளின் அமைப்பு படம் 37 இல் காட்டியவாறிருக்கும். கரியதளம், துலக்கிய தளத்திலும் பார்க்க விரைவாக வெப்பத்தை இழக்கிறதென்பதை வரைப்படவளையிகள் காட்டுகின்றன.

**வெப்பக்கதிர்வீசல், உறிஞ்சல், தெறித்தல்.**

சூழலிலும் பார்க்கக் கூடிய வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் தனது வெப்பத்திற் சிறுபகுதியை வெளியே வீசுகின்றது. குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் சூழலிலிருந்து வரும் வெப்பக்கதிர்களை உறிஞ்சுகிறது. கருமையான கரடுமுரடான பொருட்கள்

(a) குளிர்ந்திருக்கும்போது சிறந்த கதிர்உறிஞ்சிகளாகவும்

(b) சூடாக இருக்கும்போது சிறந்த கதிர்வீசிகளாகவும் இருக்கின்றன. பொதுவாக நல்ல கதிர்உறிஞ்சிகள், நல்ல கதிர் வீசிகளாக இருக்கும்.

துலக்கிய பளபளப்பான வெள்ளைப் பொருட்கள் கூடிய அளவு கதிர்களைத் தெறித்தலால் அரிதில் வெப்ப உறிஞ்சிகளாகவும், அரிதில் வெப்பக் கதிர்வீசிகளாகவும் இருக்கின்றன.

உபயோகங்கள்.-

(1) உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வீட்டுக்கு வெள்ளையடிப்பதாலும் வெள்ளை உடை அணிவதாலும் பெரும் அளவிற்குச் சூரிய வெப்பக் கதிர்களைத் தெறிக்கச் செய்யலாம். (2) பளபளக்கும் அலுமினியக் கூரைகளும் வெப்பக்கதிர்களைத் தெறிக்கச் செய்கின்றன. (3) கனல் அடுப்புகள் (oven) முதலியவற்றின் மேற்றளங்கள் கரடான வையாசவும் கருமையானவையாகவும் இருப்பின் கூடிய அளவு வெப்பக் கதிர் வீசல் உடையவையாயிருக்கும். (4) கறுப்புமயிர், கரியகுடைச் சீலை முதலியவை வெப்பக்கதிர்களை உறிஞ்சி விரைவில் வீசுகின்றன.

வெப்பக் கடத்தல்

ஓர் உலோகக் கோலின் ஒரு முனையை நெருப்பிற் பிடித்தால் மறுமுனையும் சூடாகிறது. நெருப்பினால் சூடாகும் முனையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் தம் அயலிலுள்ள மூலக்கூறுகளைச் சூடாக்கும். இவ் விதம் தொடர்ந்து மற்ற மூலக்கூறுகளும் சூடாக்கப்படுகின்றன. ஓர் ஊடகத்தின் மூலக்கூறுகள் நகராதிருக்க வெப்பம் அவற்றில் ஒன்றிலிருந்துதொன்றிற்குத் தாவிச் செல்வதனால் மற்றப் புள்ளிகளும் சூடாகின்றன.

ஓர் ஊடகத்தின் மூலக்கூறுகள் நகராதிருக்க வெப்பம் அவற்றினூடு ஒரு புள்ளியிலிருந்து வேறொரு புள்ளிக்குச் செலுத்தப்படுதல் வெப்பக்கடத்தல் எனப்படும்.

எளிதிற் கடத்திகள்:- வெப்பத்தை இலகுவில் கடத்தும் பொருட்கள் எளிதிற் கடத்திகள் எனப்படும்.

உதாரணம்:- வெள்ளி, செம்பு, மற்றும் உலோகங்கள், இரசம்

அரிதிற்கடத்திகள்:- வெப்பத்தைக் கடத்தும் ஆற்றல் குறைந்த பொருட்கள் அரிதிற்கடத்திகள் எனப்படும்.

உதாரணம்:- கல், கண்ணாடி, மண்பாத்திரங்கள், பருத்திப் புடவை நீர், வைக்கோல்.

கடத்தலிலி (non-conductors):- இவை தம்முடு வெப்பஞ் செல்வதை முற்றாகத் தடுக்கின்றன.

உதாரணம்:- எலும்பு, கொம்பு, இறக்கை, கம்பளி, மயிர், தக்கை, வளி. (வெற்றிடம் ஒரு நிறைகடத்தலிலி ஆகும்).

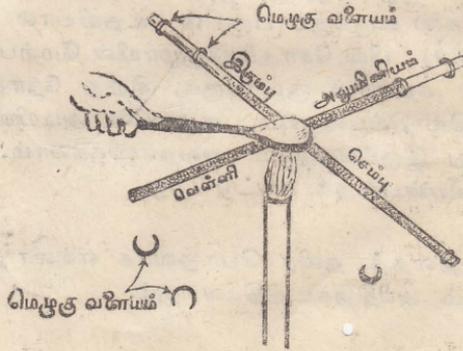
எல்லாக் கடத்திகளும் வெப்பத்தைக் கடத்தும் ஆற்றல் ஒரே யளவு உடையவையல்ல.

உலோகம் எளிதிற கடத்தியென்பதையும், மரம் அரிதிற்கடத்தியென்பதையும் சோதித்தல்.

ஒரு துண்டு மெல்லிய உலோகத் தட்டை ஒரு மரக்கோலின் ஒரு பக்கத்தைச் சுற்றி ஆணியால் பொருத்துக. இக்கோலை வெப்ப உணர்தாள் ஒன்றினால் மூடிச் சுற்றுக. தாளைச் சுடரொன்றினால் வெப்பமாக்குக. மரத்தோடு ஒன்றியிருக்கும் பாகம் நிறமாற்ற மடையும். தாள்பெற்ற வெப்பத்தை மரம் கடத்தவில்லை என்பதை இது காட்டுகிறது. ஆனால் உலோகத்தோடு ஒட்டியுள்ள பாகம் நிறம் மாறுதிருக்கும். இது உலோகம் வெப்பத்தை கடத்தியுள்ள தென்பதைக் காட்டுகிறது.

குறிப்பு: - ஓர் ஒற்றுத்தாளை கோபால்ற் குளோறைட்டு, கல்சியம் குளோறைட்டு ஆகியவற்றின் கரைசலில் தோய்த்து உணர் தாளைச் செய்யலாம். வெப்பமாகும்போது இது பச்சையாகும்.

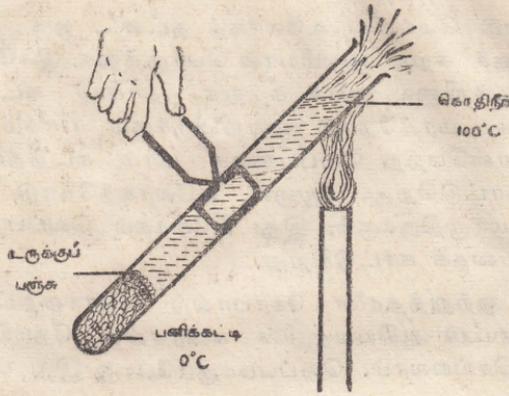
கிணமங்களின் கடத்துதிறனை ஒப்பிடல்



படம் 38

சமவரிமாணங்களுள்ள செப்புக்கோல், அலுமினியக்கோல் இரும்புக்கோல், வெள்ளிக்கோல் ஆகிய நான்கு கோல்களையும் ஒரு பொது மையத்திற் கட்டுக (படம் 38). கோல்களில் சமஇடை வெளிகளில் சிறு மெழுகு வளையங்களைப் பொருத்திவிடுக. பொது மையத்தில் சுடரொன்றினால் வெப்பமாக்குக. கோல்களில் வெப்பம் பரவ, வளையங்கள் உருகி ஒவ்வொன்றாகக் கீழே விழும். வெப்பத்தைக் கடத்தும் ஆற்றலைப் பொறுத்து அவற்றிலிருந்து விழும் வளையங்களின் தொகை இருக்கும். இவ்வாறு வெள்ளி மற்றவை எல்லாவற்றிலும் கூடிய கடத்துத்திறன் உள்ளது என்பதைக் காட்டலாம். அடுத்தபடியாக செம்பு, அலுமினியம், இரும்பு கடத்துத்திறன் வரிசையிலிருப்பதைக் காணலாம்.

நீர் ஓர் அரிதிற்கடத்தி எனக் காட்டுதல்



படம் 39

ஒரு சோதனைக்குழாயிலுள்ள குளிர்ந்த நீரினடியில், பலசிறு பனிக் கட்டித் துண்டுகளை உருக்குப் பஞ்சின் உதவியால் அமிழ்ந்திருக்கச் செய்க (படம் 39). பின் சோதனைக்குழாயின் மேற்பாகத்திலிருக்கும் நீரைப் பன்சன் சுடராற் சூடாக்குக. சிறிது நேரத்தின்பின் மேற் பாகத்து நீர் கொதிப்பதையும், குழாயின் அடியிலிருக்கும் பனிக் கட்டி உருகாது இருப்பதையும் அவதானிக்கலாம். இது நீர் ஓர் அரிதிற்கடத்தியென்பதைக் காட்டுகிறது.

முற்படி:- இரசத்தைத் தவிர பொதுவாக எல்லாத் திரவங்களும் வாயுக்களும் அரிதிற்கடத்திகளாகும்.

கடத்திகளின் உபயோகங்கள்

வெப்பத்தைச் செலுத்தக் கடத்திகள் பயன்படுகின்றன. சமைக்கும் பாத்திரங்கள், அடுப்புகள், இஸ்திரிகைப் பெட்டிகள், கதிர் வீசிகள், தேவியின் காவல்விளக்கு எல்லாம் எளிதிற்கடத்திகளான உலோகங்களாற் செய்யப்படுகின்றன.

அரிதிற்கடத்திகளின் உபயோகங்கள்

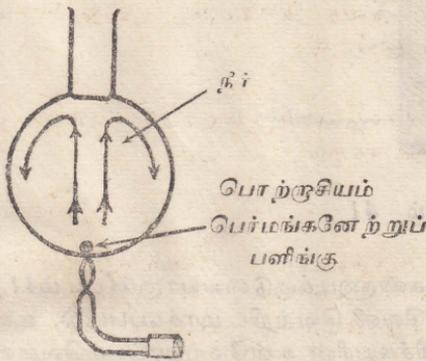
வெப்பம் செல்வதையும் வீணாவதையும் தடுக்க அரிதிற்கடத்திகள் பயன்படுகின்றன. அசுப்பை, கேத்தில், இஸ்திரிகைப் பெட்டி முதலியவற்றிலுள்ள மரப்பிடிசுள் வெப்பம் கையை அடையாது தடுக்கின்றன. கொதிநீராவிக்குழாய்களில் சுற்றப்படும் கண்ணூர் (asbestos), கம்பளி போன்றவை இக்குழாய்களிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறுது தடுக்கின்றன.

மேற்காவுகை

வெப்பம் பாயிகளில் பொதுவாக மேற்காவுகை முறையினால் பரவுகிறது. ஒரு கேத்திலிலுள்ள நீரில், அடியிலுள்ள நீர் மட்டுமே கடத்தல் முறையால் கேத்திலிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெறுகிறது, நீர் ஓர் அரிதிற்கடத்தி ஆதலால், வெப்பம் கடத்தல் முறையால் பரவாது. எனினும் வெப்பமாக்கப்படும்போது அடியிலுள்ள நீர்ப் படையின் வெப்பநிலை கூடுவதால் அதன் அடர்த்தி குறைந்து மேலெழுகின்றது. மேலிருக்கும் அடர்த்திகூடிய நீர் ஆழுகின்றது. இப்புதிய படையும் இதேபோல் வெப்பமாகி அடர்த்தி குறைந்து மேலெழும். தொடர்ச்சியாகக் கேத்தில் வெப்பமாக்கப்படின், இம் முறை மேலும் மேலும் தொடர்ந்து நிகழ்கிறது. பாய்பொருள் களில் ஏற்படும் இவ்வித சுற்றோட்டம் மேற்காவுகை ஓட்டம் எனப்படும். வெப்பம் இவ்விதம் செலுத்தப்படுவதை மேற்காவுகை எனலாம்.

ஒரு பாய்பொருளின் மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினால் வெப்பம் சூடான பகுதியிலிருந்து குளிர்ான பகுதிக்குச் செலுத்தப்படுதல் மேற்காவுகை எனப்படும்.

நீரில் மேற்காவுகை:-



படம் 40

ஒரு குடுவையில் ஓய்வி லுள்ள நீரில், சிறிதளவு நெய் தடவிய பொற்றரசியம்-பேர்-மாங்கனேற்றுத் துகள்களைத் ஆழவிடுக. பன்சன் கூடரை இத்துகள்களுக்கு நேரே பிடித் தர்ப் மேற்காவுகை ஓட்டம் நீரில் ஏற்படுவதைக் காணலாம். இவ் வோட்டத்தின் பாதையை பர-மாங்கனேற் துகள்கள் நிறமூட்டிக்காட்டும். குடுவையினுள் நீரோட்டம் படம் 40 இல் உள்ளதுபோல் நிகழ்வதைக் காணலாம்.

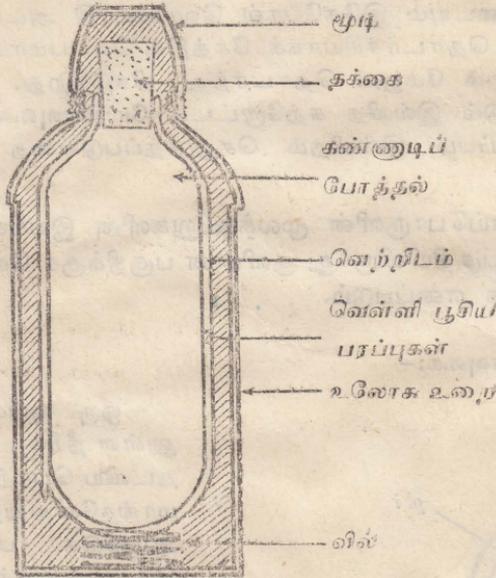
பிரயோகங்கள்

மேற்காவுகை ஓட்டங்கள் எமது அன்றாட வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவையாகும்.

சூரியவெப்பம் வளியிலும், கடல்நீரிலும் மேற்காவுகை ஓட்டங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் காற்றோட்டமும், கடன்ரோட்டமும் ஏற்படுகின்றன.

விளக்குகளில் அடியிலுள்ள துவாரங்களினூடு குளிர்ந்த காற்று உட்செல்லுகிறது. சூடான புகையும் காற்றும் குழாயினூடு வெளியேறுகின்றன. இதேபோல் அடுப்பெரிக்கும் பொழுதும் புகைக் குழாயினூடு சூடான புகை வெளியேறுகிறது.

வெப்பக்குடுவை



படம் 41

இது ஓர் இரட்டைச் சுவருள்ள கண்ணாடிக்குடுவையாகும் (படம் 41). இதன் சுவர்களுக்கிடையிலுள்ள வெளி வெற்றிடமாக்கப்பட்டு, உட்சுவரின் வெளிமேற்பரப்பும், வெளிச்சுவரின் உள்மேற்பரப்பும் வெள்ளி பூசப்பட்டவையாயிருக்கின்றன. இவ்வமைப்பு கதிர்வீசல், கடத்தல், மேற்காவுகை ஆகிய முறைகளால் வெப்பம் வெளியேறுதல் தடுக்கின்றது. கண்ணாடி, தக்கையாகியவை அரிதிற்கடத்திகள். வெற்றிடம் ஓர் அரிதிற்கடத்தி; மேற்காவுகையையும் இவ் வெற்றிடம் தவிர்க்கிறது, வெள்ளிபூசிய சுவர்கள் கதிர்வீசலைத் தவிர்க்கின்றன. இக்குடுவையினுள் சூடான அல்லது குளிர்ந்த பொருளை இட்டு, தக்கையால் மூடி வைத்தால் அப்பொருள் பலமணி நேரத்துக்கு ஏறத்தாழ அதே வெப்பநிலையிலிருக்கும்.

கலோரியளவியல்

தன்வெப்பம்

சமதிணிவுள்ள வெவ்வேறு பொருட்களுக்குச் சமஅளவு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்டின், அவற்றின் வெப்பநிலை வெவ்வேறளவுக்கு உயர்வதைக் காணலாம். உதாரணமாக ஒரு முகவையில் 250 கிராம் தேப்பந்தைனை ஊற்றி ஓர் உறுதியான சுடரினால் 5 நிமிடங்களுக்கு வெப்பமாக்குக. இதேபோல் 250 கிராம் நீரை 5 நிமிடங்களுக்கு அதே சுடரினால் வெப்பமாக்குக. இவ்விதம் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையொன்றில்,

$$\begin{aligned} \text{தேப்பந்தைனின் வெப்பநிலை உயர்ச்சி} &= 52.8^{\circ}\text{C ஆகவும்} \\ \text{நீரின் வெப்பநிலை உயர்ச்சி} &= 24.8^{\circ}\text{C ஆகவும்} \end{aligned}$$

இருக்கக் காணப்பட்டது

$$\begin{aligned} 250 \text{ கிராம் நீரை } 24.8^{\circ}\text{C உயர்த்தத் தேவையான வெப்பம்} \\ &= 250 \times 24.8 = 6200 \text{ கலோரிகள்} \end{aligned}$$

எனவே சுடர் 5 நிமிடத்தில் கொடுக்கும் வெப்பம் = 6200 கலோரிகள்

$$\therefore 250 \text{ கி. தேப்பந்தைனை } 52.8^{\circ}\text{C உயர்த்தக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பம்} = 6200 \text{ கலோரிகள்}$$

$$\therefore 1 \text{ கிராம் தேப்பந்தைனை } 1^{\circ}\text{C உயர்த்தும் வெப்பம்} = \frac{6200}{250 \times 52.8} = 0.47$$

இப்பெறுமானம் தேப்பந்தைனின் தன்வெப்பம் எனப்படுகிறது. இவ்வாறு வெவ்வேறு பொருட்கள் வெவ்வேறு தன்வெப்பப் பெறுமானங்கள் உடையவையாகக் காணப்படுகின்றன.

ஓரலகு திணிவுள்ள பொருளை, ஒரு பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம் தன்வெப்பம் எனப்படும்.

தன்வெப்பம் கலோரி/கி<sup>o</sup>C, பி. வெ. அ./இரூ<sup>o</sup>F எனும் அலகுகளில் அளவிடப்படுகின்றது ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம் (H), அதன் திணிவு (m), தன்வெப்பம் (s), வெப்பநிலை உயர்ச்சி (t<sup>o</sup>) ஆகிய மூன்றிலும் தங்கியுள்ளது.

$$H = m \cdot s \cdot t$$

உதாரணம்:- 100 கி. திணிவுள்ள இரும்பை  $30^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $100^{\circ}\text{C}$ க்கு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தைக் கணிக்க. இரும்பின் தன் வெப்பம் =  $0.11$  கலோரி/கி/°C

$$\begin{aligned} H &= m \times s \times t \\ &= 100 \times 0.11 \times 70 \\ &= 770 \text{ கலோரிகள்} \end{aligned}$$

வெப்பக்கொள்ளவு'- ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம் அப்பொருளின் வெப்பக்கொள்ளவு எனப்படும்.

$$\text{வெப்பக்கொள்ளவு} = \text{திணிவு} \times \text{தன்வெப்பம்}$$

இது கலோரி/°C, பி. வெ. அ./°F எனும் அலகுகளில் அளவிடப்படுகின்றது.

நீர்ச்சமவலு: ஒரு பொருளின் வெப்பக்கொள்ளவுள்ள நீரின் திணிவு அப்பொருளின் நீர்ச்சமவலு எனப்படும்.

$$\text{நீர்ச்சமவலு} = \text{திணிவு} \times \text{தன்வெப்பம்}$$

இது கிராம், இரூத்தல் எனும் அலகுகளில் அளவிடப்படுகின்றது.

உதாரணம்:-

(i) 500 கி. திணிவும் (ii) 15 இரூத்தல் திணிவும் உள்ள இரு அலுமினியப்பாத்திரங்கள் ஒவ்வொன்றினதும் வெப்பக்கொள்ளவு, நீர்ச்சமவலு ஆகியவற்றைக் கணிக்க, அலுமினியத்தின் தன் வெப்பம் =  $0.21$

$$\begin{aligned} \text{(i) } 500 \text{ கி. பாத்திரத்தின் வெப்பக்கொள்ளவு} &= 500 \times 0.21 \\ &= 105 \text{ கலோரி/}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

105 கலோரி வெப்பக்கொள்ளவுள்ள நீரின் திணிவு 105 கிராம்.  
∴ அதன் நீர்ச்சமவலு = 105 கிராம்.

$$\begin{aligned} \text{(ii) } 15 \text{ இரூத்தல் பாத்திரத்தின் வெப்பக்கொள்ளவு} &= 15 \times 0.21 \\ &= 3.15 \text{ பி. வெ. அ./}^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

∴ அதன் நீர்ச்சமவலு = 3.15 இரூத்தல்

கலோரியளவியலின் தத்துவம்:-

வெப்பத்தை அளக்கும் முறைகளையும் அதோடு தொடர்பு பட்ட வெப்பக்கணியங்களையும் அளவிடும் முறைகளைக் கொண்டதே கலோரியளவியலாகும். கலோரியளவியலிலுள்ள அநேக பரிசோதனைகளில் வெவ்வேறு வெப்பநிலையிலுள்ள பெருட்கள் கலோரிமாணி

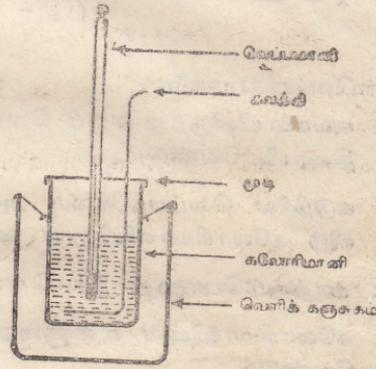
எனும் சிறிய உலோகக்கலம் ஒன்றினுள் கலக்கப்படுகின்றன. கலவை முழுவதும் ஒரு பொதுவெப்பநிலையை அடையும்வரை சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்கு வெப்பம் பாயும். சூடான பொருள் இழந்த வெப்பம், குளிர்ந்த பொருள் பெற்ற வெப்பத்திற்குச் சமன். அதாவது

$$\text{இழந்த வெப்பம்} = \text{பெற்றவெப்பம்.}$$

இதுவே கலோரியளவியல் தத்துவமாகும்

கலோரிமான்னியொன்றின் வெப்பக்கோள்ளளவைத் தீர்மானித்தல்

ஒரு சுத்தமான, உலர்ந்த கலோரிமானியைக் கலக்கியுடன் நிறுக்க. அதனுள்  $\frac{1}{8}$  பங்கிற்குக் குளிர்ந்த நீரை நிரப்பி மீண்டும் நிறுக்க. நீரின் வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. கலோரிமானியை ஒரு மரப்பெட்டியினுள் வைத்து, இரண்டிற்கு மிடையிலுள்ள வெளியை பஞ்சினால் நிரப்புக. இவ்விதம், கலோரிமானியை வெளிவெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படாது காப்பதற்கு அமைக்கப்படும் வெளிக்கலம் காவற்கட்டிட்கலம் எனப்படும். ஏற்கனவே



படம் 42

குறித்தவொரு வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்பட்ட நீரை, கலோரிமானியினுள் ஊற்றிக் கலக்கி, கலவையின் இறுதிவெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க ( படம் 42 ). கலோரிமானியினதும் உள்ளுறையினதும் நிறையை, அவை குளிர்ந்தபின் நிறுத்தறிக.

**பெறுபேறுகள்**

- (கலோரிமானி + கலக்கி) இன் திணிவு =  $m_1$  கி.
- (கலோரிமானி + கலக்கி + குளிர்ந்தநீர்) இன் திணிவு =  $m_2$  கி.
- (கலோரிமானி + கலக்கி + கலவை) இன் திணிவு =  $m_3$  கி.
- குளிர்ந்த நீரின் தொடக்க வெப்பநிலை =  $t_1^\circ\text{C}$
- சூடான நீரின் வெப்பநிலை =  $t_2^\circ\text{C}$
- கலவையின் வெப்பநிலை =  $t_3^\circ\text{C}$

கலோரிமானியின் வெப்பக் கொள்ளளவு =  $x$  கலோரி/°C எனக் கொள்க.

(கலோரிமானி + கலக்கி) பெற்ற வெப்பம் =  $x(t_3 - t_1)$  கலோரிகள்

குளிர்ந்த நீர் பெற்ற வெப்பம் =  $(m_2 - m_1)(t_3 - t_1)$  ,,

சுடுநீர் இழந்த வெப்பம் =  $(m_3 - m_2)(t_2 - t_3)$  ,,

பெற்ற வெப்பம் = இழந்த வெப்பம்

$$x(t_3 - t_1) + (m_2 - m_1)(t_3 - t_1) = (m_3 - m_2)(t_2 - t_3)$$

$$x = \frac{(m_3 - m_2)(t_2 - t_3) - (m_2 - m_1)(t_3 - t_1)}{(t_3 - t_1)} \text{ கலோரி/}^\circ\text{C}$$

### முன்னெச்சரிக்கைகள்

1. சுவாலையிலிருந்து வரும் வெப்பம் கலோரிமானியை அடையாது திரையிடவேண்டும்.
2. சுடுநீரின் வெப்பநிலையை அளந்ததும், அந்தநீரை வெகுவிரை விற கலோரிமானியினுள் ஊற்றவேண்டும்.
3. ஊற்றும்பொழுது நீர் வெளியே தெறிக்காதிருக்கவேண்டும்.
4. கலோரிமானியின் உள்ளூறை தொடர்ந்து நன்கு கலக்கப்பட வேண்டும்.

### கலோரிமானியின் நீர்ச்சமவலு

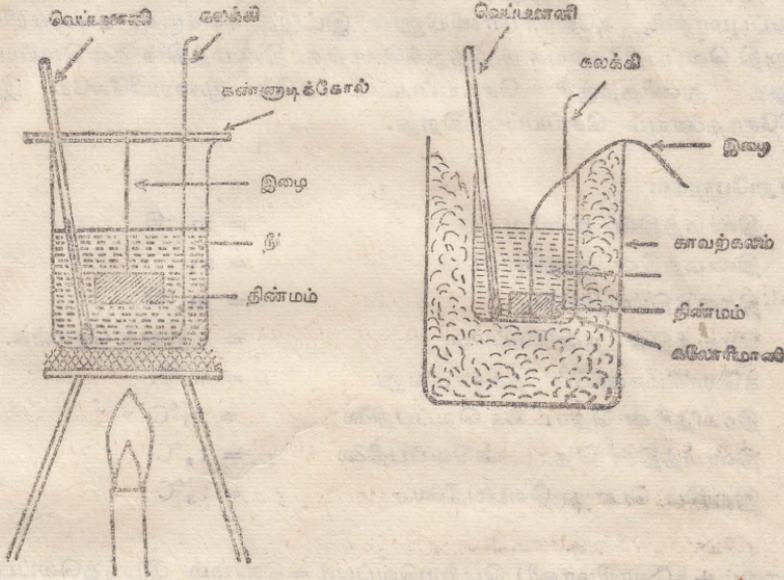
வெப்பக்கொள்ளளவு  $x$  ஐக் கணித்தபின், கலோரிமானியின் நீர்ச்சமவலுவையும் இலகுவில் எழுதலாம்.

கலோரிமானியின் வெப்பக்கொள்ளளவு =  $x$  கலோரி/°C ஆயின்  
கலோரிமானியின் நீர்ச்சமவலு =  $x$  கிராமாகும்

கலவை முறையால் ஒரு திண்மத்தின் தன்வெப்பத்தைத் தீர்மானித்தல்

தரப்பட்ட திண்மத்தின் திணிவை நிறுத்தறிக. இதைக் கண்ணாடிக் கோலொன்றில் கட்டிப்படம் 43 இல் காட்டியதுபோல் ஒரு முகவை நீரினுள் தொங்கவிடுக. நீரைக் கொதிநிலைக்குச் சூடாக்கிச் சில நிமிடங்களுக்குக் கொதிக்கவிடுக. அதே நேரத்தில் சுத்தமான வெற்றுக் கலோரிமானியொன்றின் திணிவை நிறுத்தறிக. அதனை அரைவாசிவரை குளிர்ந்த நீரினால் நிரப்பி, நிறுத்து நிறையைக் காண்க. இக் கலோரிமானியையும் நீரையும் காவற்கட்டிட்ட கலமொன்றினுள் வைத்து, அதன் வெப்பநிலையையும் குறித்துக்

கொள்க. முகவையில் கொதிக்கும் நீரின் வெப்பநிலையையும் குறித்துக் கொள்க. திண்மத்தைத் தூக்கி, ரிப்போக உதறி, விரைவில் கலோரிமானியில் இட்டு நன்கு கலக்கி, கலவையின் இறுதிவெப்ப



படம் 43

நிலையையும் குறித்துக்கொள்க. கலோரிமானி செய்யப்பட்ட பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பம்  $s_1$  ஆயின், திண்மத்தின் தன்வெப்பம்  $s$  ஐப் பின்வருமாறு கணிக்கலாம்.

- திண்மத்தின் திணிவு =  $m_1$  கி.
- (கலோரிமானி + கலக்கி) இன் திணிவு =  $m_2$  கி.
- (கலோரிமானி + கலக்கி + நீர்) இன் திணிவு =  $m_3$  கி.
- (கலோரிமானி + கலக்கி + நீர்) இன் வெப்பநிலை =  $t_1^\circ\text{C}$
- சூடேற்றிய திண்மத்தின் வெப்பநிலை =  $t_2^\circ\text{C}$
- கலவையின் இறுதி வெப்பநிலை =  $t_3^\circ\text{C}$

திண்மம் இழந்தவெப்பம் = கலோரிமானியும் நீரும் பெற்ற வெப்பம்

$$m_1 s (t_2 - t_3) = m_3 s_1 (t_3 - t_1) + (m_3 - m_2) (t_3 - t_1)$$

$$s = \frac{m_3 s_1 (t_3 - t_1) + (m_3 - m_2) (t_3 - t_1)}{m_1 (t_2 - t_3)} \text{ கலோரி/கி.}^\circ\text{C}$$

திரவமொன்றின் தன்வெப்பத்தைத் தீர்மானித்தல்

தெரிந்த நீர்ச்சமவலுவை உடைய கலோரிமானி ஒன்றினுள் தரப்பட்ட தெரிந்த திணிவுடைய திரவத்தை ஊற்றுக். தெரிந்த தன்வெப்பம் உள்ள ஒரு திண்மத்தைக் குறித்த ஒரு வெப்பநிலைக்கு வெப்பமாக்கி, கலோரிமானியினுள் இட்டுக் கலக்குக. கலவையின் இறுதி வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. திண்மத்தின் தன்வெப்பத்தைத் துணிதற்குச் செய்யப்பட்ட அதே முறையிலேயே இப் பரிசோதனையும் செய்யப்படுகிறது.

பெறுபேறுகள்

திண்மத்தின் திணிவு	= $m_1$ கி
திண்மத்தின் தன்வெப்பம்	= $s_1$
திரவத்தின் திணிவு	= $m_2$ கி
திரவத்தின் தன்வெப்பம்	= $s$ எனக் கொள்க.
கலோரிமானியின் நீர்ச்சமவலு	= $w$ கி.
திரவத்தின் தொடக்க வெப்பநிலை	= $t_1^\circ\text{C}$
திண்மத்தின் தொடக்கவெப்பநிலை	= $t_2^\circ\text{C}$
இறுதிப் பொது வெப்பநிலை	= $t_3^\circ\text{C}$

(திரவம் + கலோரிமானி) பெற்றவெப்பம் = திண்மம் இழந்தவெப்பம்

$$m_2 s (t_3 - t_1) + w (t_3 - t_1) = m_1 \times s_1 (t_2 - t_3)$$

$$m_2 \cdot s (t_3 - t_1) = m_1 \cdot s_1 (t_2 - t_3) - w (t_3 - t_1)$$

$$\therefore s = \frac{m_1 \cdot s_1 (t_2 - t_3) - w (t_3 - t_1)}{m_2 (t_3 - t_1)} \text{ கலோரி/கி } ^\circ\text{C}$$

பன்சன் சுவாலையின் வெப்பநிலையை அண்ணளவாகத் தீர்மானித்தல் (கலவை முறை)

ஓர் உலோகத்துண்டின் திணிவை நிறுத்தறிக. இதனைப் பன்சன் சுவாலையின் மிகச்சூடான நீலப்பாகத்திற்குப் பிடித்து வெப்பமாக்குக. அதேவேளையில் சுத்தமான வெற்றுக்கலோரிமானி ஒன்றின் திணிவைக் காண்க. அதை  $\frac{1}{2}$  பாகம்வரை நீரினால் நிரப்பி, அவற்றின் மொத்தத் திணிவைக் காண்க. இதனைக் காவற்கலமொன்றினுள் வைத்து, வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. உலோகத்துண்டை 15 நிமிடங்கள்வரை சுவாலையில் பிடித்தபின், கலோரிமானிக்கு விரைவாக மாற்றி, நன்கு கலக்கி கலவையின் இறுதி வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. இப் பெறுபேறுகளைக் கொண்டு சுவாலையின் வெப்பநிலையைப் பின்வருமாறு கணிக்கலாம்.

உலோகத்துண்டின் திணிவு =  $m_1$  கி.  
 உலோகத்துண்டின் தன்வெப்பம் =  $s_1$   
 சுவாலையின் வெப்பநிலை =  $t^\circ\text{C}$  எனக்கொள்க.  
 (கலோரி + கலக்கி) இன் திணிவு =  $m_2$  கி.  
 கலோரிமானிப்பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பம் =  $s_2$   
 ( , , + கலக்கி + நீர்) இன் திணிவு =  $m_3$  கி.  
 ( , , , ) தொடக்கவெப்பநிலை =  $t_1^\circ\text{C}$   
 கலவையின் இறுதி வெப்பநிலை =  $t_2^\circ\text{C}$   
 உலோகத்துண்டு இழந்த வெப்பம் = (கலோரிமாமியும் + நீரும்) பெற்ற வெப்பம்

$$m_1 s_1 (t - t_2) = m_2 s_2 (t_2 - t_1) + (m_3 - m_2) (t_2 - t_1)$$

$$m_1 s_1 t - m_1 s_1 t_2 = (m_2 s_2 + m_3 - m_2) (t_2 - t_1)$$

$$t = \frac{(m_2 s_2 + m_3 - m_2) (t_2 - t_1) + m_1 s_1 t_2}{m_1 s_1} \text{ } ^\circ\text{C}$$

உதாரணம்:- (1)

கலோரிமாமியில்  $30^\circ\text{C}$  யிலுள்ள நீரினுள், ஓர் உலையிலிட்டு வெப்பமாக்கப்பட்ட 120 கிராம் பிளாற்றினப் பந்தொன்று இட்டுக் கலக்கப்பட்டது. கலவையின் இறுதி வெப்பநிலை  $42^\circ\text{C}$  ஆகியது. நீரினதும் கலோரிமாமியினதும் மொத்த நீர்ச்சமவலு 480 கிராமாயின், உலையின் வெப்பநிலையைக் காண்க. (பிளாற்றினத்தின் தன்வெப்பம் =  $0.0323$ )

உலையின் வெப்பநிலையை  $t^\circ\text{C}$  எனக்கொள்க.

பந்து இழந்தவெப்பம் = கலோரிமாமியும் நீரும்பெற்றவெப்பம்

$$120 \times 0.0323 (t - 42) = 480 (42 - 30)$$

$$0.0323 (t - 42) = 4 \times 12$$

$$0.0323t - 1.3566 = 48$$

$$\therefore 0.0323t = 49.3566$$

$$\therefore t = 1528^\circ\text{C}$$

(2)  $31^\circ\text{C}$  இலுள்ள 150 கிராம் திரவத்தைக் கொண்டுள்ள கலோரிமாமியினுள்,  $97^\circ\text{C}$  இலுள்ள 100 கி. ஈயச் சன்னங்கள் (த. வெ. =  $0.031$ ) இட்டுக் கலக்கியபோது, அதன் இறுதி வெப்பநிலை  $33^\circ\text{C}$  ஆகியது. கலோரிமாமியின் நீர்ச்சமவலு 9 கிராமாயின், திரவத்தின் தன்வெப்பத்தைக் காண்க.

திரவத்தின் தன்வெப்பத்தை S எனக் கொள்க.

கலோரிமானியும் திரவமும் பெற்றவெப்பம் = ஈயச் சன்னங்கள்  
இழந்த வெப்பம்

$$9 \times 2 + 150 S (33 - 31) = 100 \times 0.31 (97 - 33)$$

$$18 + 300 S = 3.1 \times 64$$

$$300 S = 198.4 - 18$$

$$= 180.4$$

$$\therefore S = \frac{180.4}{300} = 0.601$$

$$\therefore S = 0.601 \text{ கலோரி/கி}^\circ\text{C}$$

### மறைவெப்பம்

0°C இலுள்ள பனிக்கட்டியொன்றை வெப்பமாக்கினால், அது முழுவதும் உருகும்வரை வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும். நகத்தின் போன்ற திண்மமொன்றை வெப்பமாக்கினால் அது உருகத் தொடங்கும்வரை வெப்பநிலை உயர்வதைக் காணலாம். ஆனால் அதன்பின் முழுத்திண்மமும் உருகும்வரை வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும்.

ஒரு திண்மம் உருகத்தொடங்கியது முதல் முழுவதும் உருகி முடியும்வரை வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும். இம்மாறவெப்பநிலை திண்மத்தின் உருகுநிலை எனப்படும்.

கொதிநீரை தொடர்ந்து வெப்பமாக்கினால், அதன் வெப்பநிலை மாறாது. வெளிவரும் ஆவியின் வெப்பநிலையும் கொதிநீரின் வெப்பநிலையிலேயேயிருக்கும்.

ஒரு திரவம் கொதித்து ஆவியாகும்போது, முழுவதும் ஆவியாகும்வரை, அதன் வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும். இம்மாற வெப்பநிலை அத்திரவத்தின் கொதிநிலை எனப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட எல்லாவற்றிலும் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பம் பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்தாது, அது பொருளின் நிலையை திண்மத்திலிருந்து திரவத்திற்கும், திரவத்திலிருந்து வாயுவுக்கும் மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகிறது. உருகுநிலையிலுள்ள ஒரு திண்மத்திற்கு அல்லது கொதிநிலையிலுள்ள ஒரு திரவத்திற்கு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்டால், அப் பொருளின் வெப்பநிலை மாறாது. ஆனால் பொருள் திண்மநிலையிலிருந்து திரவநிலைக்கு அல்லது திரவநிலையிலிருந்து வாயுநிலைக்கு மாறுகின்றது. இவ்விதம் பொருட்களில் நிலை

மாற்றத்தை ஏற்படுத்தத் தேவையான வெப்பம், மறைவெப்பம் எனப்படுகிறது. இதற்கு மறுதலையாகக் கொதிநீராவி நீராசனங்கட்கும் போதும், நீர் பனிக்கட்டியாக உறையும்போதும் வெப்பம் வெளி விடப்படுகிறது.

உருகலின் மறைவெப்பம்

ஓரலகு திணிவுள்ள தீண்மத்தை, அதன் உருகுநிலையில் வெப்பநிலை மாறுதிறுக்க, தீர்வமாக்கத் தேவையான வெப்பக்கணியம், அத்தீண்மத்தின் உருகலின் மறைவெப்பம் எனப்படும்:

இதன் அலகுகள் கலோரி/கிராம், பி. வெ. அ./இரு. ஆகும்.

0°C இலுள்ள 1 கிராம் பனிக்கட்டியை அதே வெப்பநிலையில் நீராக்குவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் 80 கலோரிகள். இதுவே பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம். இதன் மறுதலையாக திரவங்கள் உறையும்போது, உருகலின் மறைவெப்பத்தை வெளி விடுகின்றன.

ச. கி. செ. முறையில் பனிக்கட்டியின் மறைவெப்பம்

= 80 கலோரி/கிரா.

அ. இ. செ.

,

,,

,,

= 144 பி.வெ.அ./இ

ஆவியாதலின் மறைவெப்பம்

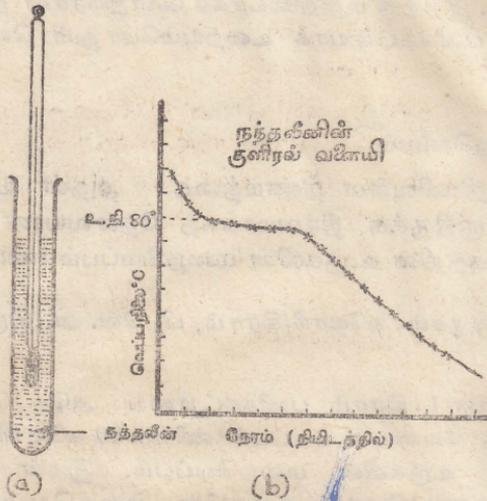
ஓரலகு திணிவுள்ள தீர்வத்தை, அதன் கோதிநிலையில் வெப்ப நிலைமாறுதிறுக்க, ஆவியாக்கத் தேவையான வெப்பக்கணியம் அத்தீர்வத்தின் ஆவியாதலின் மறைவெப்பம் எனப்படும்.

நீரின் ஆவியாதலின் மறைவெப்பம் = 540 கலோரி/கிரா.

அல்லது 965 பி. வெ. அ./இரு.

நத்தலீனின் உருகுநிலையைத் தீர்மானித்தல்

ஒரு கொதிகுழாயில் நத்தலீனையிட்டு வெப்பமானியை அதனுள் வைத்து அது முற்றாகத் திரவமாகும்வரை சூடாக்குக. பின் கொதிகுழாயைக் குளிரவிட்டு, அதன் வெப்பநிலையை அரை நிமிடத்திற் கொருமுறை குறித்து அட்டவணைப்படுத்துக. இவ்வட்டவணையைக் கொண்டு வெப்பநிலை - நேர வரைபொன்றை அமைத்தால்



படம் 44

அது படம் 44 b இல் காட்டியது போன்ற வளையிபோல் அமையும். இவ்வளையியின் கிடையான பாகம், வெப்பநிலை பல நிமிடங்களுக்கு மாறாதிருப்பதைக் காட்டுகிறது. இவ் வெப்பநிலையே நத்தலீனின் உருகுநிலையாகும்.

பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பத்தைத் (தீர்மானித்தல்) கலவை முறை)

சுத்தமான உலர்ந்த கலோரிமானி ஒன்றைக் கலக்கியுடன் நிறுக்க. வளிவெப்ப நிலையிலும் பார்க்க ஏறத்தாழ 5°C கூடிய வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரினால் இதை அரைவாசியரை நிரப்பி மீண்டும் நிறுக்க. பின் இதனைக் காவற்கலம் ஒன்றினுள் வைத்து வெப்ப மானியொன்றினால் தொடக்க வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. ஒற்றுத்தாளில் இட்டு உலர்த்திய பனிக்கட்டித் துண்டுகளை ஒவ்வொன்றாகக் கலோரிமானியிலிட்டுக் கலக்கிக்கொண்டு வெப்பநிலையை அவதானிக்க. கலவையின் வெப்பநிலை வளிவெப்பநிலையிலும் பார்க்க 5°C குறையும்வரை இடைவிடாது பனிக்கட்டித் துண்டுகளை இட்டுக் கலக்குக. ஆனால் ஒவ்வொரு துண்டும் பூரணமாய் உருகியபின்பே மற்றத்துண்டைப் போடவேண்டும். கலவையின் அதிகுறைந்த இறுதிவெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. கலோரிமானியையும் உள்ளுறையையும் மீண்டும் நிறுக்க.

பெறுபெறுகள் :-

$$\begin{aligned}
 & \text{(கலோரிமாணி + கலக்கி) இன் திணிவு} & = m_1 \text{ கி.} \\
 & \text{கலோரிமானியின் தன்வெப்பம்} & = s \\
 & \text{(கலோரிமாணி + கலக்கி + நீர்) இன் திணிவு} & = m_2 \text{ கி.} \\
 & \text{,, ,, ,, ) தொடக்கவெப்பநிலை} & = t_1^\circ\text{C} \\
 & \text{(கலோரிமாணி + கலக்கி + நீர் + பனிக்கட்டி) இன் திணிவு} & = m_3 \text{ கி} \\
 & \text{கலவையின் வெப்பநிலை} & = t_2^\circ\text{C} \\
 & \text{பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்} & = L \text{ கலோரி/கி.} \\
 & \text{பனிக்கட்டி பெற்ற வெப்பம்} & = (m_3 - m_2) L + (m_3 - m_2) t_2 \\
 & \text{(கலோரிமாணி + நீர்) இழந்த வெப்பம்} & = m_1 s (t_1 - t_2) + (m_2 - m_1) \\
 & & (t_1 - t_2)
 \end{aligned}$$

பெற்ற வெப்பம் = இழந்த வெப்பம்

$$\therefore (m_3 - m_2)L + (m_3 - m_2) t_2 = m_1 s (t_1 - t_2) + (m_2 - m_1)(t_1 - t_2)$$

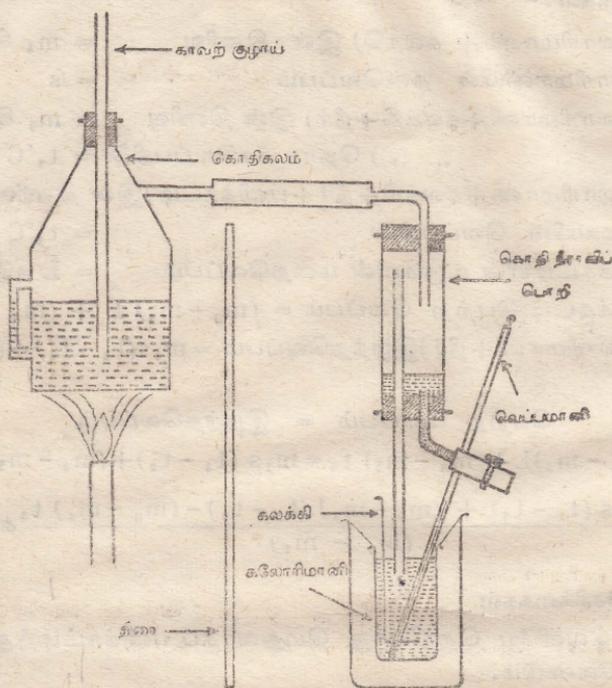
$$L = \frac{m_1 s (t_1 - t_2) + (m_2 - m_1) (t_1 - t_2) - (m_3 - m_2) t_2}{(m_3 - m_2)} \text{ கலோரி/கி.}$$

முன்னெச்சரிக்கைகள்

1. நீர் வெளியே தெறியாது மெதுவாகப் பனிக்கட்டித்துண்டுகளை இடவேண்டும்.
2. கலவையின் இறுதிவெப்பநிலை வளிவெப்பநிலையிலும் அதிகம் தாழாதிருக்கவேண்டும்.

நீரின் ஆவியாதலின் மறைவெப்பத்தைத் தீர்மானித்தல் (கலவைமுறை)

ஒரு சுத்தமான உலர்ந்த கலோரிமானியைக் கலக்கியுடன் நிறுக்க. அதை,  $\frac{1}{2}$  பங்குவரை நிரப்பி, மீண்டும் நிறுக்க. அதன் தொடக்க வெப்பநிலையையும் ஒரு காவற்கட்டிட்ட கலத்தினுள் வைத்து குறித்துக் கொள்க. படம் 45 இல் காட்டியது போல் கொதிகல மொன்றிலிருந்து வரும் கொதிநீராவியை, கொதிநீராவிப் பொறியினூடு செலுத்தி, அதிலுள்ள குழாயினூடு வெளிவரும் உலர்ந்த கொதிநீராவியைக் கலோரிமான்யுட் செலுத்துக. நீரைக் கலக்கி அதன் வெப்பநிலை அறை வெப்பநிலையிலும் பார்க்க  $20^\circ\text{C}$  உயர்ந்ததும் கொதிநீராவி செலுத்துவதை நிறுத்துக. கலோரிமானியினதும், உள்ளூறையினதும் நிலையான இறுதி வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள்க. பின் அவற்றின் நிறையைக் காண்க.



படம் 45

பெறுபேறுகள்:-

(கலோரிமானி + கலக்கி) இன் திணிவு =  $m_1$  கி.

(கலோரிமானி + கலக்கி + நீர்) இன் திணிவு =  $m_2$  கி.

(கலோரிமானி + கலக்கி + நீர் ஒடுங்கிய  
கொதிநீராவியம்) இன் திணிவு =  $m_3$  கி.

(கலோரிமானி + கலக்கி + நீர்) இன் வெப்பநிலை =  $t_1^\circ\text{C}$

கலவையின் இறுதி வெப்பநிலை =  $t_2^\circ\text{C}$

கொதிநீராவியம் வெப்பநிலை =  $t_3^\circ\text{C}$

கலோரிமானிப் பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பம் =  $s$  எனக்கொள்க

கொதிநீராவியம் மறைவெப்பத்தை =  $L$  கலோரி/கி. ,,

(கலோரிமானி + கலக்கி) பெற்றவெப்பம் =  $m_1 s (t_2 - t_1)$   
கலோரிகள்

கலோரிமானியிலுள்ள நீர் பெற்றவெப்பம்  $= (m_2 - m_1)(t_2 - t_1)$   
கலோரிகள்

கொதிநீராவி, நீராக  $t_3^{\circ}\text{C}$  இல் ஒடுங்கும்பொழுது

இழந்த வெப்பம்  $= (m_3 - m_2)L$   
கலோரிகள்

ஒடுங்கிய கொதிநீராவி  $t_3^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $t_2^{\circ}\text{C}$  இற்கு

குளிரும்பொழுது இழந்த வெப்பம்  $(m_3 - m_2)(t_3 - t_2)$   
கலோரிகள்

இழந்தவெப்பம் = பெற்றவெப்பம்

$$(m_3 - m_2)L + (m_3 - m_2)(t_3 - t_2) = (m_1 s)(t_2 - t_1) + (m_2 - m_1)(t_2 - t_1)$$

$$L = \frac{(m_1 s + m_2 - m_1)(t_2 - t_1) - (m_3 - m_2)(t_3 - t_2)}{(m_3 - m_2)} \text{ கலோரி/கி.}$$

முன்னெச்சரிக்கைகள்

1. சுவாலை, கொதிகலம் இவற்றிலிருந்து வரும் வெப்பம் கலோரி மானியை அடையாது திரையிடவேண்டும்.
2. கொதிநீராவிக்குழாயை கலோரிமானியிலுள் இருந்து வெளியே எடுக்கும்பொழுது, அதனுள் நீர் உட்புகாது கவனமாக வெளியே எடுத்தல்வேண்டும்.

அழுக்கத்தினால் திண்மங்களின் உருகுநிலையிற் ஏற்படும் மாற்றம்

அநேகமாகத் திண்மங்கள் உருகும்போது விரிவடைகின்றன. அப்படியான திண்மங்களின் உருகுநிலை அழுக்கம் கூடுவதனால் உயர்கின்றது. சில திண்மங்கள் உருகும்போது சுருங்குகின்றன. இவற்றின் உருகுநிலை அழுக்கம் கூடுவதனால் தாழ்கின்றது. இதற்கு உதாரணம் பனிக்கட்டி, வார்ப்பிரும்பு (cast iron) அச்சலோகம் (type metal)

அழுக்க உருகல்

வளி அழுக்கத்தில் உறை நிலையிலுள்ள பனிக்கட்டியை, அழுக்கத்தைக் கூட்டுவதனால் உருகச் செய்யலாம். இவ்விதம் உருகாத அழுக்க உருகல் எனப்படும். அழுக்கத்தைத் தளர்த்தினால் திரவம் உடனே உறைந்து திண்மமாகும்.

உதாரணம்: -

1.  $-10^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள 50 கிராம் பனிக்கட்டியை வெப்பமாக்கி  $30^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள நீராக்குவதற்குத் தேவையான வெப்பம் என்ன? (பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்  $80$  கலோரி/கிரா. அதன் தன் வெப்பம்  $0.5$  கலோரி/கி/°C)

50 கிராம் பனிக்கட்டியை

$-10^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $0^{\circ}\text{C}$ க்கு உயர்த்தவேண்டிய வெப்பம்

$$= 50 \times 0.5 \times 10 \text{ கலோரிகள்}$$

$0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள பனிக்கட்டியை  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள நீராக்கவேண்டிய

$$\text{வெப்பம்} = 50 \times 80 \text{ கலோரிகள்}$$

$0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $30^{\circ}\text{C}$  க்கு உயர்த்தவேண்டிய வெப்பம்

$$= 50 \times 30 \text{ கலோரிகள்}$$

$\therefore$  வேண்டிய மொத்த வெப்பம் =  $250 + 4000 + 1500$

$$= 5750 \text{ கலோரிகள்}$$

2. 110 கிராம் பரபின் எண்ணெயைக் கொண்டுள்ள,  $30^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள கலோரிமானியின் நீர்ச்சமவலு 20 கிராம்.  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள  $7.5$  கிராம் பனிக்கட்டியை கலோரிமானியினுள் இட்டபொழுது, வெப்பநிலை  $20^{\circ}\text{C}$ க்குப் பதிந்தது. பரபினின் தன்வெப்பத்தைக் காண்க. (பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம் =  $80$  கலோரி/கி.)

பரபினின் தன்வெப்பத்தை S எனக்கொள்க.

கலோரிமானியும், பரபினும் இழந்தவெப்பம் =  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள

பனிக்கட்டி  $20^{\circ}\text{C}$  நீராவதற்குப் பெற்றவெப்பம்

$$20 \times 10 + 110 \times S \times 10 = 7.5 \times 80 + 7.5 \times 20$$

$$200 + 1100S = 600 + 150$$

$$1100S = 750 - 200 = 550$$

$$S = \frac{550}{1100} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$= 0.5 \text{ கலோரி/கி./}^{\circ}\text{C}$$

3. 500°C இலுள்ள 450 கிராம் இரும்பு பனிக்கட்டிக் குற்றி யொன்றிலுள்ள குழியில் இடப்பட்டு, 340 க. சமீ. நீர் திரட்டப் பட்டது. இரும்பின் தன்வெப்பம் 0.12 ஆயின், பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பத்தைக் காண்க.

நீரின் திணிவு = 340 கிராம், 450 கி. இரும்பு 550°C இலிருந்து 0°Cக்கு குறைந்தது.

$$\begin{aligned} \therefore \text{இரும்பு இழந்தவெப்பம்} &= \text{பனிக்கட்டி பெற்றவெப்பம்} \\ 450 \times 0.12 \times 500 &= 340 \text{ L} \\ \text{L} &= \frac{450 \times 0.12 \times 500}{340} \\ &= \frac{1350}{17} \\ \therefore \text{L} &= 79.4 \text{ கலோரி/கி.} \end{aligned}$$

### வினாக்கள்

1. கடத்தல், மேற்காவுகை, கதிர்வீசல் என்னும் வெப்பம் செலுத்தும் முறைகளை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.
2. துலங்கும் வெள்ளிப் பரப்போ அல்லது மங்கலான கரிய பரப்போ திறமையான கதிர்வீசி எனக்காட்ட, பரிசோதனை ஒன்றை விவரிக்க.
3. வெப்பக்கடத்தல், வெப்பமேற்காவுகை, வெப்பக்கதிர்வீசல் என்னும் பதங்களுக்கு வரைவிலக்கணங்கள் கூறுக.  
வெப்பக்குடுவையொன்றை பெயரிடப்பட்ட படத்தின் மூலம் விவரிக்க.
4. "வெப்பக்கொள்ளவு", "நீர்ச்சமவலு" என்னும் பதங்களை விளக்குக. கலோரிமணி யொன்றின் நீர்ச்சமவலுவை எவ்வாறு தீர்மானிக்கலாம்?

ஒரு பொருளின் தன்வெப்பம் 0.1. ஒரு கிராம் பொருளின் வெப்பநிலையை (i) 1°C (ii) 10°C (iii) 50°C இற் கூடாக உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணிதத்தைக் காண்க.

[விடை: (i) 0.1 (ii) 1 (iii) 5 கலோரிகள்]

5. "தன்வெப்பம்", "கலோரி" என்பவற்றை விளக்குக.  
 சிறு ஈயக்குண்டொன்று தரப்படின், அதன் தன்வெப்பத்தை எவ்வாறு ஆய்வுகூடத்தில் தீர்மானிப்பீர்?  
 100°C இலுள்ள 650 கிராம் ஈயச்சன்னங்கள் 200 கிராம் நீரைக் கொண்ட செப்புக்கலோரிமானி யொன்றிலுள்ள போடப்பட்டன. கலோரிமானியின் திணிவு 260 கிராமாயும், நீரின் தொடக்க வெப்பநிலை 14°C ஆயுமிருப்பின், கலவையின் இறுதி வெப்பநிலையைக் கணிக்க. (செம்பினதும், ஈயத்தினதும், தன்வெப்பங்கள் முறையே 0.9, 0.03 ஆகும்) [விடை: 21°C]
6. கலோரிமானி யொன்றின் வெப்பக் கொள்ளளவை எவ்வாறு தீர்மானிப்பீர் என்பதை விவரிக்க.  
 30°C இலுள்ள, 30 கிராம் எண்ணெயை அதன் கொதிநிலை 80°Cக்கு உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய அதிகுறைந்த 240°C இல் உள்ள செப்புப்பொடியின் நிறை என்னவாகும்?  
 (செம்பினதும், எண்ணெயினதும் தன்வெப்பங்கள் முறையே 0.1, 0.8 ஆகும்.)
7. "பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்" என்பதன் வரை விலக்கணத்தைக் கூறுக. இப் பெறுமானத்தைக் கணிப்பதற்கு ஆய்வுகூடத்தில் நீர் செய்யும் பரிசோதனையை விவரிக்க.  
 -10°C இலுள்ள 40 கிராம் பனிக்கட்டியை, 100°Cக் கொதிநீராவியாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியத்தைக் கணிக்க. (பனிக்கட்டியின் தன்வெப்பம் = 0.5 அதன் உருகலின் மறைவெப்பம் = 80 கலோரி/கி. கொதிநீராவியின் மறைவெப்பம் = 540 கலோரி/கி.) [விடை: 29000 கலோரிகள்]
8. ஒரு திரவத்தின் ஆவியாதலின் மறைவெப்பம் என்பதற்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.  
 13 கிராம் நீர்ச்சமவலுவுடைய கலோரிமானியொன்று, 5°C இலுள்ள 152 கிராம் நீரைக் கொண்டுள்ளது. கலோரிமானியும் நீரும் 35°C வெப்பநிலை அடையும்வரை, 100°C இலுள்ள கொதிநீராவி கலோரிமாணிக்குட் செலுத்தப்பட்டது. ஒடுங்கிய கொதிநீராவியின் திணிவைக் காண்க. (கொதிநீராவியின் மறைவெப்பம் = 540 கலோரி/கி.) [விடை: 8.18 கி]
9. பொருளொன்றின் உருகுநிலை என்றால் என்ன?  
 நத்தலீனின் உருகுநிலையைத் துணிதற்குச் செய்யும் பரிசோதனையையும், குளிர்ல் வளையியை வரைந்து உருகுநிலையைக் காணும் முறையையும் விவரிக்க.

10. கொதிநீராயியின் மறைவெப்பத்தைத் துணிதற்<sup>3</sup>ச் செய்யும் ஒரு பரிசோதனையை படம் வரைந்து விவரிக்க.

8 கிராம் நீர்ச்சமவலுவுடைய கலோரிமானி,  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள, 200 கிராம் நீரும், 20 கிராம் பனிக்கட்டியும் சேர்ந்த கலவையைக் கொண்டுள்ளது. இக் கலவையினுள் அதன் வெப்பநிலை  $20^{\circ}\text{C}$ க்கு உயரும்வரை,  $100^{\circ}\text{C}$ க் கொதிநீராவி செலுத்தப்பட்டது. ஒடுங்கிய நீராவியின் நிறையைக் காண்க.

(கொதிநீராவியின் மறைவெப்பம் = 536 கலோரி/கி. நீரின் மறைவெப்பம் = 80 கலோரி/கிராம்)

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

- குரியனிலிருந்து பூமி வெப்பத்தைப் பெறுவது.
  - வெப்பக்கடத்தலால்
  - வெப்பக்கதிர்வீசலால்
  - வெப்ப மேற்காவுகையால்
  - மேற்கூறிய மூன்று முறைகளாலும்
- A, B என்பன இரு ஒத்த செப்புக் கலோரிமானிகளாகும். A ஐ நன்றாகத் துலக்கி, B யை நன்றாகக் கறுப்பாக்கி, இரண்டினுள்ளும் ஒரேயளவுக்கு ஒரே வெப்பநிலையிலுள்ள சூடான நீர் விடப்பட்டது. பின்பு வெப்பமானிகளால் அவற்றின் வெப்பநிலையை அவதானித்தபொழுது
  - Aஇனது Bஇனதிலும் பார்க்க விரைவாக இறங்கியது.
  - Bஇனதும் Aஇனதிலும் பார்க்க விரைவாக இறங்கியது.
  - இரண்டிலும் ஒரேயளவாக இறங்கியது.
  - தொடக்கத்தில் Aஇல் விரைவாகவும், பின் Bஇல் விரைவாகவும் இறங்கியது.
- கீழ்க்காணும் பொருட்களுள் நன்கு வெப்ப உறிஞ்சி எது?
  - ஒப்பமான கரியபொருள்
  - ஒப்பமான பளபளப்பான பொருள்
  - கரிய, கரடான பொருள்
  - கரடான பளபளப்பான பொருள்.
- வெப்பக்குடுவையின் சுவர்களுக்கிடையே இருக்கும் வெற்றிடம்
  - வெப்பத்தின் மேற்காவுகையைத் தடுக்கிறது.
  - வெப்பத்தின் கடத்தலைத் தடுக்கிறது.
  - வெப்பத்தின் கடத்தலையும் மேற்காவுகையும் தடுக்கிறது
  - வெப்பத்தின் கதிர்வீசலைத் தடுக்கிறது.

5. வெப்பமேற்காவுகை நிகழ்வது
- திண்மங்களிலும், திரவங்களிலும்
  - திரவங்களிலும், வாயுக்களிலும்
  - வாயுக்களிலும், திண்மங்களிலும், திரவங்களிலும்,
  - திரவங்களில் மட்டும்
6. நாம் வெள்ளை ஆடைகளை அணிவது, பின்வரும் ஒரு பிரதான காரணத்திற்காக
- உடுப்பதற்கு அவை இலேசாக இருப்பதனால்
  - அவை மலிவாக எங்கும் கிடைக்கத்தக்கதாக இருப்பதனால்
  - அவை வெப்பக்கதிர்களை நன்கு தெறிக்கச் செய்வதனால்
  - அவை வெப்பக்கதிர்களை நன்கு உறிஞ்சுவதனால்
7. ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  இனூடே உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் அதன் (i) வெப்பக்கொள்ளளவு (ii) நீர்ச்சம்வலு (iii) தன்வெப்பம் (iv) மறைவெப்பம் எனப்படும்.
8. கீழ்க்காணும் எவ்வகால் பொருளின் வெப்பக்கொள்ளளவு குறிக்கப்படும்.
- கலோரி (ii) கிராம் (iii) கிராம் நீர் (iv) கலோரி/ $^{\circ}\text{C}$
9. "செம்பின் தன்வெப்பம்  $0.09$ " எனும் கூற்றின் பிழையான விளக்கம் எது?
- 1 கிராம் செம்பை  $1^{\circ}\text{C}$  இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $0.09$  கலோரி
  - 1 கிராம் செம்பை  $1^{\circ}\text{F}$  இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $\frac{5}{9} \times 0.9$  கலோரி
  - 1 இரூ. செம்பை  $1^{\circ}\text{F}$  இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $0.09$  பி. வெ. அ.
  - 1 இரூ. செம்பை  $1^{\circ}\text{F}$  இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $0.09$  கலோரி
10. 30 கிராம் பதார்த்தத்தின் வெப்பநிலையை  $30^{\circ}\text{C}$ க் கூடாக உயர்த்த 30 கலோரிகள் தேவை. இதன் தன்வெப்பம் ஏறத்தாழ
- 1 (ii)  $0.03$  (iii)  $0.3$  (iv)  $0.001$

11.  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள 10 கிராம் பனிக்கட்டிக்கு  $60$  கலோரிவெப்பம் கொடுக்கப்படின, அதன் இறுதிவெப்பநிலை என்னவாகும்?  
 (i)  $6^{\circ}\text{C}$  (ii)  $0^{\circ}\text{C}$  (iii)  $12^{\circ}\text{C}$  (iv)  $\frac{1}{8}^{\circ}\text{C}$
12. ஒரு பொருளின் தன்வெப்பம்  $0.1$ . அதை  $10^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $100$  கலோரிகள். இதிலிருந்து பொருளின்  
 (i) திணிவைக் கணிக்கலாம். (ii) வெப்பக்கொள்ளவைக் கணிக்கலாம். (iii) நீர்ச்சமவலுவைக் கணிக்கலாம்.  
 (iv) மேற்கூறிய மூன்றையும் கணிக்கலாம்.
13. "பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்  $80$  கலோரிகள்/கி." இக்கூற்று விளக்குவது.  
 (i)  $M$  கிராம் பனிக்கட்டியை நீராக்கத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $80$  கலோரிகள்,  
 (ii)  $l$  கிராம் பனிக்கட்டியை நீராக்கத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $80$  கலோரிகள்  
 (iii)  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள  $1$  கிராம் பனிக்கட்டியை  $0^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையை யுடைய நீராக மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $80$  கலோரிகள்.  
 (iv)  $0^{\circ}\text{C}$  இலும் கீழுள்ள வெப்பநிலையிலுள்ள  $1$  கிராம் பனிக்கட்டியை  $0^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையையுடைய நீராக மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியம்  $80$  கலோரிகள்.
14.  $-5^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையுடைய  $20$  கிராம் பனிக்கட்டியை, கொதி நீராவியாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியம், கலோரியில், (பனிக்கட்டியின் தன்வெப்பம்  $= 0.5$ , பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்  $= 80$  கலோரி/கி., ஆவியாதலின் மறைவெப்பம்  $= 540$  கலோரி/கி.)  
 (i)  $(20 \times 80 + 20 \times 540)$   
 (ii)  $(20 \times 5 \times 0.5 + 20 \times 80 + 20 \times 540)$   
 (iii)  $(20 \times 0.5 \times 5 + 20 \times 80 + 20 \times 100 + 20 \times 540)$   
 (iv)  $(20 \times 80 + 20 \times 100 + 20 \times 540)$
15.  $10$  க. சமீ. நீர், பனிக்கட்டியாக நிலைமாறும்பொழுது இதன் கனவளவு (i)  $> 10$  க. சமீ. (ii)  $< 10$  க. சமீ. (iii)  $= 10$  க. சமீ. (iv)  $\neq 10$  க. சமீ.

## அலகு 5.

ஆவியாதல், நிரம்பிய ஆவியும் நிரம்பாத ஆவியும், ஆவியழுக்கம், தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதி, ஈரப்பதனியல்,

ஆவியாதல்

ஒரு திரவம், வாயு அல்லது ஆவிநிலைக்கு மாறுதல் ஆவியாதல் எனப்படும். ஆவியாதல் எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நிகழ்கிறது. நனைந்த நிலம், கழுவிய கரும்பலகை, விரித்த ஈரத்துணிகள் முதலியன சிறிது நேரத்தில் உலர்ந்துவிடுகின்றன.

ஆவியாதலின்போது திரவத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் சில, வளியினுள் சுதந்திரமாகத் தாவிப் பறந்து திரியும் வாயுப்பொருளாக மாறுகின்றன. ஒரு திரவத்தை வெப்பமாக்கினால் அதன் மூலக்கூறுகளின் இயங்கும் கதி கூடுகின்றது. இதனால் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வேகமாய் அசைந்து வளியினுள் தாவமுடிகிறது. திரவம் இடைவிடாது வெப்பமாக்கப்பட்டின், ஒரு வெப்பநிலையை அடைந்ததும், திரவத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் மட்டுமன்றி, அதனுள்ளே உள்ள மூலக்கூறுகளும் வாயுநிலைக்குத் தாவிப் பறக்கக்கூடியளவு சத்தியைப் பெறுகின்றன. இதனால் ஆவிக்குமிழிகள் திரவத்தின் எல்லாப் பாகத்திலும் தோன்றித் திரவத்தினூடு வெளிவருகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியே கொதித்தல் எனப்படுகிறது. இது நிகழும் வெப்பநிலை திரவத்தின் கொதிநிலை எனப்படுகிறது. உதாரணமாக நீர்  $100^{\circ}\text{C}$  இலும், ஈதர்  $35^{\circ}\text{C}$  இலும் கொதிக்கின்றன.

ஆவியாதலின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

ஒரு திரவத்தின் ஆவியாதலின் வீதம்

1. அதன் சாதாரண கொதிநிலையில் தங்கியுள்ளது.

ஓர் இரப்பர்த் தக்கையினால் கொதிநிலை  $35^{\circ}\text{C}$  உள்ள ஈதர்,  $78^{\circ}\text{C}$  உள்ள அற்ககோல்,  $100^{\circ}\text{C}$  உள்ள நீர் ஆகிய வற்றைத் தொட்டுப் பொட்டுகளாக ஒரு தட்டிலிட்டால், அப்பொருட்களின் குறைந்த கொதிநிலையுடையவை விரைவில் ஆவியாகின்றன.

2. அதன் மேற்பரப்பின் அளவில் தங்கியுள்ளது.

ஓர் இரப்பர்த் தக்கையினால் ஒரு திரவத்தில் தொட்டு இரு பொட்டுக்களை ஒரு தட்டிலிடுக. ஒன்றைப் பரவிவிடுக. பரவிய

பொட்டு விரைவில் ஆவியாகும். இது மேற்பரப்புக் கூட ஆவியாதல் கூடுமென்பதை விளக்குகிறது.

3. அதன் வெப்பநிலையில் தங்கியுள்ளது.

ஒரு தக்கையினால் நீரில் தொட்டு ஒரு தட்டில் ஒரு பொட்டு இருக்க. இதேபோல் இன்னொரு பொட்டைச் சூடான தட்டொன்றில் இருக்க. சூடான தட்டிலுள்ள பொட்டு விரை விலாவியாகும். இது வெப்பநிலை கூடும்போது ஆவியாதல் விரைவில் நிகழும் என்பதைக் காட்டுகிறது.

4. அதன்மேலுள்ள அழுக்கத்தில் தங்கியுள்ளது.

ஒரு திரவத்தின் மேலுள்ள அழுக்கம் ஆவியாதலைத் தடுக்க முயல்கிறது. அழுக்கம் குறைந்தால் ஆவியாதல் வீதம் கூடும். வெற்றிடத்தில் ஆவியாதல் வீதம் அதிகூடியதாயிருக்கும்.

5. திரவத்தின் மேலுள்ள ஆவிநிறைந்த வளியை அகற்றுவதனால் ஆவியாதலைக் கூட்டலாம். உதாரணமாக ஊதுவதனால் திரவங்கள் விரைவில் ஆவியாகின்றன.

### ஆவியாதலும் குளிர்தலும்

ஆவியாதலுக்கு வெப்பம் அவசியமாகும். வெளியிலிருந்து திரவத்திற்கு வெப்பம் கொடுக்கப்படாவிடின், ஆவியாதலுக்கு வேண்டிய வெப்பம் திரவத்திலிருந்து எடுக்கப்படுவதால், திரவம் குளிர்கிறது இதனால் ஏற்படும் சில விளைவுகள் பின்வருமாறு:—

1. ஈதர் கையில் ஊற்றப்படின, அது ஆவியாகிறது. ஆவியாதலுக்கு வேண்டிய மறைவெப்பம் கையிலிருந்து எடுக்கப்படுவதால் கை குளிர்கிறது.

2. குளித்தபின் அல்லது வியர்க்கும்போது காற்று வீசினால், எம் உடம்பின் மேலுள்ள நீர், ஆவியாதலுக்கு வேண்டிய மறைவெப்பத்தை உடலிலிருந்து எடுக்கிறது. இதனால் உடம்பு குளிர்கிறது,

3. மண் கூசாவிலுள்ள நீர் வெளியே கசிந்து ஆவியாதலினால் உள்ளேயிருக்கும் நீர் குளிர்மையாயிருக்கிறது.

ஆவியாதலையும் கொதித்தலையும் ஒப்பிடல்

1. ஆவியாதல் எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நிகழ்கிறது. கொதித்தல் கொதிநிலையில் மட்டுமே நிகழ்கிறது.
2. ஆவியாகும்போது வெப்பநிலை மாறலாம். கொதிக்கும்போது வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும்.
3. ஆவியாதல் திரவத்தின் மேற்பரப்பில் மட்டும் நிகழ்கிறது. கொதிக்கும்போது ஆவியாதல் திரவத்தின் எல்லாப் பாகங்களிலும் நிகழ்கிறது.

நிரம்பிய ஆவியும், நிரம்பாத ஆவியும்

காற்றோட்டத்தினால் ஒரு திரவத்தின் மேலுள்ள ஆவி நீக்கப்பட்டால் மேலும் மேலும் ஆவியாதல் நடைபெறும். ஆனால் ஒரு கலத்தினுள் விட்டு மூடப்பட்டிருக்கும் திரவமொன்றின் மேலுள்ள வெளி சிறிதுநேரத்தில் அத் திரவஆவியினால் நிறைந்துவிடுகிறது. ஆவி மூலக்கூறுகள் எல்லாத் திசைகளிலும் இயங்குவதால், அவைகள் கலத்தின் சுவர்களையும் திரவத்தின் மேற்பரப்பையும் உதைக்கின்றன. திரவத்தின் மேற்பரப்பில் படும் பல ஆவிமூலக்கூறுகள் மீண்டும் திரவமாகின்றன. இதேபோல் திரவத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் பல ஆவியாகின்றன. ஒரு நிலையில், ஆவி மூலக்கூறுகள் திரவத்துட் செல்லும் வீதமும், திரவமூலக்கூறுகள் வளிக்குட் செல்லும் வீதமும் சமநிலையடைகின்றன. அப்பொழுது அந்த வெளி திரவத்தின் ஆவியினால் நிரம்பியிருக்கிறது.

நிரம்பிய ஆவி

வெளியொன்று குறித்தவொரு வெப்பநிலையில் அதனுள் அடக்கத்தக்க அதிகூடிய ஆவித்திணிவைக் கொண்டிருக்கும் பொழுது அது நிரம்பலாவி உடையதெனப்படும். இதனுள் மேலும் ஆவியாதல் நிகழாது. ஆவிசெலுத்தப்படின் அது திரவமாகும். நிரம்பலாவியின் வெப்பநிலையைக் குறைத்தால் ஆவியொரு பகுதி ஓடுங்கும்.

நிரம்பாத ஆவி

வெளியொன்று குறித்தவொரு வெப்பநிலையில் அதனுள் அடக்கத்தக்க ஆவித்திணிவிலும் குறைந்த ஆவியைக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, அது நிரம்பாத ஆவி உடையதெனப்படும். இதனுள் மேலும் ஆவியாதல் நடைபெறும். நிரம்பாத ஆவியைப் போதியளவு குளிர்ச் செய்வதனால் தாழ்ந்தவொரு வெப்பநிலையில் நிரம்பலாவி ஆக்கலாம்.

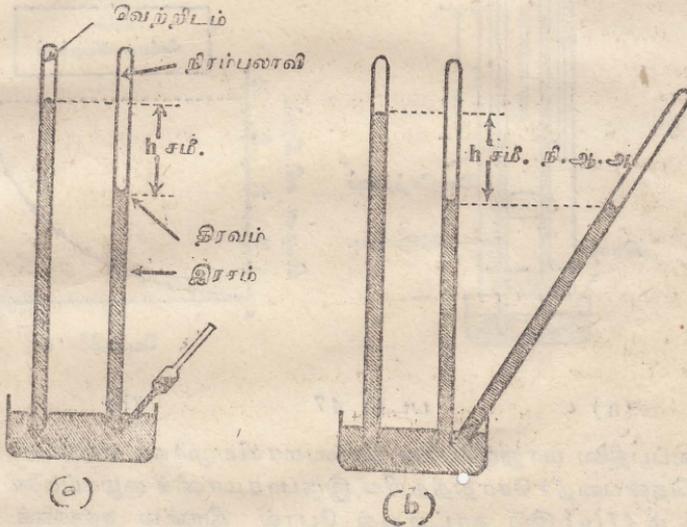
ஆவியமூக்கம்

வளி எல்லாப் பொருட்களையும் அமுக்குகிறது. வளியினுட் கலக்கும் ஆவியும் அமுக்கத்தை ஏற்படுத்தும். ஆவியினால் ஏற்படும் இவ்வமூக்கம், வளியிலிருக்கும் ஆவியின் அளவில் தங்கியிருக்கிறது.

ஆவியின் அளவு கூடக்கூட அதனால் ஏற்படும் அழுக்கமும் கூடுகிறது. ஆவி நிரம்பியிருக்கும்பொழுது அதன் அழுக்கம் அதிகூடியதாகின்றது.

குறித்தவொரு வெப்பநிலையில் நீராவி ஏற்படுத்தக்கூடிய மிக உயர்ந்த அழுக்கம், அவ்வெப்பநிலைக்குரிய நிரம்பிய ஆவியழுக்கம் (நி. ஆ. அ.) எனப்படும்,

வளிவெப்பநிலையில் ஒரு திரவத்தின் நிரம்பலாவியமுக்கத்தைத் துனிதல் படம் 46 (a) இல் காட்டியிருப்பதுபோல இரு எளிய பாரமானிகளை அருகருகே ஒரு தாழியில் நிறுத்துக. முனைவளைந்த குழாயொன்றினால், தரப்பட்ட திரவத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று துளிகளைப் பாரமானிக்குழாய் ஒன்றினுள் புகுத்துக. திரவம், இரச



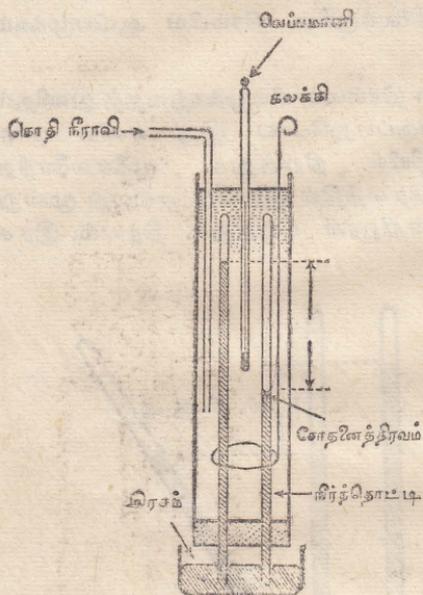
படம் 46

மட்டத்தின் மேற்சென்று, ஆவியாகும். ஆவியினால் ஏற்படும் அழுக்கம் இரசமட்டத்தைத் தாழ்த்தும். பாரமானியிலுள்ள இரசமட்டத்தின் மேல் ஒரு சிறுதுளி திரவம் ஆவியாகாது நிற்கும்வரை திரவத்தைத் துளிதுளியாகப் புகுத்துக. இப்பொழுது இரசமட்டத்தின் மேலுள்ள வெளி நிரம்பல் ஆவி உள்ளதாகிறது. இதனால் இரசமட்டத்தில் ஏற்பட்ட பதிவு  $h$  சமீ., அறை வெப்பநிலையில் இத்திரவத்தின் நிரம்பலாவியமுக்கத்துக்குச் சமனாகும்.

குறிப்பு:- ஆவியுள்ள பாரமானியைச் சிறிது சரித்தால் (படம் 46 b) ஆவியின் ஒருபகுதி ஓடுங்கி, அதன் கனவளவு குறையும். ஆனால் இரசமட்டத்தின் செங்குத்துயரம் மாறாதிருக்கும். இது நிரம்ப

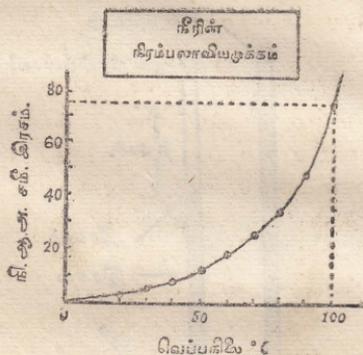
லாவியமுக்கம் கனவளவு மாற்றத்தினால் மாறுதிருக்கும் என்பதைக் காட்டுகிறது.

வெப்பநிலையும் நிரம்பலாவி அழுக்கமும்



(a)

படம் 47



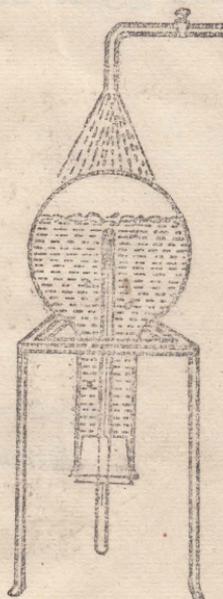
(b)

வெப்பநிலை மாறும்போது நிரம்பலாவியமுக்கம் எவ்விதம் மாறுகின்றதென்பதைச் சோதித்தறிய இருபாரமானிக் குழாய்களை அருகருகே படம் 47(a) இல் காட்டியது போல் நீருள்ள கஞ்சகக் குழாயொன்றினுள் நிறுத்துக. இந்நீரின் ஒரு குழாய்மூலம் நீராவியைச் செலுத்திக் கலக்கி வேண்டிய வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தலாம். தரப்பட்ட திரவத்தைத் துளித்துளியாக, வளைந்த குழாயினால் ஒரு துளி இரசமட்டத்தின்மேல் நிற்கும்வரை, பாரமானி ஒன்றினுள் புகுத்துக. இதிலேற்படும் இரசமட்டப்பதிவு, குறித்த வெப்பநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவியமுக்கமாகும். இவ்வாறு வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் நிரம்பலாவியமுக்கத்தைக் காணலாம். வெப்பநிலையையும், ஒவ்வொரு வெப்பநிலைக்குமுரிய நிரம்பலாவியமுக்கத்தையும் அட்டவணைப்படுத்துக. இப் பெறுபேறுகளைக் கொண்டு ஒரு வரைபு அமைத்தால் அது படம் 47 (b) இல் காட்டியதுபோல் அமையும். வெப்பநிலைகூட நிரம்பலாவியமுக்கமும் கூடுகின்றது. கொடிநிலையில் நிரம்பலாவியமுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமனாகும்.

1. ஒரு திரவத்தின்மேலுள்ள அழுக்கம் கூட்டப்பட்டால் அதன் கொதிநிலை உயரும்.
2. அழுக்கம் குறைந்தால் கொதிநிலை தாமும். இதைப் பின் வரும் பரிசோதனையால் விளக்கலாம்.

ஒரு வட்டக்குடுவையுள் கொஞ்சநீரைச் சில நிமிடங்களுக்குக் கொதிக்கவிடுக. சுவாஸையிலிருந்து குடுவையை எடுத்து ஒரு வெப்பமானி பொருத்திய தக்கையினால் இறுக மூடுக. குடுவையைக் கவிழ்த்து, அதன் அடிப்பாகத்தின் மேல் குளிர்ந்த நீரை ஊற்றினால், உள்ளேயுள்ள நீர் கொதிப்பதைக் காணலாம். வெப்பமானி காட்டும் வெப்பநிலை சாதாரணக் கொதிநிலையிலும் குறைவாகக் காணப்படும். குடுவையிலுள்ள கொதிநீராவி ஒடுங்குவதனால் நீரின் மேலுள்ள அழுக்கம் குறைகிறது. இதனால் நீர் கொதிக்கிறது.

குறிப்பு:- நியமவளிமண்டல அழுக்கத்தில் மட்டுமே தூயநீரின் கொதிநிலை 100°C ஆகவிருக்கும்.



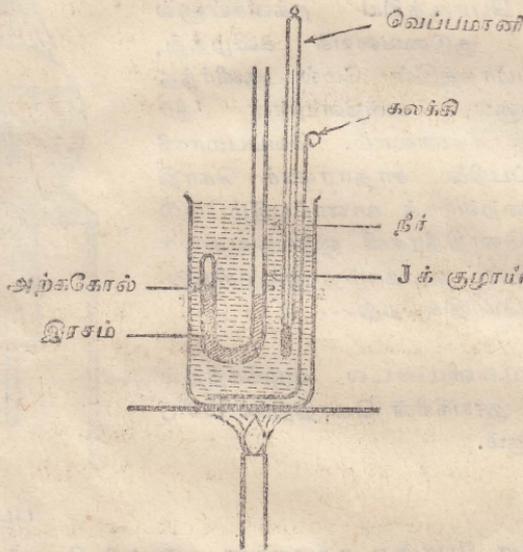
படம் 48

நுவரேலியா போன்ற உயரமான மலைப்பிரதேசங்களில் வளிமண்டல அழுக்கம் குறைவாகவிருக்கும். இதனால் நீரின் கொதிநிலை குறைந்திருக்கும். இப்படியான இடங்களில் திறந்த பாத்திரங்களில் சமைப்பது கடினமாகும். பொதுவாக மூடிச் சமைப்பதால் நீரின்மேலுள்ள அழுக்கம் கூட அதற்கேற்றவாறு கொதிநிலையும் கூடுகின்றது. இதனால் மூடிய பாத்திரங்களில் இலகுவில் சமைக்கலாம்.

திரவமொன்றின் கொதிநிலையைத் தீர்மானித்தல்

திரவமொன்றின் நிரம்பலாவியழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமனாகும்பேர்துள்ள வெப்பநிலை அதன் கொதிநிலை ஆகும். இவ்வுண்மையைப் பிரயோகித்துத் திரவங்களின் கொதிநிலையைத் தீர்மானிக்கலாம். ஒரு Jக் குழாயினை அதன் திறந்த புயத்தின் நுனியில் ஒரு சிறு வெளி இருக்கத்தக்கதாக தூய இரசத்தினால் நிரப்புக. இவ்வெளியினுள் தரப்பட்ட திரவத்துளியைவிட்டு, திறந்த முனையை

விரலினால் மூடிச் சரிப்பதனால் திரவத்துளியை மூடிய புயத்தின் உச்சிக்குச் செலுத்தலாம். Jக் குழாயை ஒரு முகவையினுள் பிடித்துக்கொண்டு கண்ணாடிக்கோலொன்றை அதன் திறந்த புயத்தினுள் அழுக்கி இரசத்தை வெளியேற்றலாம். இம்முறையால் திறந்த புயத்திலுள்ள இரசமட்டத்தை மூடிய புயத்திலுள்ள இரசமட்டத்திலும், பதிவாக இருக்கச் செய்யவேண்டும்.



படம் 49

Jக் குழாய் படம் 49 இல் காட்டியிருப்பதுபோல ஒரு நீருள்ள முகவையினுள் வெப்பமானியோடு வைக்கப்படுகிறது. நீரை மெதுவாக வெப்பமாக்கி நன்கு கலக்குக. வெப்பநிலை உயர், திரவம் ஆவியாகிறது. இதன் அழுக்கத்தினால் மூடிய புயத்திலுள்ள இரசமட்டம் பதிகிறது. இரு புயங்களிலும் உள்ள இரசமட்டம் சமனாயிருக்கும் போது, ஆவியழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமனாகிறது. வெப்பமானி இப்பொழுது காட்டும் வெப்பநிலையே அத்திரவத்தின் கொதிநிலையாகும். தரப்பட்ட திரவத்தின் கொதிநிலை  $100^{\circ}\text{C}$ க்கு மேலிருக்குமாயின் முகவையிலுள்ள நீருக்குப் பதிவாக உயர்ந்த கொதிநிலையுள்ள திரவமொன்றை உபயோகிக்க வேண்டும்.

தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதி

ஒன்றோடொன்று இரசாயனத்தாக்கம் புரியாத வாயுக்கள் அல்லது ஆவிகள் கொண்ட ஒரு கலவையினால் ஏற்படும் அழுக்கம் அவை தனித்தனியே அக்கலவை நிரப்பும் கலத்திலிருக்கும் போது உண்டாக்கும் அழுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்

### ஈரப்பதனியல்

கடலிலிருந்தும் மற்றும் நீர்நிலைகளிலிருந்தும் ஆவியாதல் இடைவிடாது நடைபெறுவதால் வளிமண்டலம் எந்நேரமும் நீராவியுடையதாய் (ஈரலிப்புள்ளதாய்) இருக்கிறது. வளிமண்டலத்திலுள்ள ஆவி, நிரம்பல்நிலை அடையும்போது, ஆவியாதல் வீதம் குறைகிறது.

வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை கூடினால், அதனை நிரம்பலாவி யுடையதாக்கத் தேவையான ஆவியினளவு கூடுகின்றது. ஆவியாதலும் கூடுகின்றது.

ஆகவே ஆவியாதலின் வீதம், வளிமண்டலம் எந்த அளவிற்கு நீராவியால் நிரம்பியிருக்கின்றது என்பதில் தங்கியுள்ளது.

ஒரு குறித்த கனவளவு வளி நிரம்பலாவி யுடையதாயிருப்பதற்கு வேண்டிய ஆவித்திணிவுக்கு, அதே வெப்பநிலையில், அவ்வளவியிலிருக்கும் நீராவியின் திணிவின் விகிதம் சாரீரப்பதன் எனப்படும்.

வளியிலுள்ள நீராவியின் திணிவு  $m_1$  கி. என்றும், அதே வெப்பநிலையில் அதை நிரப்பும் நீராவியின் திணிவு  $m_2$  கி. என்றும் கொண்டால்

$$\text{சாரீரப்பதன் (சா. ப.)} = \frac{m_1}{m_2} \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{நூற்று வீதத்தில் கணிக்கும்போது சா. ப.} = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \text{ ஆகும்}$$

வளியிலுள்ள ஆவியினழுக்கம் அதன் திணிவுக்கு நேர்விகித சமமாகும், எனவே சாரீரப்பதனைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$\text{சா. ப.} = \frac{\text{வளியிலுள்ள நீராவியின் அழுக்கம்}}{\text{வளி வெப்பநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவி அழுக்கம்}}$$

வளிவெப்பநிலை குறையும்போது, ஒரு வெப்பநிலையில், அதிலுள்ள நீராவி நிரம்பலாவியாகி, பனித்துளிகளாக ஒடுங்கத் தொடங்கும். வளியிலுள்ள நீராவி மட்டாக நிரம்பலாவியாகும் வெப்பநிலை பனிபடுநிலை எனப்படும்.

வளியிலுள்ள நீராவியின் அழுக்கம் பனிபடுநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவியழுக்கத்துக்குச் சமனாகும்

எனவே,

$$\text{சா. ப.} = \frac{\text{பனிபடுநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவியழுக்கம் (நி. ஆ. அ.)}}{\text{வளிவெப்பநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவியழுக்கம் (நி. ஆ. அ.)}}$$

இச்சமன்பாடே சாரீர்ப்பதனைத் தீர்மானிக்கப் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. பல்வேறு வெப்பநிலைகளுக்குரிய நிரம்பல் நீராவி அழுக்க அட்டவணைகளிலிருந்து, பனிபடுநிலை, வளிவெப்பநிலை ஆகியவற்றிலுள்ள நிரம்பலாவியழுக்கங்களை வாசித்து சாரீர்ப்பதனைக் கணிக்கலாம்.

உதாரணம்: ஒரு நாள், வளிவெப்பநிலை 30°C ஆகவும், அதன் பனிபடுநிலை 26°C ஆகவும் இருந்தது. 30°Cஇல் நி. ஆ. அ. = 31.8 மிமீ. இரசமாகவும், 26°Cஇல் நி. ஆ. அ. = 25.2 மிமீ. இரசமாகவும் இருப்பின், இவ்வளியின் சாரீர்ப்பதனைக் கணிக்க.

$$\begin{aligned} \text{சா. ப.} &= \frac{25.2}{31.8} \times 100\% \\ &= 79.2\% \end{aligned}$$

சாரீர்ப்பதனைத் தீர்மானிக்கப் பயன்படும் கருவிகள் ஈரமானிகள் எனப்படும்.

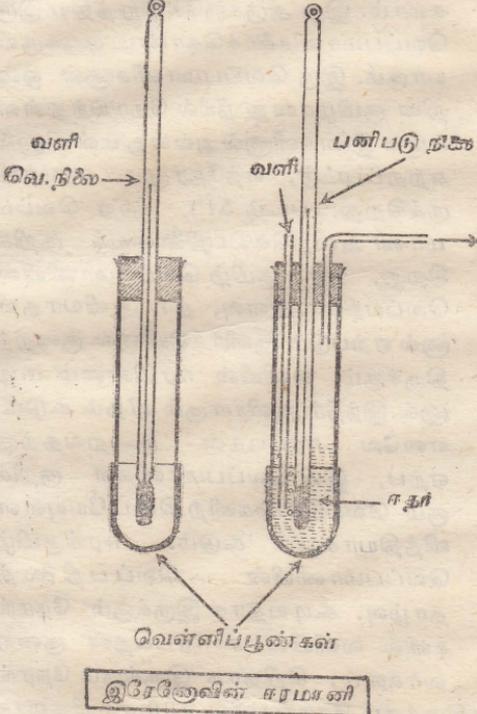
வளியின் பனிபடுநிலையைத் தீர்மானித்தல்

துலக்கிய வெள்ளிக்கிண்ணத்தில் அல்லது சிகரெட் பேணி ஒன்றில் நீரை எடுத்து அதனுள் வெப்பமானியை வைத்து, சிறு பனிக்கட்டித் துண்டுகளை இருக. இக் கலவையை நன்றாகக் கலக்கிக் கொண்டு அதன் வெளிப்பரப்பை அவதானிக்க, மாற்றம் ஒன்றும் நிகழாவிடில், மேலும் பனிக்கட்டித் துண்டுகளை இட்டுக் கலக்குக. ஒரு வெப்பநிலையில், துலக்கிய வெளிப்பரப்பு, பனி தோற்றுவதால் மங்குவதைக் காணலாம். உடனே அவ்வெப்பநிலையைக் குறிக்க. கிண்ணத்திலிட்ட பனிக்கட்டி முற்றாக உருகியபின் அதன் வெப்பநிலையை உயரவிடுக. கிண்ணத்தின் வெளிப்பரப்பை மங்கலாக்கிய

பனி மறையும் வெப்பநிலையையும் குறிக்க. பனி தோற்றும்போதும் மறையும்போதும் உள்ள வெப்பநிலைகளின் சராசரி வெப்பநிலை பனிபடுநிலையைத் தரும்.

குறிப்பு: இப் பரிசோதனையில், திறந்த கிண்ணத்திலுள்ள நீரும் பனிக்கட்டியும் ஆவியாதலினால் வளியிலுள்ள நீராவியின் அளவை மாற்றுகின்றன. இதைத் தவிர்ப்பதற்கு இரேனோவின் ஈரமானியை உபயோகிக்கலாம்

இரேனோவின் ஈரமானி



படம் 50

நிலையைக் குறிக்க. வளியோட்டம் நிறுத்தப்பட்டதும் வெப்பநிலை படிப்படியாக உயர்கிறது. பின் பனி மறையும் போதுள்ள வெப்பநிலையைக் குறிக்க. குறிக்கப்பட்ட இரு வெப்பநிலைகளின் சராசரி வெப்பநிலை பனிபடுநிலையாகும். பனிபடிந்து மங்கும் நிலையை செம்மையாக அவதானிப்பதற்கு மற்றக் குழாயின் பூண் அருகே வைத்து ஒப்பிடப்படுகிறது. இரு வெப்பநிலைகளிலுமுள்ள நிரம்பலாவிமுக்கங்களை அட்டவணைகளில் பார்த்துச் சாரீரப்பதனைக் கணிக்கலாம்.

இது, துலக்கிய வெள்ளிப் பூன்கள் அடியிற் பொருத்திய இரு சோதனைக் குழாய்களைக் கொண்டதாகும். இரண்டிலும் வெப்பமானிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு குழாயில் ஓரளவு ஈதர் உண்டு. படம் 50 இல் காட்டியது போல் இதனுட் பொருத்திய குழாய் ஒன்றினால் வளியைச் செலுத்தவதனால், ஈதரின் ஆவியாதலின் வீதம் கூடுகின்றது. இதனால் ஈதர் குளிக்கின்றது. இக்குழாயினருகேயுள்ள வளி பனிபடுநிலைக்குக் குளிர்ந்து வெள்ளிப் பூணில் பனிபடிகிறது. இதனால் அதன் வெளிப்பரப்பு மங்குகிறது. இவ்வீதம் பூண் மங்கும் போது வெப்ப

குறிப்பு: அவதானிப்பவரின் மூச்சு பூண்களினருகேயுள்ள வளியின் நீராவியளவை மாற்றாது பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு ஈரமானியைக் கண்ணாடிப்பெட்டியில் வைத்து அவதானிப்பது நலம்.

ஈரவுலர் குமிழ் வெப்பமானிகள்



படம் 51

சாரீரப்பதனை விரைவாகவும் ஓரளவுக்குச் செம்மையாகவும் அளவிட ஈரவுலர் குமிழ்வெப்பமானியைப் பாவிக்கலாம். இது அருகருகே நிறுத்திய இரு வெப்பமானிகளைக்கொண்ட ஒருகருவியாகும். இரு வெப்பமானிகளுள் ஒன்றின் குமிழானது நீரில் தோய்ந்துள்ள பஞ்சு இளைகளினால் அல்லது மஸ்லினால் சுற்றப்பட்டு, எந்தேரமும் ஈரமாயிருக்கிறது. (படம் 51). மற்ற வெப்பமானி அறைவெப்பநிலையைக் குறிக்கிறது. ஈரக் குமிழ் வெப்பமானியின் வெப்பநிலை அளவு, நீர் ஆவியாதலினால் ஏற்படும் குளிர்ச்சியினால் குறைந்திருக்கும். வளியின் ஈரமின்மை கூடினால் இந்நீர் ஆவியாகும் வீதம் கூடும். எனவே ஈரப்பதன் குறைவதற்கு ஏற்ப, இவ் வெப்பமானிகள் குறிக்கும் வெப்பநிலைகளிற் கிடையேயுள்ள வித்தியாசமும் கூடும். ஈரக்குமிழ் வெப்பமானியின் வெப்பநிலைத் தாழ்வு, கூடியதாக இருக்கும் நேரங்களில் வளியின் சாரீரப்பதன் குறைவாகவும், சிறிதாக இருக்கும் நேரங்

களில் உயர்வாகவும், இவ்லாதிருக்கும் நேரங்களில் 100 சதவீதமாகவும் இருக்கும். வளிவெப்பநிலையையும் ஈரவுலர் குமிழ் வெப்பமானிகளின் அளவீடுகளின் வித்தியாசத்தையும் கொண்டு, சாரீரப்பதனை திருத்தமாக கணிப்பதற்கு விசேட அட்டவணை தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதைக்கொண்டு சாரீரப்பதனை இலகுவில் அறியலாம். இவ்வட்டவணையொன்று புத்தகக் கடைசியில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முக்கில்கள்:

வளி திடரென்று விரியும்போது குளிர்கிறது. சயிக்கின் குழாயின் வாயிலைத் திறந்தால், வெளிச்செல்லும் காற்று மிகக் குளி

ரானதாயிருக்கிறது. வாயுவொன்று விரியும்போது குளிர்கிறதென்பதை இது காட்டுகிறது.

ஈரவளி உயரும்போதும், மலைகளினால் காற்றானது மேல் நோக்கித் திருப்பப்படும் போதும், மேலுள்ள அழுக்கக் குறைவினால் இவை விரிகின்றன. இவ் விரிவினால் இவை சில சமயங்களில் பனிபடுநிலையிலும் குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குளிக்கின்றன. இதனால் நீராவி ஒடுங்கிச் சிறு நீர்த்துணிக்கைகளாகின்றது. காற்றின் அசைவுகள் இவற்றை விழவிடாது வெகுநேரத்துக்கு ஆகாயத்தில் தொங்கிக்கொண்டிருக்கச் செய்கின்றன. இவை முகில்கள் எனப்படும். முகில்களால் கீற்று முகில், படை முகில், திரண் முகில் எனப் பலவகையுண்டு.

மூடுபனி: ஆகாயத்தில் முகில்களாய் ஒடுங்கும் நீராவித் துணிக்கைகள் போல, பூமிக்கண்மையிலுள்ள வளியிலுள்ள நீராவி ஒடுங்குவதால் மூடுபனி உண்டாகிறது.

மழை:— முகில்களிலுள்ள சிறு துணிக்கைகள் ஒன்றுசேர்ந்து பெருந்துளிகளாகும்போது, பாரத்தினால் மழையாக நிலத்தை நோக்கி விழும்.

மழைப்பனி: ஆகாயத்தில் வளியிலுள்ள நீராவி 0°C இலும் குறைந்த வெப்பநிலையில் ஒடுங்கும்போது பனிமழை பெய்கிறது.

### வினாக்கள்

1. ஆவியாதலுக்கும், கொதித்தலுக்கு மிடையேயுள்ள பேதங்களைக் கூறுக. முன்னதில் வெப்பநிலையால் உண்டாகும் விளைவையும், பின்னதில் அழுக்கத்தினால் உண்டாகும் விளைவையும் கூறுக.
2. ஆவியாதல் எக் காரணிகளில் தங்கியுள்ளது? ஆவியாதல் நிகழும்பொழுது குளிர்ச்சி ஏற்படுவது ஏன்?
3. “ஆவியாதல்”, “கொதித்தல்” என்பவற்றை விளக்குக. ஆவியாகல் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணங்கள் சிலவற்றைத் தருக.

4. அமுக்கமாற்றம் திரவமொன்றின் கொதிநிலையை எப்படிப் பாதிக்கிறது?

5. பின்வருவனவற்றை விளக்குக.  
ஈரஆடைகள்

(i) குளிர்நாள் நாளிலும் பார்க்கக் சூடான நாளில் வெகு விரைவாய் உலர்கின்றன.

(ii) காற்றோட்டமில்லாத நாளிலும் பார்க்கக் காற்றோட்டமுள்ள நாளில் வெகுவிரைவாய் உலர்கின்றன.

(iii) வீட்டுக்குள்ளே விரித்துவைத்தாலும்கூட, மழைநாளில் அவை தாமதமாகவே உலர்கின்றன.

6. நிரம்பலாவியமுக்கம் என்றால் என்ன?

நீரின் கொதிநிலையில், அதன் நிரம்பலாவியமுக்கம் வளிமண்டல அமுக்கத்திற்குச் சமம் என்பதை விளக்க ஒரு பரிசோதனை விவரிக்க.

7. நிரம்பாத ஆவிக்கும் நிரம்பிய ஆவிக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகளைக் கூறுக.

பல்வேறு வெப்பநிலைகளில், நீரின் நிரம்பல் ஆவி அமுக்கத்தை அளப்பதற்குச் செய்யும் பரிசோதனையை விவரிக்க.

8. "சாரீர்ப்பதன்", "பனிபடுநிலை" என்பவற்றை விளக்குக.

இவற்றைத் தீர்மானிக்கச் செய்யப்படும் ஆய்வுகூடப் பரிசோதனையை விவரிக்க.

9. இரேஷேவின் ஈரமானியைப் உபயோகித்துப் பனிபடுநிலை, சாரீர்ப்பதன் ஆகியவற்றை எவ்வாறு தீர்மானிக்கலாம்?

வளியின் பனிபடுநிலை  $6^{\circ}\text{C}$  ஆகவும், வளிவெப்பநிலை  $14^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் இருக்கும்போது, சாரீர்ப்பதனைக் கணிக்க. ( $14^{\circ}\text{C}$ ,  $6^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள நி. ஆ. அ. முறையே 11.9 மிமீ., 7 மிமீ. இரசம் ஆகும்.)  
[விடை: 58.8%]

10. ஈரவுலர் சூழ் வெப்பமானிகளை விவரித்து, சாரீர்ப்பதன் தீர்மானிக்கும் முறையையும் விளக்கமாகக் கூறுக.

11. (a) முகில் மூடிய ஓர் இரவிலும் பார்க்க தெளிந்த ஓர் இரவும்

(b) தரையிலும் பார்க்க புற்களும்

(c) காற்றடிக்கும் ஓர் இரவிலும் பார்க்க அமைதியான ஓர் இரவும், பனி உண்டாவதற்கு வாய்ப்பாயிருப்பது ஏன்?

12. (a) குளிர்ந்த நீருடைய முகவையொன்றினை வெப்பமுள்ள அறைக்குள் கொண்டுவந்ததும், அதனைச் சுற்றிலும் ஓர் ஈரப் படலம் தோற்றுவது ஏன்?

(b) செப்புக்கலத்துக் குள்ளிருக்கும் ஈதருக்கூடாக வளி ஊதப் படும்போது (i) அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் விளைவு என்ன? (ii) கலத்தின் புறப்பக்கத்தில் பனி தோற்றுவது ஏன்?

13. "பனிபடுநிலை", "சாரீரப்பதன்" எனும் பதங்களை விளக்குக. பனிபடுநிலையை எவ்வாறு தீர்மானிக்கலாம்?

வளிவெப்பநிலையை  $14^{\circ}\text{C}$  ஆகவும், பனிபடுநிலை  $9^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் இருக்கும் ஒருநாளில் சாரீரப்பதன் என்னவாகும்?

( $9^{\circ}\text{C}$  இல் நீரின் நி. ஆ. அ. =  $8.55$  மிமீ.,  $14^{\circ}\text{C}$  நீரின் நி. ஆ. அ. =  $11.88$  மிமீ. இரசம்) [விடை: 75%]

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரிச)

- ஆவியாதல் நிகழ்வது ஒரு திரவத்தின் (i) அடிப்பாகத்தில் (ii) மேற்பரப்பில் (iii) எல்லாப் பாகங்களிலும் (iv) நடுப் பாகத்தில்
- திரவமொன்றில் கொதித்தல் நிகழ்வது (i) எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் அதன் எல்லாப் பாகங்களிலும் (ii) குறித்த வெப்பநிலையிலும் அதன் எல்லாப் பாகங்களிலும் (iii) எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் அதன் அடிப்பாகத்திலும் (iv) குறித்தவெப்பநிலையிலும் அதன் மேற்பரப்பிலும்
- ஆவியாதல் வெகுவிரைவில் நிகழ்வதற்கு ஒரு திரவத்தின் மேலுள்ள (i) அழுக்கம் கூடியதாயிருத்தல் வேண்டும் (ii) அழுக்கம் குறைந்ததாயிருத்தல் வேண்டும் (iii) ஆவி குறைவாக இருத்தல் வேண்டும் (iv) வெளி வெற்றிடமாயிருத்தல் வேண்டும்
- திறந்த வெளியில் வெயிலில் விரிக்கப்பட்ட ஈரமான ஆடை விரைவில் உலர்வதற்கு (i) காற்று வீசாதிருத்தல் வேண்டும்

- (ii) காற்று வீசல் வேண்டும்
- (iii) அது வெண்மையாக இருத்தல் வேண்டும்
- (iv) அதனைச் சுருக்கிப் பேரடல் வேண்டும்
5. ஒரு திரவத்தின் நிரம்பலாவியமுக்கத்தைக் கூட்டுவதற்கு
- (i) அதன் வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, கனவளவைக் கூட்ட வேண்டும்
- (ii) அதன் வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, கனவளவைக் குறைத்தல் வேண்டும்.
- (iii) அது நிரம்பிய ஆவியுடையதாயிருக்க, வெப்பநிலையை உயர்த்தல் வேண்டும்
- (iv) அது நிரம்பிய ஆவியுடையதாயிருக்க, வெப்பநிலையைக் குறைத்தல் வேண்டும்.
6. நீரின் நிரம்பலாவி அழுக்கம்
- (i) வெப்பநிலை உயரும்பொழுது குறையும்
- (ii) வெப்பநிலை உயரும்பொழுது அதிகரிக்கும்
- (iii) வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கு நேர் விகிதசமமாகும்
- (iv) வெப்பநிலை மாற்றத்தைச் சாராததாகும்
7. ஓர் எளிய பாரமானியில், இரசத்தின் மேலுள்ள வெற்றிடம் எப்போதும் நீராவியால் நிரம்பியிருக்குமாறு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த ஆவியின் அழுக்கம் எப்போது மாறும்?
- (i) வளிமண்டல அழுக்கம் மாறும்பொழுது
- (ii) ஆவியினுடைய வெப்பநிலை மாறும்பொழுது
- (iii) ஆவியினுடைய கனவளவு மாறும்பொழுது
- (iv) பாரபானிக் குழாயின் நீளம் மாறும்பொழுது
8. திரவமொன்றின் சாதாரண கொதிநிலை, உயர்வதற்குக் காரணம்
- (i) அதன் மேலுள்ள வளி அழுக்கம் குறைதல்
- (ii) அதனில் அசுத்தப் பொருட்கள் கரைந்திருத்தல்
- (iii) அதைக் கடல்மட்டத்திலிருந்து மிகஉயரமான நிலையங்களில் வைத்துக் கொதிக்கச் செய்தல்
- (iv) அதற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் கூடுதல்

9. பனிபடு நிலையைப்பற்றிய கூற்றுக்களுள் மிகத்திருத்தமானது எது?

(i) ஒரு துலக்கமான பாத்திரம் மங்கலாகத் தோற்றும் போதுள்ள வெப்பநிலையாம்.

(ii) நீர்பனியாக உறையும் போதுள்ள வெப்பநிலையாம்.

(iii) வளிவெப்பநிலையிலுள்ள நிரம்பாத ஆவி, நிரம்பிய ஆவியாகமாறும் பொழுதுள்ள வெப்பநிலையாம்

(iv) மிகக் குளிர்ச்சியுள்ள ஒரு நாளில் ஏற்படும் வெப்பநிலையாம்.

10. பின்வரும் தரவுகளைக்கொண்டு சாரீரப்பதனைக் கணிக்க.

வளிவெப்பநிலை =  $30^{\circ}\text{C}$

பனிபடுநிலை =  $23^{\circ}\text{C}$

வளிவெப்பநிலையில் நி. ஆ. அ. =  $x$  சமீ. இரசம்

பனிபடுநிலையில் நி. ஆ. அ. =  $y$  சமீ. இரசம்

வளியின் சாரீரப்பதன்

(i)  $\frac{x}{y} \times 100\%$       (ii)  $\frac{30x}{23y} \times 100\%$       (iii)  $\frac{30}{23} \times 100\%$

(iv)  $\frac{y}{x} \times 100\%$

11. குளிர்ந்த வளியானது, சூடான வளியிலும் பார்க்க.

(i) நீராவியைக் கூடுதலாகக் கொள்ளும்

(ii) நீராவியைக் குறைவாகக் கொள்ளும்

(iii) சமஅளவு நீராவியையே இரு வளிகளும் கொள்ளும்

(iv) அவை கொள்ளத்தக்க நீராவியினளவு, ஆவியின் அடர்த்தியைப் பொறுத்ததாகும்.

12. சாரீரப்பதன் 100% ஆக இருக்கும் ஒருநாளில், ஈரவுலர் குமிழ் வெப்பமானிகளின் இரசமட்ட வித்தியாசம்

(i) கூடுதலாக இருக்கும்

(ii) குறைவாக இருக்கும்

(iii) பூச்சியமாக இருக்கும்

(iv) சமமாக இருக்கும்

13. நுவரேலியா போன்ற மலைப் பிரதேசங்களில் திறந்த பாத்திரங்களில் சமையல்செய்ய முடியாதிருப்பதற்குக் காரணம்
- (i) மலைகள் உயரமாயிருத்தல்
  - (ii) குளிர்ந்த பிரதேசமாயிருத்தல்
  - (iii) மலைகளின்மேல் வளிஅழுக்கம் கூடவாக இருத்தல்
  - (iv) மலைப்பிரதேசங்களில் வளிஅழுக்கம் குறைவாக இருத்தல்
14. காய்கறிகள் சமைக்கும்போது, அவற்றைப் பாத்திரங்களில் மூடி அவிப்பதற்குக் காரணம், மூடிவைப்பதனால்
- (i) அழுக்கம் கூடிக் கொதிநிலையைக் கூட்டும்
  - (ii) அழுக்கம் கூடிக் கொதிநிலை குறையும்
  - (iii) அழுக்கம் குறைந்து கொதிநிலையையும் குறைக்கும்
  - (iv) அழுக்கம் குறைந்து கொதிநிலையைக் கூட்டும்

## அலகு 6.

ஒளி, ஒளி நேர்கோட்டிற் செல்லுதல், கிரகணங்கள்  
ஒளித்தெறிப்பு  
ஒளியியல்

எம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பொருட்களையெல்லாம் நாம் காணத் துணைபுரிவது ஒளியாகும். ஒளியைப் பற்றிய கல்வியை ஒளியியல் என்கிறோம்.

இருட்டறையிலுள்ள இரும்புப் பந்தொன்று கண்ணுக்குப் புலப்படாது. ஆனால் அதன் வெப்பநிலையைக் கூட்டினால் அது சிவந்த ஒளியை வெளிவிடும். அதன் வெப்பநிலையை மேலும் கூட்டினால், அது வெண்மையான ஒளியை வீசும். இதேபோல் மின்சாரம் பாயும்போது மின்விளக்கின் மெல்லிய இழைகள் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையைடைந்து வெண்மையான ஒளியைத் தருகின்றன. மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருட்களிலிருந்து வெப்பமும் ஒளியும் வீசப்படுகின்றன. இதிலிருந்து வெப்பத்தைப் போல ஒளியும் சத்தியின் ஒருவித தோற்றம் என்பதை உணர முடிகின்றது.

ஒளிர் பொருட்கள்

தாமாகவே ஒளியை வீசும் சூரியன், தீபச்சுடர், அதிஉயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள உலோக இழைகள் போன்றவை எல்லாம் ஒளிர் பொருட்கள் எனப்படும்.

தாமாகவே ஒளியை வீசாத சந்திரன், பூமி, நீர் போன்ற பொருட்கள் ஒளிராப் பொருட்கள் எனப்படும். இவற்றில் பட்டுத் தெறிக்கும் ஒளி இவற்றைக் கண்ணுக்குப் புலப்படச் செய்கின்றது.

ஒளிராப் பொருட்களை (1) ஒளிபுகு பொருட்கள் (2) ஒளி கசி பொருட்கள் (3) ஒளிபுகாப் பொருட்கள் என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. தம்மீது விழும் ஒளியில் பெரும் பாகத்தைத் தம்முடாகச் செல்ல விடும் கண்ணாடி, நீர், காற்றுப் போன்றவை ஒளிபுகு பொருட்களெனப்படும். இவற்றை ஊடகங்கள் என்றும் அழைக்கலாம்.

2. தேய்த்த கண்ணாடி, எண்ணெய்த்தாள், உரித்தாள், கலங்கிய திரவங்கள் போன்றவை தம்மீது விழும் ஒளியில் ஒருசிறு பாகத்தையே தம்மூடாகச் செல்லவிடுகின்றன. இவை ஒளிகசி பொருட்கள் எனப்படும்.
3. மரக்குற்றி, உலோகத் துண்டுகள் போன்றவை தம்மூடு ஒளியைச் செல்லவிடுவதில்லை. இவை ஒளிபுகாப் பொருட்கள் எனப்படும்.

#### ஒளியின் குணங்கள்

1. ஒளியினால் பொருட்கள் புலப்படுகின்றன.
2. ஆனால் ஒளி கண்ணுக்குப் புலப்படாது.
3. ஒளி நேர்கோட்டிற் செல்லுகின்றது.
4. ஒப்பமான தளங்களில் படும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒழுங்காகத் தெறிக்கின்றன.
5. ஓர் ஊடகத்திலிருந்து வேறொரு ஊடகத்தினுள் ஒளி செல்லும் போது ஒளிமுறிவு ஏற்படுகின்றது.
6. வெண்மையான ஒளி ஏழு நிறங்களைக் கொண்டதாகும்
7. ஒளி செக்கனுக்கு 186,000 மைல் கதியிற் செல்கிறது.

#### ஒளி கண்ணுக்குப் புலப்படாது என்பதைக் காட்டப்பரிசோதனை

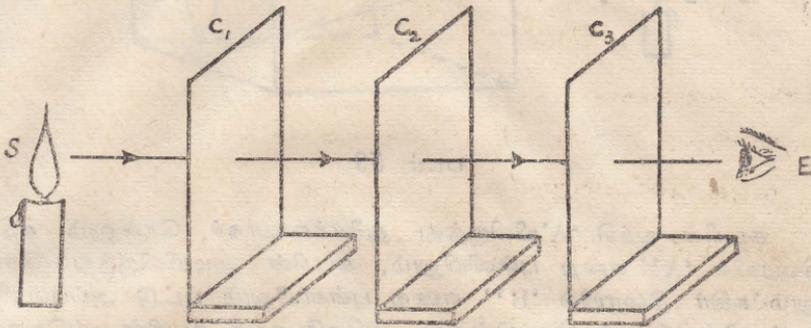
சூரிய ஒளிக்கற்றை யொன்றை தளவாடி ஒன்றின் உதவியால் விஞ்ஞான கூடத்தினூடே செலுத்துக. வளி தூசிகளின்றி தூயதாயிருப்பின், ஒளிக்கற்றை செல்லும் பாதை கண்ணுக்குப் புலப்படாது. வளியில் தூசியை அல்லது புகையைப் பரவவிட்டால் ஒளிக்கற்றைப் பாதையிலிருக்கும் துகள்கள் துலங்கி ஒளியின் பாதையைப் புலப்படுத்தும். இப்பாதை நேரானதாக அமைந்திருப்பதும் புலப்படும்.

#### ஒளி நேர்கோட்டிற் செல்லுதல்

மோட்டர் வாகனங்களின் தலை விளக்குகள், மின் சூள்கள் முதலியவற்றிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றைகளெல்லாம் நேரிய எல்லை களையுடையனவாயிருக்கின்றன.

எமக்குப் பின்னேயுள்ள பொருட்களைக் காண்பதற்கு நாம் அத்திசையில் கண்ணைத் திருப்பவேண்டியிருக்கிறது. பொருளும் சுண்ணும் ஒரு நேர்கோட்டிலிருக்கும்போதே பொருட்கள் கண்ணுக்குப் புலனாகின்றன.

பரிசோதனை



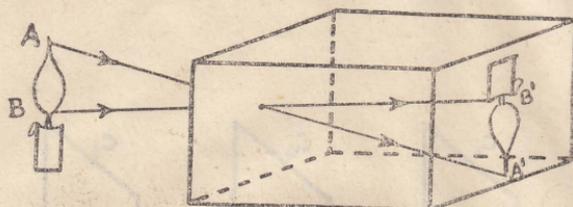
படம் 52

ஒரு சிறு துளையிடப்பட்ட  $C_1$  என்ற கடதாசி அட்டை யொன்றை  $S$  எனும் கடரின்முன் நிறுத்துக (படம் 52). அதன் பின்னே அதேபோலத் துளையிடப்பட்ட  $C_2, C_3$  எனும் அட்டை களைக் கண்  $E$ க்குத் துளைகளினூடாகச் சுடர் தெரியும் வண்ணம் ஒழுங்கு செய்க. எல்லாத் துளைகளும் ஒரு நேர்கோட்டிலிருக்கும் போதே சுடர் கண்ணுக்குத் தெரியும். இத் துளைகள் நேர்கோட்டிலிருப்பதை ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயை இவற்றினூடாகச் செலுத்திப் பரிசோதிக்கலாம். இந்நிலையிலிருந்து அட்டைகளில் ஒன்றை அசைத்தாலும் சுடர் கண்ணுக்குப் புலப்படாது. "தடைப் படுத்தப்படாவிடின் ஒளிக்கற்றைகள் வீசப்பட்ட திசையில் ஒரு நேர்கோட்டிற் தொடர்ந்து செல்லும்" என்பதை இப்பரிசோதனை காட்டுகிறது.

ஊசித்தொலைப் படப்பெட்டி

கடதாசி அட்டைப்பெட்டி ஒன்றின் ஒரு புறத்தின் மத்தியில் ஊசியால் ஒரு துளையிட்டு அதன் எதிர்ப்புற அட்டையை நீக்கி ஓர் உரித்தாளினால் அடைத்துவிடுக. இப்பெட்டி ஊசித்தொலைப்

படப்பெட்டி எனப்படும். படம் 53 இல் காட்டியிருப்பது போல் இப்பெட்டியின் முன்னேயுள்ள பொருட்களின் விம்பங்கள் உரித் தாளில் தலைகீழாகத் தெரியும்.



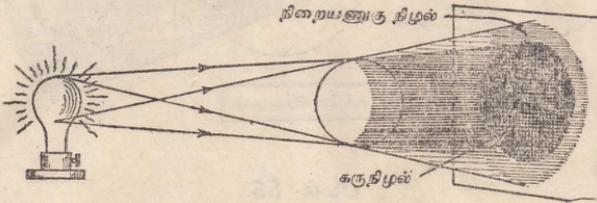
படம் 53

சுடரின் உச்சி 'A'யிலிருந்து துளைக்கூடாகச் செல்லும் கதிர் திரையில் 'A' என்ற புள்ளியிலும், சுடரின் அடியிலிருந்து செல்லும் கதிர் திரையில் 'B' என்ற புள்ளியிலும் பட்டு அப்புள்ளிகளைப் பிரகாசிக்கச் செய்கின்றன. இதேபோலச் சுடரின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் திரையில் ஒரு பிரகாசமான புள்ளியை உண்டாக்குவதால், சுடரைப் போன்ற பிரகாசமான ஆனால் தலைகீழான விம்பம் திரையிலுண்டாகிறது. விம்பம் தலைகீழாகத் தோற்றுதல், ஒளி நேர்கோட்டில் செல்கிறது என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

1. திரைக்கும் துளைக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் கூடினால் விம்பத்தின் பருமன் கூடும், ஆனால் அதன் துலக்கம் குறையும்.
2. இத் தூரத்தைக் குறைத்தால் விம்பத்தின் பருமன் குறையும், ஆனால் அதன் துலக்கம் கூடும். வடிவமும் தெளிவாத் தெரியும்.
3. ஊசித்துளையின் பருமனைக் கூட்டினால் விம்பத்தின் துலக்கம் கூடும். ஆனால் அதன் ஓரங்கள் தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டிராது.
4. துளையின் வடிவம் முக்கோணமாக அல்லது வேறு விதமாக மாற்றப்பட்டாலும், அதன் பருமன் சிறிதாக இருக்கும்வரை விம்பத்தின் வடிவம் தெளிவாகவிருக்கும்.
5. இதைப்போன்ற திரையிற் பிடிபடக்கூடிய விம்பங்கள் மெய் விம்பங்கள் எனப்படும்.

**நிழல்கள்**

ஒளி செல்லும் பாதையிலிருக்கும் ஒளிபுகாப்-பொருள் ஒன்றின் பின்னால் உள்ள இருண்ட இடம் அதன் நிழல் எனப்படும். புள்ளி ஒளிர் பொருளினால் ஏற்படும் நிழல் தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்ட கருநிழலாயிருக்கும். ஆனால் ஒரு பெரிய ஒளிர் பொருளினால் ஏற்படும் விம்பம், கருநிழல், நிறைவணுகு நிழல் என இரு பாகங்களை யுடையதாயிருக்கும் (படம் 54)



படம் 54

நிழலின் மத்தியிலிருக்கும் ஒளியைப் பெறாத முற்றாக இருண்ட பாகம் கருநிழல் எனப்படும், ஒளிர் பொருளின் சில பாகங்களில் இருந்துமட்டும் ஓரளவு ஒளியைப் பெறுவதனால் குறைவாக இருண்டிருக்கும் பாகம் நிறைவணுகு நிழல் எனப்படும்.

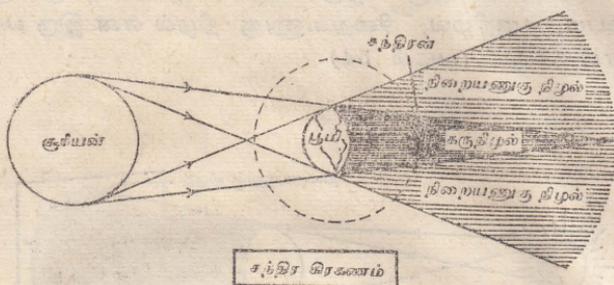
**சூரிய சந்திர கிரகணங்கள்**

பூமி, சந்திரன் போன்ற ஒளிபுகாப் பொருட்கள் சூரியனுக்கு முன்னிலையில் இருப்பதால், அவை ஒவ்வொன்றின் பின்னேயும் எந்நேரமும் ஒவ்வொரு கருநிழற் கூம்பும் நிறைவணுகு நிழற் பகுதியுமிருக்கும்.

**சந்திர கிரகணம்**

படம் 55 இல் காட்டியிருப்பதுபோலச் சந்திரன் பூமியின் கரு நிழற் கூம்பினுள் வரும்போது சந்திர கிரகணம் ஏற்படுகிறது. நிழலினால் சந்திரன் முற்றாக மறைக்கப்பட்டால் அதைப் பூரண சந்திர கிரகணம் என்றும், ஒரு பகுதி மட்டுமே மறைக்கப்பட்டின் அதை பகுதிச் சந்திர கிரகணம் என்றும் அழைக்கிறோம்.

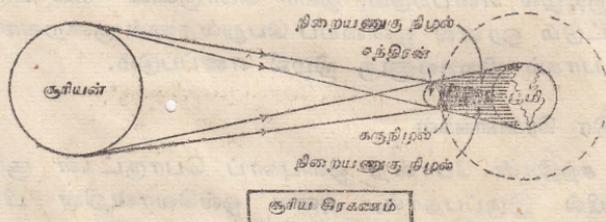
சந்திர கிரகணம் பெளர்ணமி காலங்களில், சூரியன், பூமி, சந்திரன் ஆகிய மூன்றும் முறையே ஒரு நேரிலிருக்கும்போது ஏற்படுகின்றது.



படம் 55

சூரிய கிரகணம்

சந்திரனுடைய கருநிழற் கூம்பு படம் 56இல் காட்டியிருப்பது போலப் பூமியில் படும்போது சூரிய கிரகணம் ஏற்படுகின்றது. சந்திரனுடைய நிழற்கூம்பு சிறியதாகையால், அது பூமியில் ஒருசிறு



படம் 56

பகுதியையே சூரிய ஒளி படாது முற்றாக மறைக்கின்றது. இக்கரு நிழல் பூமியில் விழும் இடங்களிற் பூரணமாகச் சூரியன் மறைக்கப் படுவதால், பூரண சூரிய கிரகணம் ஏற்படுகின்றது. படம் 56 இல் காட்டியிருப்பதுபோல நிறையணுகு நிழற்பகுதியிலிருப்பவர்களுக்கு சூரியனின் ஒருபகுதி மட்டும் மறைக்கப்படுவதால், இவர்கள் பகுதிச் சூரியகிரகணத்தைக் காணமுடிகின்றது.

கங்கண கிரகணம்

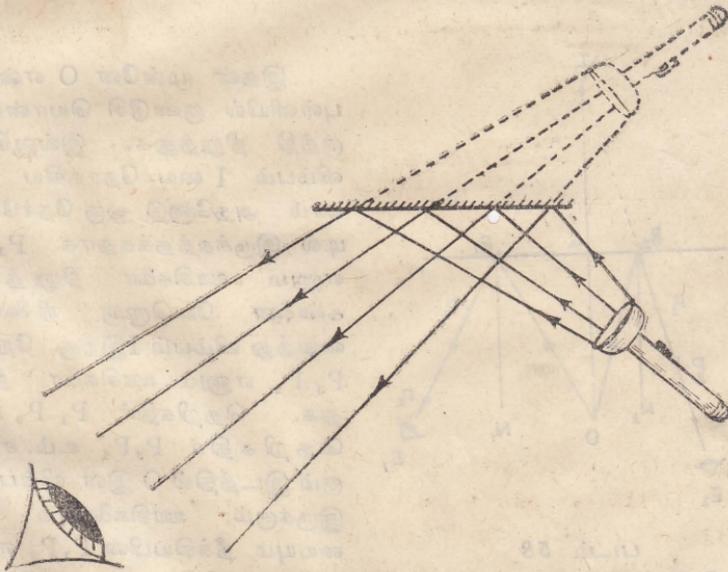
சந்திரனின் சுருநிழற் கூம்பு குறுகியதாயிருப்பதால், சூரிய கிரகணம் ஏற்படும் சிலகாலங்களில் பூமியின் எப்பகுதியிலும் இக்கருநிழல் படுவதில்லை. இக்கருநிழலுக்கு நேராக பூமியிலிருப்பவர்களுக்கு, சந்திரனால் மறைக்கப்பட்ட பாகம் இருண்டும். சூரியனின் மற்றப் பாகம் பிரகாசமான ஒரு சங்கணம் (காப்பு) போலவும் தெரியும். இப்படியான கிரகணம் கங்கண கிரகணம் எனப்படும்.

### ஒளித்தேறிப்பு

மாயவிம்பங்கள்:

இருளிலிருக்கும் ஒரு பொருள்மீது மின்சூளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றையைச் செலுத்தினால் அப்பொருள் எத்திசையில் நின்று நோக்கினாலும் கண்ணுக்குப் புலப்படும். இதிலிருந்து அப்பொருள் ஒளியை எல்லாத் திசைகளிலும் பரவலாகத் தெறிக்கச் செய்கிறது என்பதை அனுமானிக்கலாம்.

ஆனால் இவ்வொளிக் கற்றையை, துலக்கிய ஒப்பமான வெள்ளித் தட்டொன்றின் மீது செலுத்தினால், ஏறத்தாழ ஒளிக்கற்றை முழுவதும் ஒரே திசையில் தெறித்து எதிரிலுள்ள சுவரிலோ அல்லது திரையிலோ விழுவதைக் காணலாம்.



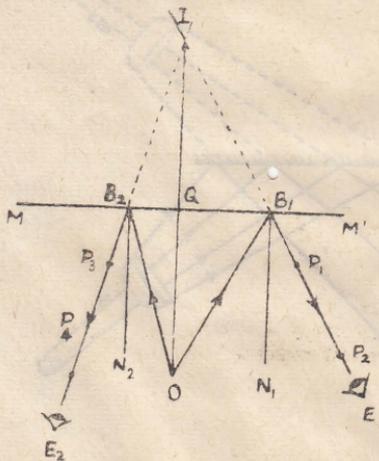
படம் 57

இப்படித் தெறித்துவரும் கற்றையை கண்ணால் நோக்கினால் (படம் 57) தட்டுக்குப் பின்னே மின்சூளைப் போலப் பிரகாசமான ஒரு சூளிலிருந்து ஒளிவருவதுபோல் தோன்றும், இப்படி ஒளியின் திசை மாற்றத்தால் பொருளின் தோற்றம் பொருளில்லாத வேறொரு இடத்திலிருப்பது போலப் பார்ப்பவனின் மனதிற தோன்றுவதை மாயவிம்பம் என்கிறோம்.

துலக்கிய, ஒப்பமான தளங்கள் எல்லாம் ஒளியை ஒழுங்காகத் தெறிக்கச் செய்கின்றன. சமதளம் உடைய வெள்ளித் தட்டுகள், வெள்ளி பூசிய கண்ணாடிகள் முதலியவற்றைச் சமதளவாடிகள் என்றும், கோளமானவற்றை கோளவாடிகள் என்றும் அழைக்கிறோம்.

தளவாடியொன்றில் தோன்றும் விம்பத்தின் நிலையத்தைத் துணிதல்.

ஒரு காகிதத்தாளின் மத்தியில்  $MM^1$  எனும் ஒரு கோடிட்டு (படம் 58) அதன்மேல் தளவாடியொன்றின் வெள்ளிப்பூச்சுப் பாகம் இருக்கத்தக்கதாக நிறுத்துக.



படம் 58

புள்ளிகளை இணைக்க. இந் நேர்கோட்டை நீட்டி, அது  $P_4P_3$  ஐ இணைக்கும் நேர்கோட்டைச் சந்திக்கும் புள்ளியை அறிக. இப் புள்ளி விம்பம் I இன் நிலையமாகும்.

இதன் முன்னே O என்னும் புள்ளியில் குண்டுசி யொன்றைக் குத்தி நிறுத்துக. இவ்வூசியின் விம்பம் I யை நோக்கிய வண்ணம் அதனோடு ஒரு நேர்கோட்டில் இருக்கத்தக்கதாக  $P_1, P_2$  எனும் ஊசிகளை நிறுத்துக. கண்ணை வேறொரு நிலையில் வைத்து விம்பம் I இற்கு நேராக  $P_3, P_4$  எனும் ஊசிகளை நிறுத்துக. தெறிகதிர்  $P_1, P_2$  உம், தெறிகதிர்  $P_3, P_4$  உம், சந்திக்கும் இடத்தில் O இன் விம்பம் I, இருக்கும். ஊசிகளையும் ஆடியையும் நீக்கியபின்  $P_1P_2$  எனும்

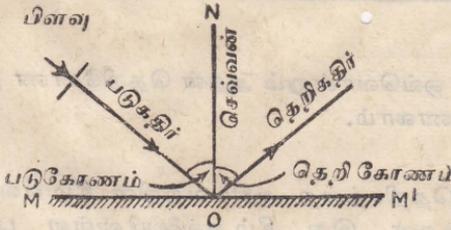
1. பொருளையும் விம்பத்தையும் இணைக்கும் கோடு OI, ஆடிக்குச் செங்குத்தாயிருப்பதை அளவைமூலம் துணியலாம்.
2. பொருட்டோரம் OQ = விம்பதூரம் IQ, (தடித்த தளவாடி பாவிக்கப்பட்டால், இத் தூரங்களில் சிறிதளவு வித்தியாசமிருக்கும்.)
3. தளவாடிக்கு முன்னிற்கும் ஒரு பையன் தனது வலது காதைத் தொட்டால் அவனுடைய விம்பம் அதனுடைய இடது காதைத்தொடும். இவ்விதம் விம்பங்களில் இடம் வலமாகவும், வலம் இடமாகவும் மாறித் தெரிதல் பக்கநேர்மாறல் எனப்படும்.

ஒளித்தெறிப்பு விதிகள்

ஒளித்தெறிப்பு இரண்டு விதிகளுக்கமைய நடைபெறுகின்றது.

1. படுகதிர், தெறிகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் ஆகிய மூன்றும் ஒரு தளத்தில் அமையும்.
2. படுகோணம் தெறிகோணத்திற்குச் சமன்

தெறிப்பு விதிகளை வாய்ப்புப்பார்த்தல்



படம் 59

காகிதத்தாளொன்றில் MM' எனுமொரு கோடிட்டு இதற்கு மேல் தளவாடி ஒன்றினை நிறுத்துக. ஓர் ஒடுங்கிய பிளவினூடு தாளை மருவியபடி ஒளிக்கற்றை ஒன்றினை ஆடிக்குச் செங்குத்தாகச்

செலுத்துக. செங்குத்தாக ஆடியில் படும் இக் கற்றை தெறித்த பின் அதே கோட்டில் திரும்பும். ஆனால் படுகதிரை இச் செங்குத்துக் கோட்டிற்குச் சிறிது சாய்வாகச் செலுத்தினால் தெறிகதிர் செங்குத்துக் கோட்டின் எதிர்ப்புறத்தில் சாய்ந்து செல்லும். படுகதிரின் பாதையையும், தெறிகதிரின் பாதையையும் குறித்துக் கொள்க. படுகோணத்தை மாற்றிப் பல்வேறு படுகோணங்களுக்கும் படுகதிர், தெறிகதிர் ஆகியவற்றின் திசைகளைக் குறித்துக் கொள்க. தளவாடி முதலியவற்றை நீக்கி, கதிர்களின் பாதைகளைக் கீறிக்கொள்க. படுகோணம், தெறிகோணம் ஆகியவற்றை அளந்து அட்டவணப்படுத்துக.

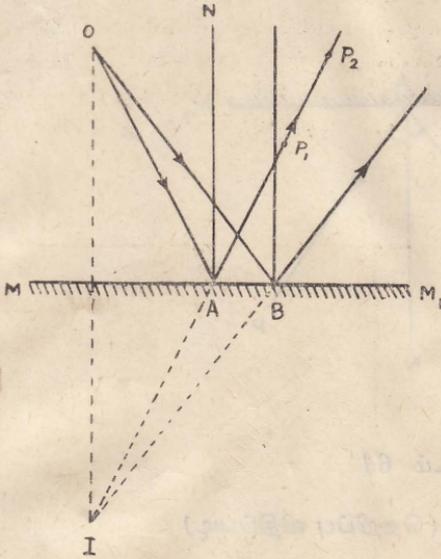
	படுகோணம்	தெறிகோணம்
1		
2		
3		

படுகோணம் ஒவ்வொன்றும் அதன் தெறிகோணத்துக்குச் சமனையிருப்பதைக் காணலாம்.

படுகற்றை, தெறிகற்றை ஆகியவற்றின் கீழ் எல்லைகள் தாளையிருவிச் செல்கின்றன. இது, கீழ் எல்லையிலுள்ள படுகதிர், தெறிகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் ஆகிய மூன்றும் தாளின் தளத்தில் அமைகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

தெறிப்பு விதிகளைக் குண்டுசிகளை உபயோகித்து வாய்ப்புப்பார்த்தல் காகிதத்தாளொன்றில் ஒரு நேர்கோட்டிட்டு, அதன்மேல் தளவாடி ஒன்றின் வெள்ளியூசிய பாகம் இருக்கத்தக்கதாக நிறுத்துக.

அதன் முன்னேயுள்ள O என்னும் ஒரு புள்ளியில் குண்டுசியொன்றைக் குத்தி நிறுத்துக. இதன் விம்பம் Iயை நோக்கியவண்ணம் (படம் 60) அதற்கு நேராக  $P_1, P_2$  எனும் புள்ளிகளில் குண்டுசிகளை நிறுத்துக.



படம் 60

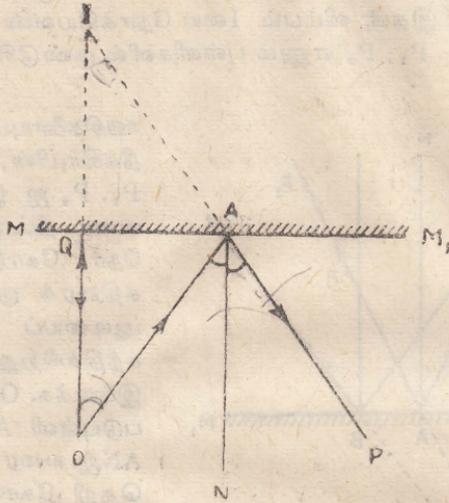
படுகோணம் ஒவ்வொன்றும் அதனதன் தெறிகோணத்துக்குச் சமனாயிருக்கும்.

ஊசிகளையும் ஆடியையும் நீக்கியபின், புள்ளிகள்  $P_1, P_2$  ஐ இணைத்து ஆடி வரை நீட்டிப் பெறப்படும் நேர் கோடு ஒரு தெறிகதிரைக் குறிக்கிறது. இது ஆடியைப் புள்ளி A இல் சந்திக்கிறது. A ஐ O விற்கு இணைக்க. OA படுகதிராகும். படுபுள்ளி A இல் செவ்வன் AN ஐ வரைக. படுகோணம் தெறி கோணம் ஆகிய வற்றை அளந்து அறிக. இதேபோல் இப்பரிசோதனையைப் பல கோணங்களுக்கு செய்து படுகோணங்களையும், தெறிகோணங்களையும் அளந்து முன்போல் அட்டவணைப் படுத்துக.

குண்டுசிக் குற்றுகளெல்லாம் ஒரே காகிதத்தாளில் இருத்தல் படுகதிர், தெறிகதிர், படுபுள்ளிச் செவ்வன் ஆகிய மூன்றும் ஒரே தளத்தில் இருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

பொருட்டுரம், விம்ப தூரத்துக்குச் சமமெனக் கேத்திரகணித முறையால் நிறுவுதல்

MM<sub>1</sub> எனும் ஆடியின் முன்னுள்ள O எனும் புள்ளியிலிருந்து ஆடியிற் படும் செங்குத்துக் கதிர் OO, தெறித்து OO என்னும் திசையில் செல்லும். ஆடிக்குச் சிறிது சாய்வாகப் படும் கதிர் OA தெறித்து AP என்னும் திசையில் செல்லுகிறது. இவ்விரு தெறிகதிர்களும் நீட்டப்படின் I இற் சந்திக்கும். படுபுள்ளி A இலுள்ள செவ்வன் AN ஆகும் (படம் 61).



படம் 61

$$\angle OAN = \angle PAN \quad (\text{தெறிப்பு விதிப்படி})$$

$$\therefore AN \parallel IO$$

$$\angle OAN = \angle AOQ \quad (\text{ஒன்றுவிட்ட கோணங்கள்})$$

$$\angle PAN = \angle AIQ \quad (\text{ஒத்த கோணங்கள்})$$

$$\therefore \angle AIQ = \angle AOQ$$

எனவே  $\triangle AOQ$ ,  $\triangle AIQ$  என்னும் முக்கோணங்களில்

$$\angle AOQ = \angle AIQ$$

$$\angle AQO = \angle AQI = 90^\circ$$

$AQ$  பொது

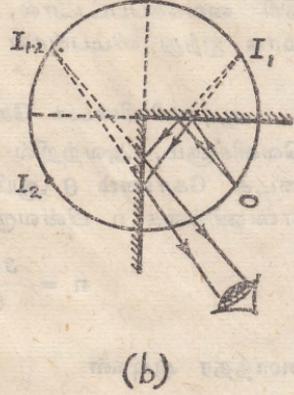
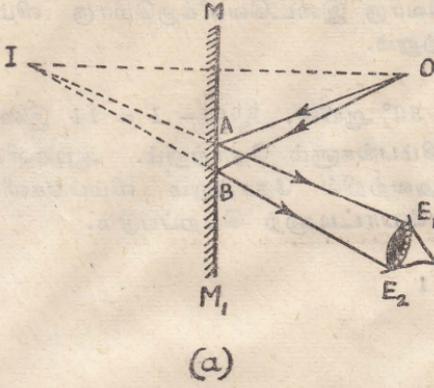
$$\therefore \triangle AOQ \cong \triangle AIQ$$

$$\therefore OQ = IQ$$

அதாவது பொருட்டேரம் = விம்பத்தாரம்

சாய்வாடிகளில் விம்பங்கள்

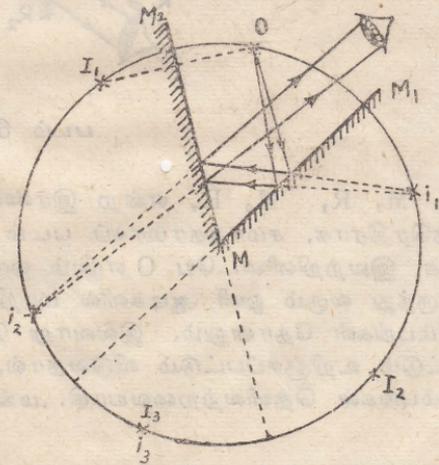
தளவாடி ஒன்றின் முன்னுள்ள  $O$  எனும் புள்ளியின் விம்பம் ஒளித்தெறிப்பினால்  $I$  இவிரும்புது போல் தோன்றுகின்றது (படம் 62 a). தெறித்துவரும் கதிர்களை வேறொரு தளவாடியை முதல்



படம் 62

ஆடிக்குச் சாய்வாக வைத்து, திருப்புவதால் வேறொரு திசையிலும் விம்பம் தெரியச் செய்யலாம் (படம் 62 b). ஆடிகளினிடையிலுள்ள கோணம்  $90^\circ$  ஆக இருக்கும்போது மூன்று விம்பங்கள் தோற்றும். இவ்விடைக்கோணம் குறைந்தால் ஒளி பலமுறை மாறிமாறித் தெறிப்பதால் பல விம்பங்கள் தோன்றும்.

தளஆடிகள் இரண்டை ஒன்றுக்கொன்று  $60^\circ$  சாய்ந்திருக்கும்படி (படம் 63).  $MM_1, MM_2$  எனும்  $60^\circ$  இல் சாய்ந்த கோடுகளில் நிறுத்துக. இவற்றினூடு நோக்கினால், இவற்றைச் சுற்றியுள்ள பின் வளைகோணம்  $M_1MM_2$ ,  $60^\circ$  க்குச் சமனான பாகங்களாக ஆடிகளால் பிரிக்கப்பட்டிருப்பது போல் தோன்றும். எல்லாமாக  $\frac{360}{60} = 6$  சமகோணங்களாகத் தோன்றும் இதில்  $M_1MM_2$  என்ற கோணத்தைவிட,  $6 - 1 = 5$  பாகங்கள் ஆடிகளின் விம்பங்களினால் ஆக்கப்பட்ட கோணங்களாகும்.



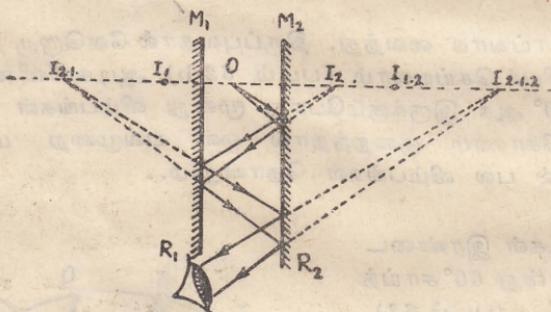
படம் 63

ஆடிகளுக்கிடையில் 0 எனும் புள்ளியொன்றில் ஒரு மெழுகு திரி வைக்கப்பட்டால், ஒவ்வொரு இடைவெளிக்குமொரு விம்பமாக ஐந்து விம்பங்கள் தோற்றும்.

ஆடிகளினிடைக் கோணம்  $30^\circ$  ஆயின்,  $\frac{360}{30} - 1 = 11$  இடைவெளிகளும், அவற்றில் 11 விம்பங்களும் தோற்றும். ஆடிகளினிடைக் கோணம்  $\theta$  ஆயின், அவற்றில் தோற்றும் விம்பங்களின் எண்ணிக்கை  $n$  பின்வரும் சமன்பாட்டினால் பெறப்படும்.

$$n = \frac{360}{\theta} - 1$$

சமாந்தர ஆடிகள்



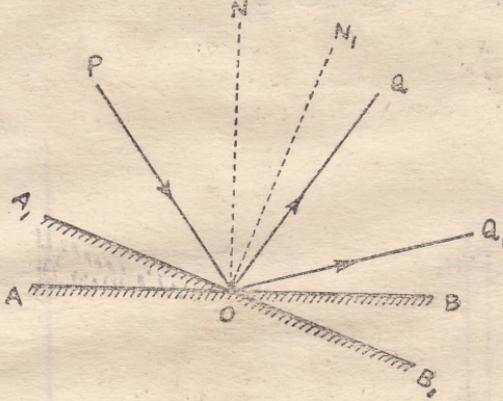
படம் 64

$M_1$ ,  $R_1$ ,  $M_2$ ,  $R_2$ , என்ற இரண்டு ஆடிகளை ஒன்றுக்கொன்று நேரெதிராக, சமாந்தரமாகப் படம் 64 இல் இருப்பதுபோல நிறுத்துக. இவற்றினிடையே 0 எனும் ஒரு பொருளை வைத்தால், அதிலிருந்து வரும் ஒளி ஆடிகளில் மாறிமாறித் தெறிப்பதால், அநேக விம்பங்கள் தோன்றும். இவ்வாறு தெறிக்கும்போது ஒளி பரவப்படும் உறிஞ்சப்பட்டும் விடுவதால், விம்பத் தொடரில் பிந்திய விம்பங்கள் தெளிவற்றவையாகி, மங்கி மறைகின்றன.

படுகதிரின் திசைமாறுதிருக்க, ஆடியைச் சுழற்றினால் தெறிகதிரில் ஏற்படும் திசைமாற்றம்

AB என்ற ஆடியில் (படம் 65) PO எனும் கதிர் பட்டு OO எனும் திசையில் தெறிக்கிறது. ON படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன்.

படுகோணம்  $\text{PON} = \text{தெறிகோணம் } \text{ON} = \theta$  ஆயின், படுகதிர்  $\text{PO}$ விற்கும், தெறிகதிர்  $\text{OQ}$  விற்கும் இடைக்கோணம்  $\text{POQ} = 2\theta$



படம் 65

ஆகும். ஆடியை  $\beta^\circ$  திருப்பி  $A_1B_1$  என்னும் நிலைக்குக் கொண்டு வந்தால், செவ்வன்  $\text{ON}$   $\beta^\circ$  திரும்பி  $\text{ON}_1$  என்ற நிலைக்கு வருகின்றது. இதனால் படுகோணம்  $\beta^\circ$  கூடுகின்றது. எனவே படுகோணம்  $\text{PON}_1 = \theta + \beta = \text{தெறிகோணம் } \text{N}_1\text{OQ}_1$  ஆகும். இப்பொழுது  $\text{PO}$  விற்கும்  $\text{OQ}_1$  இற்கும் இடைக்கோணம்  $= 2(\theta + \beta)$  ஆகும். எனவே இவற்றின் இடைக்கோணம்  $2\beta^\circ$  ஆல் கூடியிருக்கின்றது. ஆகவே படுகதிர் திசைமாறாதிருக்க, ஆடி  $\beta^\circ$  திருப்பப்படின் தெறிகற்றை  $2\beta^\circ$  திரும்புகின்றது.

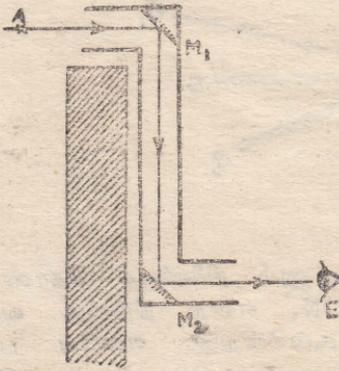
#### தளவாடியின் உபயோகங்கள்

தளவாடிகள் பொதுவாக (i) முகம் பார்ப்பதற்கும் (ii) போட்டர் வாகனங்களில் சாரதிகள் தம்பின்னுள்ள பொருட்களைப் பார்ப்பதற்கும் (iii) சூழ்வு காட்டி (iv) பன்னிறவுருக்காட்டி போன்ற பல கருவிகளைச் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

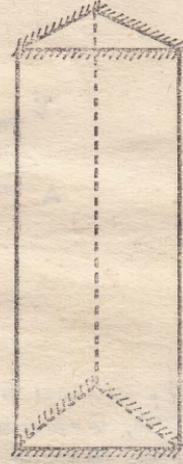
#### சூழ்வு காட்டி

ஓர் எளிய சூழ்வு காட்டியை இரண்டு தளவாடிகளை ஒன்றுக்கொன்று நேரெதிராக, அவற்றைத் தொடுக்கும் கோட்டிற்கு  $45^\circ$  சாய்வாக சட்டப்படலொன்றில் படம் 66 a இல் இருப்பது

போல் பொருத்தி அமைக்கலாம். பொருளொன்றிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றை எவ்வாறு ஆடிகளில் தெறித்துக் கண்களை வந்தடைகிறது என்பதை படம் 66 a காட்டுகிறது. இதனை உபயோகிப்பவர்கள் முன்னேயுள்ள தடைகளுக்கு மேலாகப் பார்க்க இது உதவுகின்றது.



(a)



(b)

படம் 66

### பன்னிறவுருக்காட்டி

மூன்று ஆடித்துண்டுகளை, படம் 66 b இல் காட்டியிருப்பதுபோல் ஒன்றாகப் பிணைத்து ஒரு குழாயிற் பொருத்துக. இக்குழாயினுள் பொருந்தக்கூடிய ஒரு தேய்த்த கண்ணாடித் துண்டொன்றை அடியிற் பொருத்தி அதன்மேல் பல நிறமுள்ள மணிகளைப் பரவுக. மறுமுனையினூடாக இம்மணிகளை நோக்கினால், மிக அழகிய மணித் தொடர்கள், சமச்சீராக ஒழுங்கு செய்யப்பட்டிருப்பது போலத் தோற்றும். பலமுறை ஒளி ஆடிகளில் தெறிப்பதால் மணிகளின் பல விம்பங்கள் இத் தோற்றத்தைத் தெரியச் செய்கின்றன.

## வினாக்கள்

1. ஒளி நேர்கோட்டில் செல்லும் என்பதைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனை விவரிக்க.
2. ஊசித் தொளைப்படப் பெட்டியின் அமைப்பை விவரிக்க. விம்பத்தின் பருமன், துலக்கம், வடிவம் ஆகியவற்றில்  
(a) பொருட்டுரத்தை இரட்டிக்கும் போதும்  
(b) துளையின் விட்டத்தை இரட்டிக்கும் போதும் ஏற்படும் விளைவுகளை ஆராய்க.
3. சூரிய கிரகணம் நிகழும் முறையை விளக்குக. பூரண கிரகணம், பகுதிக் கிரகணம் எவ்வாறு உண்டாகின்றன?
4. சந்திர கிரகணம் நிகழும் முறையைப் படம் வரைந்து விளக்குக. அமாவாசைக் காலங்களில் சந்திர கிரகணம் ஏற்படுமா? உமது விடைக்குக் காரணம் தருக.
5. ஒளித்தெறிப்பு விதிகளைக் கூறுக. இவற்றை வாய்ப்புப் பார்க்கச் செய்யும் ஓர் ஆய்வுகூடப் பரிசோதனையை விவரிக்க.
6. மாய விம்பங்களுக்கும், மெய் விம்பங்களுக்கும் மையே யுள்ள வேறுபாடுகளைத் தருக. இவற்றை விளக்க உதாரணங்கள் தருக.
7. ஒளித்தெறிப்பு விதிகளைக் கூறுக.  
ஒரு தளவாடியில் தோற்றும் விம்பத்தின் தூரம் பொருட்டுரத்துக்குச் சமமெனக் கேத்திரகணித முறையால் நிறுவுக.
8. ஒரு நிலைக்குத்தான தளவாடியின்முன் ஒரு பொருள் வைக்கப் பட்டுள்ளது. பொருளின் விம்பத்தானத்தை நிர்ணயிக்க ஒரு முறையை விவரிக்க.
9. நிலைக்குத்தாக ஒரு தளவாடி நிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது.  
(a) அதனை நோக்கி செக்கனுக்கு 2 அடி வீதம் நடந்து செல்லும் ஒரு பையனின் விம்பம் என்ன வேகத்தில் இயங்குவதுபோல் தோற்றும்.  
(b) பையன் நிலையாக நிற்கும்போது தளவாடியை அவனை நோக்கிச் செக்கனுக்கு 2 அடி வேகத்தில் அசைத்தால் விம்பம் அவனை அணுகும் கதி என்ன?

[விடை: (a) 2 அடி/செக் (b) 4 அடி/செக்] ✓

10. படுகதிரின் திசை மாறுதிருக்க, ஒரு தளவாடி  $0^\circ$  திருப்பப் படும்பொழுது, தெற்கதிர்  $20^\circ$  திரும்பும் எனக் காட்டுக.
11. இரு சமாந்தர ஆடிகளுக்கிடையே உள்ள ஓர் ஒளிர்வுள்ளியிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் இரண்டுமுறை தெறித்தபின் தோற்றுவிக்கும் விம்பத்தை கண்ணொன்று எவ்வாறு பார்க்கிறது என்பதைக் காட்ட ஒரு கதிர்ப்படம் வரைக.
12. சூழ்வுகாட்டியினதும், பன்னிறவுருக்காட்டியினதும் அமைப்பையும், தொழிற்பாட்டையும் படம் வரைந்து விளக்குக.

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

1. சந்திரனைப்பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களுள் உண்மையானது எது?
  - (i) சந்திரன் சூரியனைப்போல் ஓர் ஒளிர்பொருள்.
  - (ii) சந்திரன் கண்ணாடிக் குற்றியைப்போல் ஓர் ஒளிபுகுபொருள்.
  - (iii) சந்திரன் கல்லைப்போல் ஓர் ஒளிபுகாப் பொருள்
  - (iv) சந்திரன் தேய்த்த கண்ணாடிபோல் ஓர் ஒளிகசி பொருள்
2. சூரியனின் பூரண கிரகணம்
  - (i) சந்திரனின் கருநிழல் பூமியில் விழும் இடங்களில் ஏற்படும்.
  - (ii) சந்திரனின் நிறைவணுகு நிழல் பூமியில் விழும் இடங்களில் ஏற்படும்.
  - (iii) பூமியின் நிழல் சந்திரனில் விழும் இடங்களில் ஏற்படும்.
  - (iv) சூரியன் சந்திரனால் மறைக்கப்படும் நேரங்களில் பூமியின் எல்லாப் பாகங்களிலும் ஏற்படும்.
3. ஒளிமுதலிடத்திலும் பார்க்கப் பெரிய ஓர் ஒளிபுகாப்பொருள் ஒரு வெண்திரைக்கும் ஒளி முதலிடத்திற்குமிடையிலிருப்பின், திரையில்
  - (i) கருநிழலும் அதைச் சுற்றி நிறைவணுகு நிழலும் விழும்.
  - (ii) நிறைவணுகு நிழலும் அதைச்சுற்றிக் கருநிழலும் விழும்.
  - (iii) நிறைவணுகு நிழல் மட்டும் விழும்.
  - (iv) கருநிழல் மட்டும் விழும்.

4. சந்திரகிரகணம் நிகழ்வது

- (i) கோடைகாலங்களில். (ii) பெளர்ணமி காலங்களில்.  
(iii) அமாவாசை காலங்களில். (iv) மாரிகாலங்களில்.

5. ஊசுத்தொளைக் கமரா ஒளியைப் பற்றிய பின்வரும் தன்மைகளிலொன்றை விளக்குகின்றது.

- (i) ஒளி வேகமாகச் செல்லும் என்பதை.  
(ii) ஒளி நேர்கோட்டில் செல்லும் என்பதை  
(iii) ஒளி பிரகாசம் உண்டாக்கும் என்பதை  
(iv) ஒளி சத்தியின் ஒருவித தோற்றம் என்பதை.

6. பொருள்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படுதல்

- (i) அவைகளில் படும் ஒளி தெறிப்பதனால்.  
(ii) அவைகளில் படும் ஒளி உறிஞ்சப்படுவதனால்.  
(iii) அவைகள் ஒளியைத் தம்முடு செல்லவிடுவதனால்.  
(iv) அவைகள் ஒளியைத் தடுப்பதனால்.

7. ஒரு மேசையின் மேற்பரப்பின்மேல் செங்குத்தாக ஒரு தளவாடி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேசைப் பரப்பை மருவிக்கொண்டு தளவாடிக்குச் செங்குத்தாகச் சென்று படும் ஒளிக்கதிர்

- (i) ஆடியில் பட்டு, ஒரு கோணம் உண்டாக்கித் தெறித்துச் செல்லும்  
(ii) ஆடியில் பட்டுத் தெறித்து எத்திசையிலும் செல்லும்.  
(iii) ஆடியில் பட்டுத் தெறிகோணம்  $0^\circ$  ஆக இருக்க அதே வழியே தெறித்துச் செல்லும்.  
(iv) மேற்கூறிய ஒரு முறையிலும் தெறிக்கமாட்டாது.

8. ஒரு படுகதிர், நிலைக்குத்தாகவிருக்கும் தளவாடியில் அதனோடு  $35^\circ$  கோணம் ஆக்கும்படி விழும்பொழுது அது தன் தெறிகதிருடன் உண்டாக்கும் கோணம்

- (i)  $70^\circ$  (ii)  $55^\circ$  (iii)  $35^\circ$  (iv)  $110^\circ$

9. AB என்னும் கோட்டில் ஒரு தளவாடி நிலைக்குத்தாக நிற்கும்பொழுது, ABக்குச் சாய்வாக விழும் படுகதிர் PO இன்,

தெற்கதிர்  $OQ$  ஆகும்.  $ON$  செவ்வன் ஆயின்,  $P$ டுகோணம் பின்வருவனவற்றில் எதுவாகும்?

(i)  $\angle PON$  (ii)  $\angle POA$  (iii)  $\angle AON$  (iv)  $\angle POQ$

10. மேற்கேள்வியில்  $\angle PON$ ,  $\angle POA$ ,  $\angle QON$ ,  $\angle QOB$  என்னும் கோணங்கள் சமபெறுமானம் உடையதாக இருக்கவேண்டுமாயின்,  $P$ டுகோணத்தின் பெறுமானம் பின்வருவனவற்றுள் எதுவாகும்.

(i)  $30^\circ$  (ii)  $60^\circ$  (iii)  $45^\circ$  (iv)  $22\frac{1}{2}^\circ$

11. ஒரு தளவாடியில் தோன்றும் விம்பத்தைப் பற்றிய விளக்கத்தில் சரியற்றது எது?

(i) விம்பம் மாயமானதாகும்

(ii) விம்பம் நிமிர்ந்ததாயும், பக்கநேர்மாற்றம் உடையதாயுமிருக்கும்

(iii) விம்பம் நிமிர்ந்ததாயும், ஆடியிலிருந்து பொருள் தூரமளவு தூரத்திலுமிருக்கும்

(iv) விம்பம் மாயமானதாயும், அதன் உருப்பெருக்கம் ஆடியிலிருந்து பொருளின் தூரத்தைப் பொறுத்ததாயுமிருக்கும்.

12. 'TAB' என்னும் சொல் தளஆடியில் எவ்வாறு தோன்றும்?

(i) dAT (ii) bAT (iii) pAT (iv) TAB

13. சமாந்தரமாக இருக்கும் இரண்டு ஆடிகளுக்கிடையே ஒரு மெழுகுதிரி வைக்கப்பட்டால், ஆடிகளில் தோன்றும் விம்பங்களின் எண்ணிக்கை

(i) 2 (ii) 4 (iii) எண்ணற்றது (iv) 6

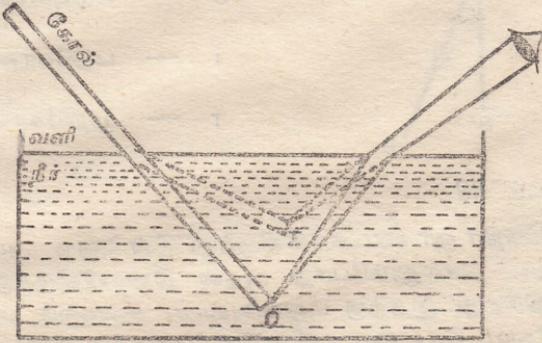
14.  $50^\circ$   $P$ டுகோணத்தில் தளவாடி ஒன்றில் படும் ஒரு கதிரின் திசை மாறுதிருக்க, ஆடி  $20^\circ$  சுழற்றப்பட்டால்  $P$ டுகதிருக்கும் தற்போதைய தெற்கதிருக்கு மிடையேயுள்ள கோணத்தின் பருமன்

(i)  $100^\circ$  (ii)  $140^\circ$  (iii)  $60^\circ$  (iv) சுழலும் திசையைப் பொறுத்து  $140^\circ$  ஆக அல்லது  $60^\circ$  ஆக இருக்கும்.

## அலகு 7

ஒளிமுறிவு, அரியம், நிறப்பிரிக்கை, நிறம்.

### ஒளிமுறிவு

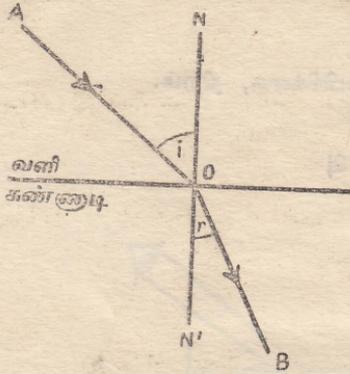


படம் 67

1. கண்ணாடிக்குற்றி யொன்றின் அடியிலுள்ள எழுத்துக்கள் குற்றியினுள் உயர்ந்து தோன்றுகின்றன.
2. நீர் நிறைந்த வாளியின் அல்லது சூளத்தின் அடித்தளம் உயர்ந்து தெரிகிறது.
3. நீரிற் சிறிது சாய்வாக ஒரு பகுதி அமிழ்ந்திருக்கும் நேரிய கோலின் அமிழ்ந்த பாகம் மட்டத்திலிருந்து முறிந்து உயர்ந்து தோன்றுகின்றது (படம் 67).

இவையும், இவற்றைப் போன்ற பல விளைவுகளும் ஓர் ஊடகத்திலிருந்து வேறொரு ஊடகத்தினுள் ஒளி செல்லும்போது, அது செல்லும் திசையின் மாற்றத்தினால் ஏற்படுகின்றன.

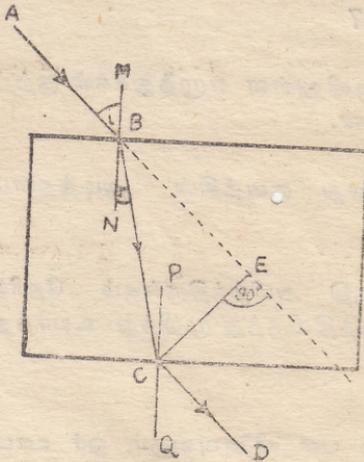
வளியிலிருந்து கண்ணாடியினுட் செல்லும் ஓர் ஒளிக்கதிரின் பாதையை, படம் 68 காட்டுகின்றது



- AO — படுகதிர்  
 OB — முறிசதிர்  
 NN<sub>1</sub> — செவ்வன்  
 O — படுபுள்ளி  
 i — படுகோணம்  
 r — முறிகோணம்

படம் 68

ஓர் ஒளிக்கதிர் ஓர் ஊடகத்திலிருந்து இன் னொரு அடர்த்திகூடிய ஊடகத்தினுட செல்லும்போது அதன் திசையிலிருந்து செவ்வனை நோக்கி முறிகிறது. இதற்கு மறுதலையாக, கண்ணாடி அல்லது நீரிலிருந்து வளியினுட செல்லும் ஒளிக்கதிர் செவ்வனை விலக்கி முறிகிறது. ஒரு கண்ணாடிக்குற்றியினுட செல்லும் ஒளியின் பாதையைத் தீர்மானித்தல்



படம் 69

பல படுகோணங்களில் படும் கற்றைகளின் திசைகளைக் குறித்தபின் குற்றியை நீக்கிக் கதிர்களின் பாதைகளைப் பூர்த்திசெய்க. இப் பரிசோதனைகள் இரு ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் பரப்பிற்குச் சாய்வாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர்

ஓர் ஒடுங்கிய பிளவினூடு வரும் ஒளிக்கற்றை யொன்றை ஒரு தாளின்மீது வைக்கப்பட்ட செவ்வகக் கண்ணாடிக்குற்றி அல்லது கண்ணாடி நீர்த்தொட்டி யொன்றின் ஒரு பக்கத்துக்குச் செங்குத்தாகச் செல்லவிடுக. படுகதிர், மறுபக்கத்தில் வெளிப்படுகதிர் ஆகியவற்றின் திசைகளைக் குறித்துக்கொள்க. அக்கற்றையைப் படுதளத்துக்குச் சிறிது சாய்வாக அதே புள்ளியில் படும்படி செலுத்தி, அதன் திசையையும் வெளிப்படுகதிரின் திசையையும் தாளில் குறித்துக்கொள்க (படம் 69). இவ்வாறு

1. (a) ஐதான ஊடகத்திலிருந்து அடர்ந்ததற்குட் செல்லும்போது செவ்வனை நோக்கியும்
- (b) அடர்ந்ததிலிருந்து ஐதானதற்குள் வெளிப்படும்போது செவ்வனை விலக்கியும் முறியும் என்பதையும்
2. செங்குத்தாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர் முறியாது செல்லும் என்பதையும் காட்டுகின்றன.

**ஒளிமுறிவு விதிகள்**

ஒளிமுறிவு இரு விதிகளுக்கமைய நடைபெறுகின்றது.

1. படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வனின் எதிர்ப்புறங்களில் அமையும் படுகதிர், முறிகதிர் ஆகியவை அச்செவ்வனோடு ஒரே தளத்திலிருக்கும்.
2. ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றோர் ஊடகத்துக்கு ஒளிசெல்லும் போது படுகோணத்தின் சைனுக்கும், முறிகோணத்தின் சைனுக்குமுள்ள விகிதம் ஒரு மாறிலியாகும். (இது சினேவின் விதியென்றும் சொல்லப்படும்.)

படுகோணத்தை  $i$  எனவும், முறிகோணத்தை  $r$  எனவும் கொண்டால்,

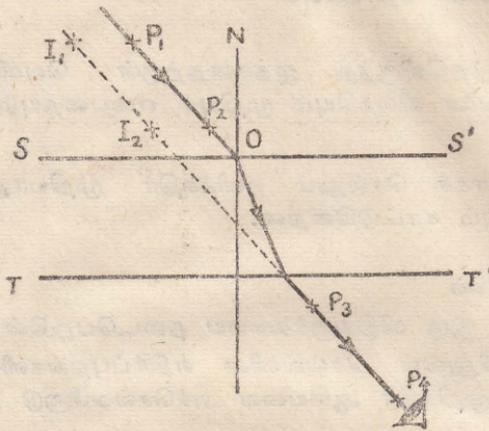
$$\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \text{ஒரு மாறிலி (ஒருமை)}$$

இம்மாறிலி முதலாம் ஊடகத்திற்குச் சார்பாக இரண்டாம் ஊடகத்தின் முறிவுக்குணகம் எனப்படும். இதனை  ${}_1\mu_2$  எனக் குறித்தால்

$${}_1\mu_2 = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

தொடக்கத்தில் ஒளி செல்லும் ஊடகம் வெற்றிடமாயின் இம்மாறிலி இரண்டாவது ஊடகத்தின் தனி முறிவுக்குணகம் எனப்படும். ஒளி வளியிலிருந்து கண்ணாடிக்குச் செல்லும்போது முறிவுக்குணகத்தை  ${}_a\mu_g$  எனக் குறிக்கலாம்.

முறிவு விதிகளை வாய்ப்புப் பார்த்தல்



படம் 70

தாளொன்றில்  $SS'$  எனும் ஒரு கோட்டை வரைந்து, அதன் மீதுள்ள  $O$  எனும் ஒரு புள்ளியில் ஒரு செங்குத்து  $ON$  ஐ வரைக (படம் 70). இச் செங்குத்துக்குச் சாய்வாக பல கோணங்களில்  $OA$ ,  $OB$ ,  $OC$ ,  $OD$  எனும் கோடுகளை வரைக. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிக் குற்றியின் ஒரு பக்கத்தை  $SS'$  உடன் பொருந்தவைத்து, அதன் புறவுருவை வரைக. படுகதிர்களைக் குறிக்கும்  $AO$ ,  $BO$ ,  $CO$ ,  $DO$  என்னும் கோடுகளிலொன்றில் இரு குண்டுகள்  $P_1$ ,  $P_2$  ஐக் கூடியளவு இடைத்தூரம் விட்டுக் குத்தி நிறுத்துக. கண்ணாடிக் குற்றியினூடு இவ்வூசிகளைப் பார்த்தவண்ணம் இவற்றோடு ஒரு நேர்கோட்டில் இருக்கத்தக்கதாக மேலும் இருஊசிகள்  $P_3$ ,  $P_4$  ஐ மறுபக்கத்தில் நிறுத்துக.  $P_4$ ,  $P_3$  ஐ இணைக்கும் கோடு வெளிப்படு கதிரின் திசையைக் காட்டும். இவ்வாறு மற்றப் படுகதிர்களுக்கும் உரிய வெளிப்படு கதிர்ளின் திசைகளைக் குறித்துக்கொள்க.

இதன்பின் குற்றியை அகற்றி வெளிப்படுகதிர்களை வரைக. இவற்றின் வெளிப்படு புள்ளிகளை படுபுள்ளி  $O$  வினோடு இணைக்கும் கோடுகள் முறிகதிர்களின் திசைகளைக் காட்டும். இவைகளின் படு கோணங்களையும், முறிகோணங்களையும் அளந்து பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தி, ஒவ்வொரு கதிருக்கும்  $\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் விகிதத்தைக் கணிக்க. இரண்டாம் விதிக்கமைய இவ்விகிதங்கள் மாறிலியாயிருத்தலைப் பெறுபேறுகளிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம்.

படுகதிர், வெளிப்படுகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் ஆகிய மூன்றும் ஒரேதாளில் அமைகின்றன. இது படுகதிர், முறிகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் ஆகியவை ஒரு தளத்தில் அமையும் என்பதைக் காட்டுகின்றது.

i	r	சைன் i	சைன் r	சைன் i சைன் r

$\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் விகிதத்தின் பெறுமானமே வளிக்குச் சார்

பாகக் கண்ணாடியின் முறிவுக்குணகம்  $\mu_g$  ஆகும். இவ்வாறே வெளிப்படு கதிர்கள் வெளிவரும் புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றிலும் செவ்வனை வரைந்து, ஒவ்வொரு கதிருக்கும் படுகோணம், வெளிப்படுகோணம் ஆகியவற்றை அளந்து அட்டவணைப்படுத்தி, கண்ணாடிக்குச் சார்பாக வளியின் முறிவுக்குணகம்  $\mu_a$  ஐக் கணிக்க. இது  $\mu_g$  க்கு நிகர் மாற்றாகவிருப்பதைக் காணலாம்.

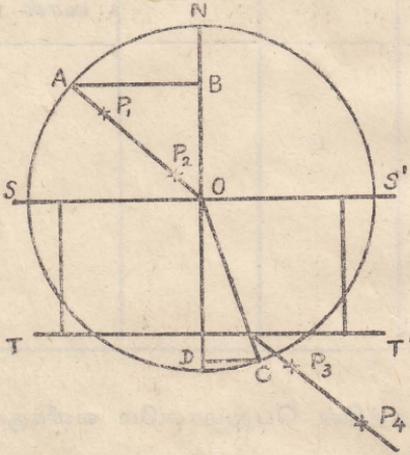
$$\text{அதாவது } \mu_g = \frac{1}{\mu_a}$$

இதுபோன்ற செவ்வகக் குற்றிகளில் எதிர்ப்புறத்தில் வெளிப்படும் கதிர் பக்கப்பெயர்ச்சி யடைந்து படுகதிருக்குச் சமாந்தரமாக வெளிப்படும்

முறிவுக்குணகத்தை அமைப்புமுறையால் துணிதல்

படுகோணம், முறிகோணம் ஆகியவற்றை அளந்து அவற்றின் சைன்களை அட்டவணைகளிற் பார்த்து  $\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் விகிதத்தைக் கணிப்பதற்குப் பதிலாக "சினெல்" அவர்களே உபயோகித்த பின்வரும் முறையையும் கையாளலாம்.

மேற்கண்ட பரிசோதனையிற் பெற்ற படத்தில் O ஐ மையமாகக்கொண்டு வசதியான ஒரு பெரியவட்டம் வரைக. படுகதிரையும், முறிகதிரையும் (வெளிப்படுகதிரையல்ல) முறையே வட்டத்தை A, C என்னும் புள்ளிகளில் வெட்டும்வரை நீட்டுக (படம் 71). செவ்வன் ON க்குச் செங்குத்தாக ABயையும், CDயையும் வரைக. ஒரு கதிரின் பாதையை மட்டும் காட்டும் இப்படத்தில்,



AB	CD	$\frac{AB}{CD}$

படம் 71

$$\text{சைன் } i = \frac{AB}{AO}; \quad \text{சைன் } r = \frac{CD}{CO}$$

$$\therefore \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{\frac{AB}{AO}}{\frac{CD}{CO}} = \frac{AB}{AO} \times \frac{CO}{CD}$$

ஆனால்  $AO = CO$  (ஆரைகள்)

$$\therefore \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{AB}{CD}$$

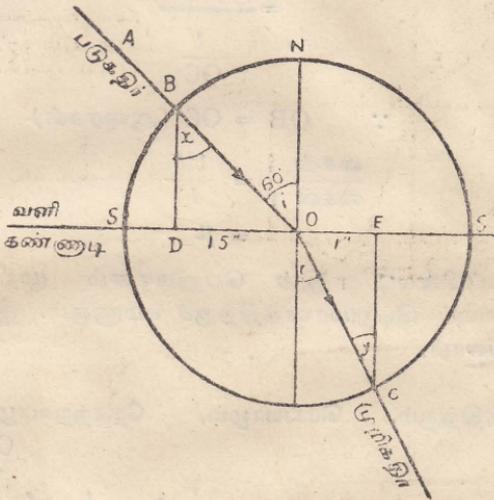
ஒவ்வொரு கதிருக்கும் AB, CDஐ அளந்து அட்டவணைப்படுத்துக.

$\frac{AB}{CD}$  என்ற விகிதத்தின் பெறுமானம் சினேலின் விதிப்படி ஒரு மாறிலியாயிருப்பதைக் காணலாம்.

முறிகதிரின் பாதையைக் கேத்திரகணித அமைப்பால் துணிதல்

மேலே சொல்லப்பட்ட அமைப்பு முறையானது படுகோணமும் முறிவுக்குணகமும் தரப்பட்டிருப்பின், கண்ணாடி ஒன்றினூடு செல்லும் ஒளிக்கதிரின் பாதையைத் துணியும் ஒரு வழியைக் காட்டுவதாய் அமைந்துள்ளது.

உதாரணம்:- 1.5 முறிவுக்குணகமுடைய கண்ணாடிக்குற்றி யொன்றில்  $60^\circ$  படுகோணத்தையாக்கும் ஒரு கதிரின் முறிக்கோணத்தின் அளவைக் கேத்திரகணித அமைப்பால் துணிக.



படம் 72

வளியையும் கண்ணாடியையும் பிரிக்கும் பரப்பு  $SS^1$  இல் O என்னும் புள்ளியில் செவ்வன் ONஐ வரைந்து, அதனுடன்  $60^\circ$  யை ஆக்கும் AO வையும் வரைக (படம் 72). OSஇல் முறிவுக்குணகத்துக்கு எண்ணளவிற் சமமான வசதியான நீள் அலகில் OD ஐக் குறிக்க ( $OD = 1.5''$ ). D இல் ஒரு செங்குத்து வரைந்து, அது AOவை Bஇல் வெட்டும்வரை நீட்டுக. Oஐ மையமாகவும், OB ஐ ஆரையாகவும் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைக.  $OS^1$  இல்  $1''$ க்குச் சமமாக OE ஐ குறிக்க. E இனூடு  $SS^1$  க்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்து, அது வட்டத்தை C இல் வெட்டும்வரை நீட்டுக. OC முறிக்கதிரின் பாதையைக் குறிக்கிறது. முறிக்கோணம் r ஐ அளந்தறியலாம்.

நிறுவல்: அமைப்பின்படி  $ON \parallel DB \parallel FC$ .

எனவே  $i = x$  (ஒன்றுவிட்ட கோணங்கள்)

$r = y$  (ஒன்றுவிட்ட கோணங்கள்)

$$\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{\text{சைன் } x}{\text{சைன் } y} = \frac{\frac{OD}{OB}}{\frac{OE}{OC}}$$

$$= \frac{1 \cdot 5}{OB}$$

$$= \frac{1}{OC}$$

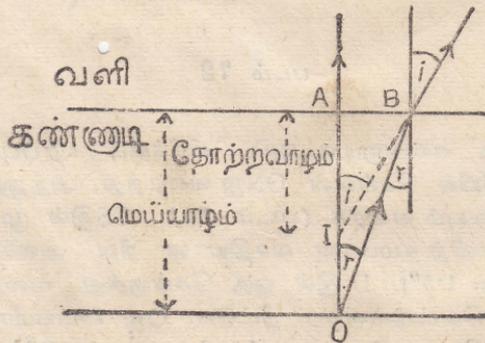
$\therefore OB = OC$  (ஆரைகள்)

$$\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{1 \cdot 5}{1}$$

$$= \mu$$

$\therefore$  அமைப்பின்படி  $r$  இன் பெறுமானம் முறிகோணத்தின் உண்மைப் பெறுமானத்திற்குச் சமமாகும். இதனை அளந்து அறியலாம்.

முறிவுக்குணகத்திற்கும், மெய்யாழம், தோற்றவாழத்திற்குமுள்ள தொடர்பு C



படம் 73

ஒரு கண்ணாடிக் குற்றியின் அடியிலுள்ள புள்ளி O இல் இருந்து வளியினுட் செங்குத்தாகவரும் கதிர் OA ஐயும் அதற்குச் சிறிது சாய்ந்து வந்து முறிவடையும் கதிர் OBC ஐயும் படம் 73 காட்டு

கிறது. வெளிப்படுகதிர் BC முறிவதால் குற்றியினடியில் உள்ள புள்ளி O, I இலிருப்பதுபோல் தோற்றுகிறது. இதனால் AI அதன் தோற்ற ஆழம் ஆகும்.

கண்ணாடியின் முறிவுக்குணகம்

$${}^a\mu_g = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$i = \angle AIB \quad (\text{ஒத்த கோணம்})$$

$$r = \angle AOB \quad (\text{ஒன்றுவிட்டகோணம்})$$

$${}^a\mu_g = \frac{\text{சைன் } \angle AIB}{\text{சைன் } \angle AOB}$$

$$= \frac{AB}{BI}$$

$$= \frac{AB}{BO}$$

$$= \frac{BO}{BI}$$

B, Aக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும்பொழுது

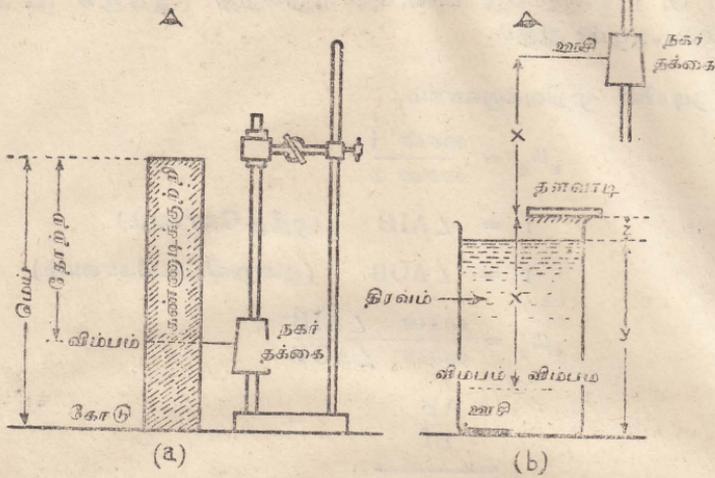
$$BI = AI, \quad BO = AO \quad (\text{அண்ணளவாக})$$

$$\therefore {}^a\mu_g = \frac{AO}{AI} = \frac{\text{மெய்யாழம்}}{\text{தோற்றவாழம்}}$$

மெய்யாழம், தோற்றவாழம் முறையால் முறிவுக்குணகத்தைத் தீர்மானித்தல்

(a) கண்ணாடி

ஒரு தாளிலுள்ள கோடொன்றின்மீது கண்ணாடிக்குற்றியொன்றைச் செங்குத்தாக நிறுத்துக (படம் 74 a). இதனருகே மேலும் கீழும் நகர்த்தக்கதாக அமைக்கப்பட்ட தக்கை ஒன்றிற் குத்திய ஊசியை, செங்குத்தாக நோக்கும்பொழுது கண்ணாடியில் தெரியும் கோட்டின் விம்பத்தினோடு (இடமாறுதோற்ற வழுவின்றி) ஒன்றும் வரை நகர்த்துக. தோற்றவாழம், மெய்யாழம் ஆகியவற்றைப் படம் 74a இற் காட்டியவாறு அளந்து முறிவுக்குணகத்தைக் கணிக்க.



படம் 74

(b) நீர் அல்லது வேறு திரவம்

இதே முறையில் கண்ணாடிக்குப் பதிலாக ஒரு திரவத்தை முகவையில் வைத்து முறிவுக்குணகத்தைக் காணலாம். எனினும் இடமாறு தோற்றவழுவின்றி தோற்றவாழத்தை அறியப் படம் 74b இல் காட்டியிருக்கும் ஒரு முறையையும் கையாளலாம். முகவையின் விளிம்பில் ஒரு தளவாடித்துண்டை வைத்து அதற்குமேல் தக்கையில் குத்திய ஊசியை நகர்த்தத்தக்கதாக ஒரு தாங்கியில் பொருத்துக. ஊசியை நகர்த்தி ஆடியில் தெரியும் இவ்வூசியின் விம்பம், முகவையினடியில் இடப்பட்டிருக்கும் ஊசியின் விம்பத்தோடு இடமாறு தோற்றவழுவின்றி ஒன்றச்செய்க.

$$\mu = \frac{\text{மெய்யாழம்}}{\text{தோற்றவாழம்}} = \frac{y}{x-z} \quad \text{என்பதைப் படம் 74 b}$$

தெளிவுபடுத்துகின்றது. திரவ ஆழத்தைப் பலமுறை மாற்றி, முறிவுக்குணகத்தை இவ்வாறு அறியலாம்.

திரவங்களைப்போல் வாயுக்களும் ஒளியை முறிவடையச்செய்கின்றன. இவை சிறிய முறிவுக்குணகங்களைவாயுடையவை. வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் இவற்றின் அடர்த்தி மாற, முறிவுக்குணகமும் சிறிதளவு மாற்றமடைகிறது.

உத்திக்கணக்குகள்

1. நீரில் 6 அடி ஆழத்திலுள்ள ஒரு மீன் என்ன ஆழத்தில் இருப்பதுபோல் தோற்றமும்? (நீரின்  $\mu = \frac{4}{3}$ )

$$\mu = \frac{\text{மெய்யாழம்}}{\text{தோற்றவாழம்}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{6}{x} \quad (x = \text{தோற்றவாழம்})$$

$$x = \frac{6 \times 3}{4} = \frac{9}{2}$$

$\therefore$  தோற்றவாழம் =  $4\frac{1}{2}$  அடி.

2. 30 சமீ. ஓரமுடைய கண்ணாடிக் கனக்குற்றியொன்றினுள் ஒரு வளிக்குமிழ் இருக்கின்றது. ஒரு பக்கத்தினூடு நோக்கியபோது அதன் தோற்றவாழம் 12 சமீ. ஆகவும், எதிர்ப்பக்கத்தினூடு நோக்கியபோது அதன் தோற்றவாழம் 8 சமீ. ஆகவும் காணப்பட்டது. முதற் பக்கத்திலிருந்து அதன் உண்மையான ஆழம் என்ன? குற்றியின் முறிவுக்குணகம் என்ன?

முதற் பக்கத்திலிருந்து மெய்யாழம்  $x$  சமீ. ஆயின்

$$\frac{\text{மெய்யாழம்}}{\text{தோற்றவாழம்}} = \frac{x}{12} = \mu$$

எதிர்ப்பக்கத்திலிருந்து மெய்யாழம் =  $30 - x$

$$\therefore \frac{30 - x}{8} = \mu$$

$$\therefore \frac{30 - x}{8} = \frac{x}{12}$$

$$360 - 12x = 8x$$

$$\therefore 20x = 360$$

$$x = 18$$

$\therefore$  மெய்யாழம் = 18 சமீ.

$$\mu = \frac{18}{12} = 1.5$$

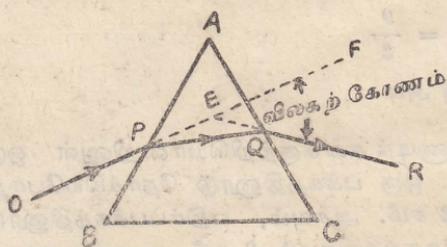
$\therefore$  குற்றியின் முறிவுக்குணகம் = 1.5

அரியம்

எல்லா விதத்திலும் ஒரேமாதிரியான சம அளவு கொண்ட இரு பஸ்கோணிகளை அந்தங்களாகவும் மற்றைய பக்கங்கள் இணை கரங்களாகவும் அமைந்துள்ள குற்றி அரியம் எனப்படும்.

முக்கோணக் கண்ணாடி அரியம் ஒருங்கிசைவான முக்கோண அந்தங்களையும், துலக்கிய ஒப்பமான மூன்று செவ்வகப் பக்கங்களையுமுடைய ஒரு கண்ணாடிக் குற்றியாகும்.

ஒரு முக்கோணக் கண்ணாடி அரியம் ABCஐ ஒரு தாளில் நிறுத்தி அதன் புறவுருவை வரைக (படம் 75). ஓர் ஒடுங்கிய ஒளிக்கதிர்



படம் 75

படுகதிர் QR ஆகியவற்றின் திசைகளைக் குறித்துக் கொள்க. அரியத்தை நீக்கி PR ஐ இணைக்க. OPQR ஒளியின் பாதையாகும். P இல் ஒளி உட்புகும்போது செவ்வளை நோக்கிக் கீழ்நோக்கி முறிகிறது. Q இல் வெளிப்படும்போது அதிலுள்ள செவ்வளை விலக்கிக் கீழ்நோக்கி முறிகிறது. ஓர் ஒளிக்கதிர் அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்திலிருக்குமோர் அரியத்தினூடு சென்று வெளிப்படும்போது, அதன் அடித்தளத்தை நோக்கி முறிகிறது. OP, QR ஆகியவற்றை நீட்டி E இல் சந்திக்கச் செய்க. ஒளிக்கதிரானது  $\angle FER$  இனூடு விலகியிருக்கின்றது. படுகதிருக்கும் வெளிப்படுகதிருக்குமிடையிலுள்ள  $\angle FER$  விலகற்கோணம் எனப்படும்.

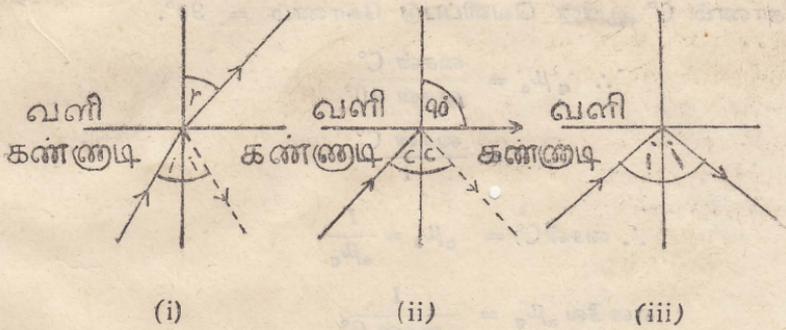
படுகதிரின் திசையை மாற்றாது அரியத்தை P எனும் புள்ளி பற்றித் திருப்பினால் விலகற்கோணம் மாறும். P இலுள்ள படுகோணம் படிப்படியாகக் குறைய வெளிப்படுகதிர் QR, OF ஐ நோக்கிச் செல்லும். ஆனால் மேலும் படுகோணம் குறைக்கப்படின் வெளிப்படுகதிர் QR, OF இலிருந்து விலகிச் செல்லும். எத்திசையில் திருப்பினாலும் வெளிப்படுகதிர் OF இலிருந்து விலகிச் செல்லத்தக்கதாக அமையும் இந்நிலையில் அரியம் இருக்கும்போது அது இழிவு விலகல் நிலையில் இருக்கின்றதெனலாம். இந்நிலையில் விலகற்கோணம் அதிகுறைந்த பருமனையுடையதாயிருப்பதால், இக்கோணம் இழிவு விலகற்கோணம் எனப்படும்.

இழிவுவிலகல் நிலையிலிருக்கும்போது, படுகோணமும் வெளிப்படுகோணமும் சமமாகவிருப்பதோடு அரியம் இரு சமபக்கமுடையதாயின், கதிர் அரியத்தினூடு சமச்சீராய்ச் செல்லும்.

விலகற்கோணத்தைத் துணிதல் (ஊசிமுறை)

அரியமொன்றைத் தாளில் நிறுத்தி அதன் புறவுருவை வரைக. O, P எனும் இரு குண்டுசிகளைத் தாளில், குத்தி நிறுத்திப் படுகதிரைக் குறிக்க. அரியத்தினூடு மறுபக்கத்தில் நின்று பார்த்து. அவற்றின் விம்பங்களோடு ஒரு நேர்கோட்டில் நிற்கத்தக்கதாக Q, R எனும் ஊசிசிகளை நிறுத்துக. OP, QR ஆகியவற்றை இணைத்து, அரியம் வரை நீட்டி, படுகதிர், வெளிப்படுகதிர் ஆகியவற்றையும் அவை அரியத்தில் படும் புள்ளி, வெளிப்படும் புள்ளி ஆகியவற்றையும் துணிக. இப்புள்ளிகளை இணைத்து அரியத்தினூடு கதிர் செல்லும் பாதையைத் துணியலாம். படுகதிர், வெளிப்படுகதிர் ஆகியவற்றை நீட்டி விலகற்கோணத்தை அளந்தறியலாம்.

முழுவுட்டெறிப்பும், அவதிக் கோணமும்



படம் 76

(i) முறிவும் முழுவுட்டெறிப்பும் (ii) அவதிகை உட்டெறிப்பு (iii) முழுவுட்டெறிப்பு

$$i < C$$

$$i = C$$

$$i > C$$

ஒளிக்கதிர் கண்ணாடிக் குற்றியிலிருந்து வளிக்கு வெளிப்படும் போது அதில் பெரும்பாகம் முறிந்து வெளிப்படுகிறது. ஒரு சிறுபகுதி தெறிக்கின்றது (படம் 76 i). படுகோணம் படிப்படியாகக் கூட்டப்படின், முறிகோணமும் படிப்படியாக  $90^\circ$  ஆகும்வரை

கூடுகின்றது (படம் 76 ii). படுகோணத்தை மேலும் கூட்டினால் ஒளிக் கற்றை வளியினுள் முறிவடையாது, முற்றாகக் கண்ணாடியுள் தெறிப் பதைக் காணலாம். (படம் 76 iii) இதுமுழுவுட்டெறிப்பு எனப்படும்.

### அவதிக் கோணம்

ஓர் ஒளிக்கதிர் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஓர் ஊட கத்தினுட் செல்லும்போது, அதன் முறிக்கோணம்  $90^\circ$  ஆகும் போதுள்ள படுகோணம், அச்சோடி ஊடகங்களுக்குரிய அவதிக் கோணம் எனப்படும்.

முழுவுட்டெறிப்புக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்

- (1) ஒளிக்கதிர் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்துக்குச் செல்வதாயும்,
- (2) அதன் படுகோணம் அச்சோடி ஊடகங்களுக்குரிய அவதிக் கோணத்திலும் பார்க்கக் கூடியதாயும் இருக்கும்போதே முழு வுட்டெறிப்பு நிகழும்.

முறிவுக்குணகத்துக்கும் அவதிக் கோணத்துக்குமுள்ள தொடர்பு.

கண்ணாடியிலிருந்து வளிக்கு ஒளி செல்லும்போது, அவதிக் கோணம்  $C^\circ$  ஆயின் வெளிப்படு கோணம்  $= 90^\circ$ .

$$\begin{aligned} \therefore \mu_a &= \frac{\text{சைன் } C^\circ}{\text{சைன் } 90^\circ} \\ &= \frac{\text{சைன் } C^\circ}{1} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{சைன் } C^\circ = \mu_a = \frac{1}{\mu_g}$$

$$\text{எனவே } \mu_g = \frac{1}{\text{சைன் } C^\circ}$$

உதாரணம்:-

1. கண்ணாடியின் முறிவுக் குணகம்  $\mu_g = 1.5$  ஆயின், அதன் அவதிக் கோணம் என்ன?

$$\text{சைன் } C = \frac{1}{1.5} = 0.666$$

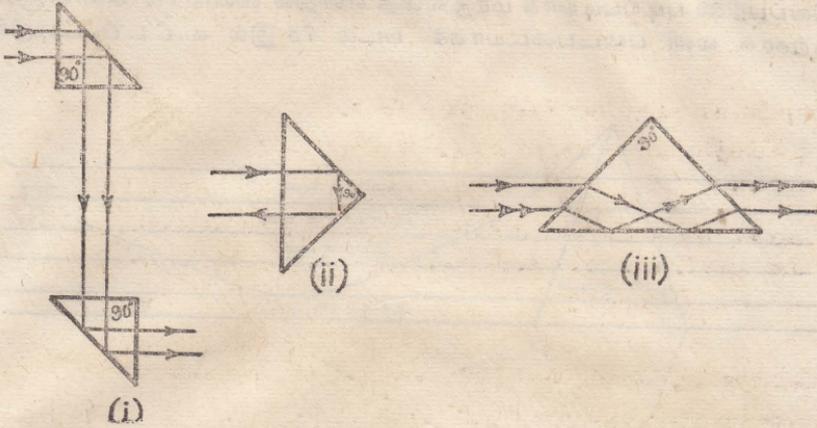
$$\therefore C = 42^\circ$$

இதன்படி கண்ணாடியின் அவதிக் கோணம் அண்ணளவாக  $42^\circ$  ஆகும்.

2. நீரின் அவதிக் கோணம்  $C = 49^\circ$ , அதன் முறிவுக் குணகம்  $\mu_w$  ஐக் கணிக்க.

$$\mu_w = \frac{1}{\text{சைன் } C} = \frac{1}{\text{சைன் } 49} = \frac{1}{0.755} = 1.33$$

அரியங்களில் முழுவட்டெறிப்பு



படம் 77

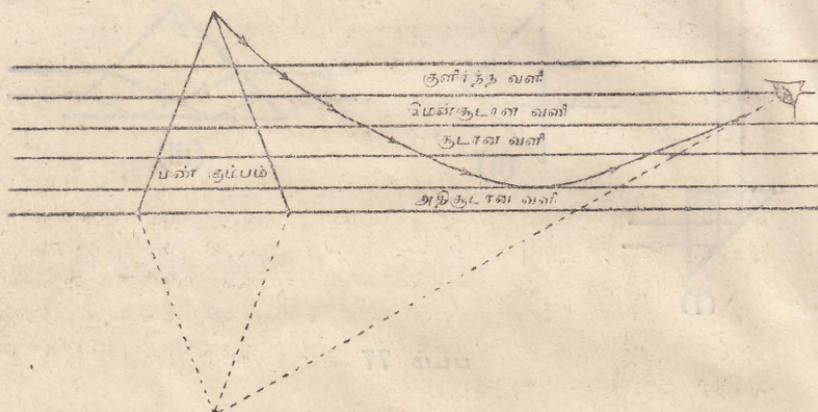
படம் 77 (i) ஒரு சூழ்வுகாட்டியின் அமைப்பையும் தொழிற் பாட்டையும் காட்டுகிறது. மேல் உள்ள சம்பக்கச் செங்கோண அரியத்தின் முகத்தில் செங்குத்தாகப் படும் கதிர் முறிவடையாது உட்சென்று அதன் செம்பக்கத்தில் படுகின்றது. இப் பக்கத்தில் படும்போது படுகோணம்  $45^\circ$  ஆகும். கண்ணாடியின் அவதிக் கோணம்  $42^\circ$ . எனவே செம்பக்கத்தில் படும் கதிர் முற்றாகத் தெறித்து முந்திய திசைக்குச் செங்குத்தாக வெளியே வருகிறது. இக் கதிர்கள் இரண்டாவது அரியத்திலும் இவ்வாறே தெறித்து நோக்குபவரின் கண்களை அடைகின்றன. மேலுள்ள அரியம், மேலும் கீழும் உயர்த்திப் பதிக்கத்தக்கதாகக் குழாய்களில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றது. இச் சூழ்வுகாட்டி தளவாடிகளால் அமைக்கப்படும் சூழ்வுகாட்டியிலும் சிறந்ததாகும். நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களில் இதுபோன்ற சூழ்வுகாட்டிகளே அமைக்கப்படுகின்றன.

ஒளிக்கற்றையின் பாதையை முற்றாக  $180^\circ$  யினூடு திருப்புவதற்கு அரியத்தை படம் 77 (ii) இல் காட்டியதுபோல் நிறுத்த வேண்டும்.

ஒரு விம்பத்தை நிமிர்த்துவதற்கு அரியத்தை படம் 77 (iii) இல் காட்டியதுபோல் ஒழுங்கு செய்தல்வேண்டும்.

கானலீர்

பாலை வனங்களில் தரை மிகச் சூடாயிருக்கும்போது, அதன் அண்மையிலுள்ள வளிப்படை மிகச்சூடாகுவதனால், மேலுள்ள வளிப் படைகளிலும் பார்க்க அடர்த்தி குறைந்ததாகிறது. வெப்பநிலை படிப்படியாக மாறுவதை எளிதில் விளங்கிக் கொள்ளுவதற்காக வளி படைபடையாகக் படம் 78 இல் காட்டப்பட்டிருக்



படம் 78

கிறது. ஒரு மண்கும்பத்தினுச்சியிலிருந்து வளிப்படைகளினூடே வரும் ஒளிக்கதிர் படிப்படியாக அடியிலுள்ள அதிகூடான வளிப் படையை அடையும்வரை முறிந்து வளைகிறது (படம் 78). அடிப் படையைக் கதிர் அடையும்போது படுகோணம் அவதிக்கோணத்திலும் பெரிதாகி விடுவதால் முழுவுட்டெறிப்பு ஏற்பட்டு மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. இக்கதிரை அவதானிக்கும் ஒருவர் மண்கும்பம் தலைகீழாகத் தோற்றுவதைக் காண்பார். இது அவருக்கு ஒரு நீர்நிலையில் தோன்றும் விம்பம்போல் காட்சியளிக்கிறது. இத் தோற்றம் கானலீர் எனப்படும்.

முழுவுட்டெறிப்பின் சில விளைவுகள்

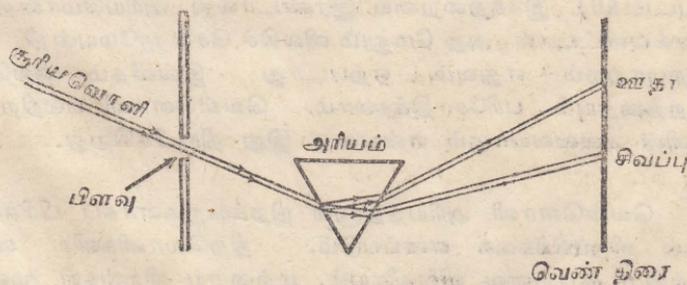
அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்தினுட் செல்லும் வாய்ப்பு ஏற்படும் இடங்களிலெல்லாம் வெள்ளித் தட்டில் தெறிப்பதைப்போல் ஒளி முழுவுட்டெறிப்படைவதைக் காணலாம்.

உதாரணமாக

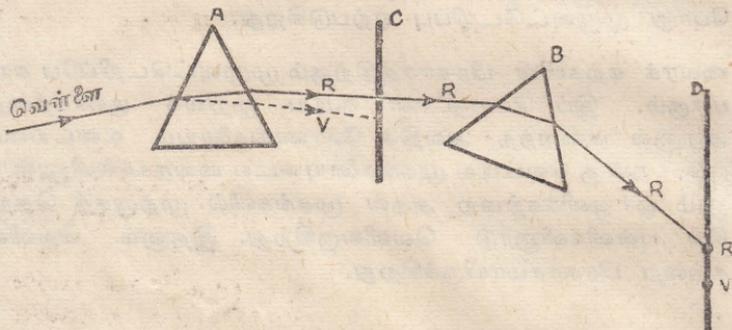
1. நீரில் சாய்வாக அமிழ்த்திருக்கும் வெற்றுப் பரிசோதனைக் குழாய் வெள்ளிபோல் தோற்றுகிறது.
2. நீரிலுள்ள வளிக்குமிழியும் வெள்ளிக் குமிழிபோல் தோன்றும்.
3. கீழ்நின்று நோக்கினால் ஒரு முகவையிலுள்ள நீரின் மேல் மட்டம் வெள்ளிபோல் தோன்றும்.
4. மண்ணெண்ணெய்ச் சுடர்ப் புகை பிடிக்கப்பட்ட ஓர் உலோகக் குண்டை அல்லது முட்டையை நீரிலுள் வைத்தால் அது வெள்ளிபோல் துலங்கும். பொருளின் மேற்பரப்பில் புகையின் நுண்ணிய இடைவெளிகளிலுள்ள மெல்லிய வளிப்படலம், நீரை மேற்பரப்பில் முட்டாதிருக்கச் செய்கிறது. நீரிலூடு செல்லும் ஒளி இம் மெல்லிய வளிப்படலத்தினூடே செல்லும் போது முழுவட்டெறிப்பு ஏற்படுகிறது.
5. வைரக் கற்களின் பிரகாசத்திற்கும் முழுவட்டெறிப்பே காரணமாகும். இப் பொருட்கள் கூடிய முறிவுக் குணகத்தையும் அதனால் குறைந்த அவதிக் கோணங்களையும் உடையவையாகும். நன்கு வெட்டிய முகங்களையுடைய வைரக்கல்லினுள் செல்லும் ஓர் ஒளிக்கற்றை அதன் முகங்களில் முற்றுகத் தெறித்து சில புள்ளிகளினூடு வெளிவருகிறது. இதனால் வெளிவரும் கற்றை பிரகாசமாயிருக்கிறது.

நிறப்பிரிக்கையும் திருசீயமும்

சேர் ஐசாக் நியூற்றன் சூரியவொளி ஏழுநிறங்களைக்கொண்டதென, நாம் இன்றும் செய்துபார்க்கக்கூடிய சிலஎளிய பரிசோதனைகள் வாயிலாக நிறுவினார். அவர் செய்த பரிசோதனைகளில் சில பின்வருமாறு:



1. ஓர் ஒடுங்கிய பிளவிலூடு வரும் சூரியவொளிக்கற்றையை முக்கோணக் கண்ணாடி அரியமொன்றிலூடு செல்லவிடுக. அரியத்தினூட் சென்ற கற்றை விரிந்து வெளிப்படும்போது வானவில்லிற் தோன்றும் நிறப்பட்டைகளைப் பின்வரும் ஒழுங்கில் உடையதாயிருப்பதைக் காணலாம். சிவப்பு, செம்மஞ்சள், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா. இவ்விதம் அமையும் நிறப்பட்டைகளின் தொகுப்புக் காட்சி திருசியம் எனப்படும் (படம் 79).
2. மேற்கூறிய பரிசோதனையில், அரியம் ஒளிக்கு நிறத்தைக் கொடுத்ததா அல்லது வெள்ளொளியிலுள்ள நிறங்களைப் பிரித்ததா என்பதைப் பின்வருமாறு பரிசோதிக்கலாம்.

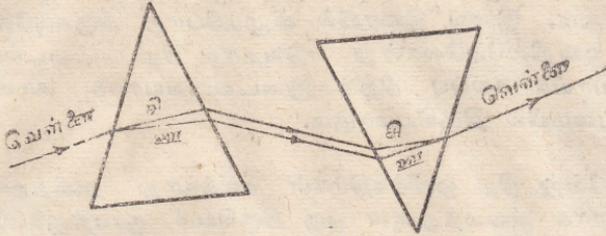


படம் 80

திருசியம் படும் திரையில் ஓர் ஒடுங்கிய பிளவை உண்டாக்கி அதனூடு ஒருநிற ஒளியை மட்டும் செல்லவிடுக. (படம் 80). இக்கற்றையை இரண்டாவது அரியமொன்றிலூடு செல்லவிட்டால் அது மேலும் விலகிச் செல்லுமேயன்றி, அதில் நிறமாற்றம் எதுவும் ஏற்படாது இவ்விதம் ஒவ்வொரு நிறத்தையும் பரிசோதிக்கலாம். வெள்ளொளி பலநிற ஒளிகளின் கலவையாகும் என்பதை இது நிரூபிக்கிறது.

வெள்ளொளி அரியத்தினால் நிறக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுதல் நிறப்பிரிக்கை எனப்படும். நிறவொளிகளில் ஊதாக்கற்றை கூடியளவு விலகலையும், மற்றைய நிறங்கள் முறையே படிப்படியாகக் குறைந்த விலகல்களையும், செவ்வொளி மிகக் குறைந்த விலகலையும் அடைகின்றது.

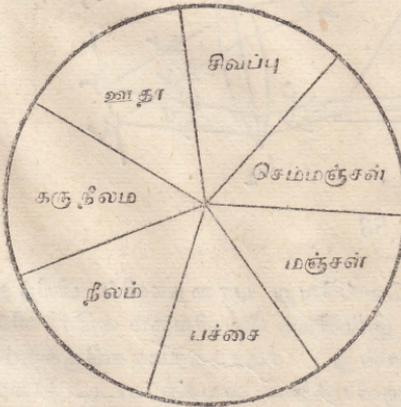
3. திருசிய நிறங்களை ஒன்றுக்குதல்



படம் 81

ஓர் அரியத்தினால் நிறக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட வெள்ளொளி யானது அதேபோன்ற, ஆனால் நேர்மாறான நிலையில் (படம் 81) வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டாவது அரியமொன்றினூடு செலுத்தப் பட்டால், நிறக்கற்றைகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து வெள்ளொளி யாக வெளிப்படும்.

4. நியூற்றனின் நிறத்தட்டு



படம் 82

ஒரு வட்டவடிவமான காகி தத் தட்டொன்றைப்பலஆரைச் சிறைகளாகப் படம் 82 இல் காட்டியதுபோல் பிரிக்க. திரு சியத்திலுள்ள நிறங்களை ஏறத் தாழ் அதிற் காணப்படும் நிற விகிதத்தில், வெவ்வேறாக இவ் வாரைச் சிறைகளுள் நிறந்தீட்டுக. இக்காகித மட்டையின் மையத்தை அச்சாகக்கொண்டு, இதை விரைவாகச் சுழற்றினால் நிறங்கள் சேர்ந்து ஏறத்தாழ வெள்ளையாகக் காணப்படும்.

பிரிந்த நிறங்கள் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்படும்போது வெள்ளையாக மாறுவதைக் காட்டும் மேற்கண்ட பரிசோதனைகளைக் கொண்டு நியூற்றன் "வெள்ளொளி ஏழு நிறங்களைக் கொண்டது" என்ற தமது கொள்கையை உறுதிப்படுத்தினார்.

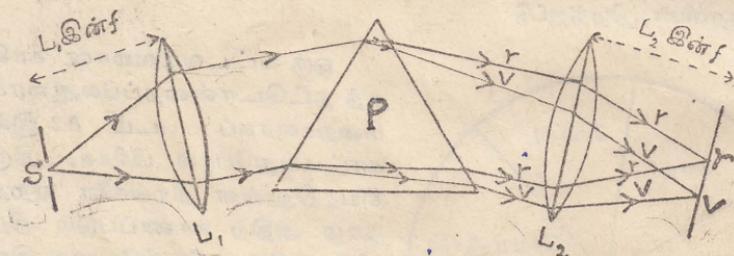
தூய திருசியம்

ஓர் அரியத்தினால் வெள்ளொளி ஏழு நிறங்களாகப் பிரிக்கப் பட்டபோதும், இவை திரையில் விழும்போது அருகருகே உள்ள நிறங்கள் ஒன்றின்மேலொன்று படுவதால் நிறப்பட்டைகள் தெளிவற்றவையாய்க் கலப்பு நிறங்களுடையவையாகக் காணப்படும். இது தூய்மையில் திருசியமாகும்.

வெவ்வேறு நிற ஒளிக்கதிர்கள் கலக்காது தனித்தனி நிறப் பட்டைகளாக அமைந்துள்ள ஒரு திருசியம் தூய்திருசியம் எனப்படும்.

தூய்திருசியம் பெறும் முறை.

குவிவுவில்லை ஒன்றின் ( $L_1$ ) குவியத்தில் நிறுத்திய ஒடுங்கிய பிளவினூடாக S என்னும் மின்விளக்கிலிருந்து வரும் வெள்ளொளியைச் செல்லவிடுக; வில்லைக்கூடாக வெளிவரும் கற்றை சமாந்தரக் கற்றையாகவிருக்கும் இக்கற்றையை இழிவுவிலகல் நிலையில் நிறுத்திய ஓர் அரியத்தினூடு செல்லவிட்டால், நிறப்பிரிக்கை ஏற்



படம் 83

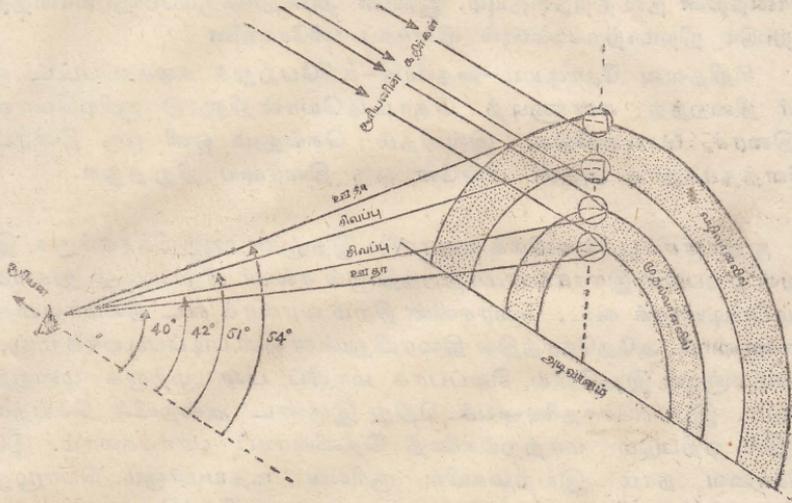
பட்டு வெவ்வேறு நிறக்கதிர்கள் வெவ்வேறு பாதைகளில் பிரிந்து வெளிவரும் (படம் 83). எனினும், இவ்விதம் வெளிவரும் கதிர்களில் ஒரே நிறக் கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகவிருக்கும். இக்கதிர்களை வில்லை  $L_2$  அதன் குவியத்தில் வைக்கப்பட்ட திரையின் தளத்தில் வெவ்வேறாகத் தனித்தனி நிறப்பட்டைகளாகக் குவியச் செய்கிறது. இவ்விதம் பெறப்படும் திருசியம் தூய திருசியமாகும்.

மிகத் தூயதான திருசியத்தைப் பெறுவதற்கு

1. பிளவு மிக ஒடுங்கியதாயிருக்க வேண்டும்.
2. அரியம் இழிவுவிலகல் நிலையிலிருக்க வேண்டும்.

3. படுகற்றை சமாந்தரக் கற்றையாயிருத்தல் வேண்டும்.
4. வெளிப்படுகதிர்கள் ஒரு வில்லையினுற் குவிக்கப்படவேண்டும்.
5. திரை இரண்டாம் வில்லையின் குவியத்தளத்திலிருக்க வேண்டும்.

வானவில்



படம் 84

மழைத் துளிகளினுட் சூரியவொளி செல்லும்போது ஏற்படும் நிறப்பிரிக்கையே வானவில்லைத் தோற்றச் செய்கிறது (படம் 84). துளிகளினுட் செல்லும் ஒளி உட்டெறிப்படைந்து வெளிவருவதால் வானவில் சூரியன் இருக்கும் திசைக்கு எதிர்திசையிலேயே தோன்றும். மழைத்துளிகளில் படும் ஒளி ஒருமுறை மட்டும் உட்டெறிப்படைந்து நிறப் பிரிக்கையடைந்து வெளிவருவதால் தோற்றும் வானவில்லின் உள்விளிம்பு ஊதா நிறமுடையதாகவும், வெளிவிளிம்பு சிவப்பாகவுமிருக்கும். இது, முதல் வானவில் எனப்படும். சிலசமயங்களில் துளிகளில் இருமுறை உட்டெறிப்பு ஏற்படுவதனால் முதல் வானவில்லுக்கு மேல், உள்விளிம்பு சிவப்பாகவும், வெளிவிளிம்பு ஊதா நிறமுடையதாகவும் இன்னொரு வானவில்லும் தோற்றுவதுண்டு. இவ் விரண்டாம் வானவில் வழிவானவில் எனப்படும்.

வானத்தில் தோன்றும் நிறங்கள்

நிறப்பிரிக்கையின்போது மட்டுமன்றி வெள்ளொளி வேறு பல முறைகளிலும் அதன் நிறக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. சூரியன் உதயமாகும்போதும், அஸ்தமிக்கும்போதும் வானம் பல நிறங்களை யுடையதாகத் தோற்றுகிறது. இதற்குக் காரணங்களைப் பின்வரும் பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

வானத்தின் நீல நிறத்தையும், சூரியன் அஸ்தமிக்கும்போது வானத்தில் ஏற்படும் நிறமாற்றங்களையும் விளக்கப் பரிசோதனை

சிறிதளவு சோடியம்-தையோ-சல்பேற்றுக் கலக்கப்பட்ட ஒரு நீர் நிறைந்த கண்ணாடித் தொட்டியொன்றினூடு சூரியவொளிக் கதிரைச் செல்லவிடுக. இவ்விதம் செல்லும் ஒளி ஒரு திரையில் விளத்தக்கதாக அதன் பின்னே ஒரு திரையை நிறுத்துக.

ஐதானசல்பூரிக் கமிலக் கரைசலை இதனுள் ஊற்றிக்கலக்குக. இதனுள் ஏற்படும் இரசாயனமாற்றத்தினால் சல்பர் வீழ்ப்படிவுத் துகள்கள் படிப்படியாகக் கூட, கரைசலின் நிறம் வரவரக் கூட நீலமாவதைக் காணலாம். அதேநேரத்தில் திரையிலுள்ள ஒளி படிப்படியாக மஞ்சள் செம்மஞ்சள் இறுதியில் சிவப்பாக மாறிப் பின் முற்றாக மறைந்து விடும். இப்பரிசோதனையைச் சிறிது இருண்ட அறையில் செய்தால் இதில் ஏற்படும் மாற்றங்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கலாம். இதே விளைவை நாம் இயற்கையில் சூரியன் உதயமாகும் பொழுதும் அஸ்தமிக்கும் பொழுதும் காணக்கூடியதாக விருக்கிறது.

மேற்கண்ட பரிசோதனையில் முதலில் வீழ்ப்படிவடையும் சல்பர்த் துகள்கள் சூரிய ஒளியிலிருந்து நீலவொளியை சிதறச் செய்வது போல் வானத்திலுள்ள தூசிகள், நீராவி, மற்றும் வளி மூலக் கூறுகள் முதலியவை சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளியிலுள்ள நீலவொளியைச் சிதறச்செய்வதால் வானம் நீலமாகத் தோற்றுகிறது.

சூரிய உதயத்தின்போதும், அஸ்தமனத்தின் போதும் சூரிய வொளி, பூமியின் வளிமண்டலத்தினூடாக அதிக தூரம் செல்லுவதால் அதிலுள்ள நீலவொளியும், திருசியத்தில் நீலத்திற்கு அயலிலுள்ள மற்றைய நிறக்கதிர்களும் முற்றாகச் சிதறி விடுவதால் வானம் மற்ற நேரங்களிலும் பார்க்கக் கூடியளவு சிவப்பாகத் தோற்றுகிறது. வளியிலுள்ள தூசிகளினால் சிவப்பொளி இலகுவில் சிதறுவதில்லை. இதனால் நீலக்கதிர்களிலும் பார்க்கச் சிவப்புக் கதிர்கள் கூடியதூரம் செல்கின்றன. மோட்டர் வாகனங்களில் பின்விளக்குகளில் சிவப்புவுடிகள் பொருத்துவதற்கும் இதுவே காரணமாகும்.

## நிறங்கள்

### ஒளிபுகாப் பொருட்களின் நிறங்கள்

ஓர் ஒளிபுகாப் பொருள் எந்நிற ஒளியைத் தெறிக்கிறதோ அந் நிறமே அப்பொருளின் நிறமாகும். உதாரணமாக, பச்சை இலைகள் தம்மீது விழும் சூரிய ஒளியிலுள்ள எல்லா நிறங்களையும் உறிஞ்சிப் பச்சை நிறத்தைத் தெறிக்கச் செய்வதால் அவை பச்சையாகத் தோன்றுகின்றன. நீலப்பொருட்கள் நீலவொளியை மட்டும் தெறிக்கச் செய்கின்றன. வெள்ளைப் பொருட்கள் எல்லாநிறவொளிகளையும் தெறிக்கச் செய்கின்றன. தம்மீது விழும் ஒளிகள் ஒன்றையும் தெறிக்கச் செய்யாது, உறிஞ்சும் பொருட்கள் கறுப்புப் பொருட்களாகும்.

ஒரு நிறமுள்ள பொருளும் சில சந்தர்ப்பங்களில் கறுப்பாகத் தோன்றலாம். உதாரணமாக, பச்சைப் புத்தகத்தைச் சிவப்பொளியிற் பிடித்தால் அது அவ்வொளியை உறிஞ்சிவிடும். இதனால் அது ஒளியை உறிஞ்சும் கறுப்புப் பொருள்போலக் கறுப்பாகத் தெரியும்.

### ஒளிபுகு பொருட்களின் நிறங்கள்

ஒரு நிறக்கண்ணாடி, அது தேர்ந்துறிஞ்சியபின் தன்னூடு செல்லவிடும் நிறவொளியின் நிறத்தையுடையதாகும். இது தன் நிறவொளியை மட்டும் தன்னூடு செல்லவிட்டு மற்றெல்லா நிறங்களையும் உறிஞ்சுகின்றது. சிவப்புக் கண்ணாடியினூடு வெள்ளொளி செல்லும்போது சிவப்பு மட்டுமே வெளிவரும். பச்சைக் கண்ணாடியினூடு சிவப்பொளியைச் செலுத்தினால் அது ஏறத்தாழ முற்றாக உறிஞ்சப்படுகிறது.

### முதல் நிறங்கள்

திருசியத்தில் காணப்படும் நிறங்களில் பச்சை ஒளியையும் சிவப்பொளியையும் சேர்ப்பதால் மஞ்சள் ஒளியைத் தோற்றச் செய்யலாம். ஆனால் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களும் வேறுநிறங்கள் கலந்து ஆக்கமுடியாததனி நிறங்களாகும். இதனால் இம் மூன்று நிறங்களும் முதல் நிறங்களேனப்படும்.

### துணை நிறங்கள்

முதல் நிறவொளிகளைக் கலப்பதால் உண்டாகும் நிறங்கள் துணை நிறங்கள் எனப்படும்.

மஞ்சள் ஒரு துணை நிறம். பச்சை ஒளியையும், நீலவொளியையும் கலப்பதால் பெறப்படும் மயில் நீலமும், சிவப்பொளியையும், நீலவொளியையும் கலப்பதால் பெறப்படும் காந்திக் கருஞ்சிவப்பு ஆகியவையும் துணை நிறங்களாகும்.

சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய முதல் நிறவொளிகளை ஒரு திரையில் படவிட்டால் இக்கலவை வெள்ளையாகத் தோற்றும்.

நிற ஒளிப்பொட்டுகளைத் திரையில் விளச்செய்து பின்வருவன வற்றின் உண்மையை வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்.

சிவப்பு + பச்சை = மஞ்சள்

சிவப்பு + நீலம் = காந்திக் கருஞ்சிவப்பு

நீலம் + பச்சை = மயில் நீலம்

முதல் நிறங்கள் மூன்றையும் கலப்பதால் வெள்ளொளி கிடைக்கிறது. ஆதலால் பின்வரும் நிறவொளிகளைக் கலப்பதாலும் வெள்ளொளியைப் பெறலாம்.

சிவப்பு + மயில் நீலம் = வெள்ளை

பச்சை + காந்திக் கருஞ்சிவப்பு = வெள்ளை

நீலம் + மஞ்சள் = வெள்ளை

மேற்கூறப்பட்டது போன்ற வெள்ளொளியை உண்டாக்கும் இரு நிறங்கள் நிரப்பு திறங்கள் எனப்படும்

### நிறப் பசைகள்

மஞ்சள் நிறப் பசையையும், நீலநிறப் பசையையும் கலந்தால் பச்சை நிறம் உண்டாவதைக் காணலாம். இது நிறவொளிக் கலப்பினால் ஏற்படும் விளைவு அல்ல. மஞ்சள் பசை தனிய மஞ்சள் ஒளியை மாத்திரமன்றி, ஓரளவு பச்சை ஒளியையும் தெறிக்கச் செய்கிறது. நீலப்பசையும் நீலத்தை மாத்திரமன்றி பச்சை ஒளியையும் தெறிக்கச் செய்கிறது. இவ்விரு பசைகளையும் கலந்தால் நீலவொளியை மஞ்சள் பசை உறிஞ்சிவிடும். மஞ்சள் ஒளியை நீலப்பசை உறிஞ்சுகிறது. ஆனால் இரண்டு பசைகளும் பச்சை ஒளியை தெறிக்கச் செய்கின்றன. இதனால் இக்கலவை பச்சையாகத் தோற்றுவிக்கிறது. இரு நிறப்பசைகளைக் கலப்பதன் விளைவாகத் தோற்றும் நிறங்கள், பொதுவாக அவை இரண்டும் தெறிக்கும் ஒளியின் நிறமாகவிருக்கும்.

### வீடுக்கள்

1. முறிவு விதிகளைக் கூறி அவற்றை வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்கு ஒரு பரிசோதனை விவரிக்க.

2. முறிவுக்குணகம் என்றால் என்ன? நீரின் முறிவுக்குணகத்தைத் தீர்மானிப்பதற்குரிய பரிசோதனை ஒன்று விவரிக்க.
3. பின்வருவனவற்றை படம் வரைந்து விளக்குக.
  - (i) நீரில் சாய்வாக ஒரு பகுதி மட்டும் அமிழ்ந்த நிலையிலிருக்கும் நேரிய தடி ஒன்று, நீர்மட்டத்தோடு முறிவுபட்டிருப்பது போல் தோன்றுகிறது.
  - (ii) கிணற்றின் அடித்தளம் நீருள் உயர்ந்து தெரிகிறது.
  - (iii) அரியத்தினூடு ஒரு பொருளை நோக்கினால் அப்பொருள் வேறு நிலையிலிருப்பதுபோல் தோற்றுகிறது.
4. நீரால் நிரம்பியிருக்கும் வாளியொன்றின் அடித்தளம், ஏன் மேலிருந்து பார்க்கும்பொழுது, உயர்ந்திருப்பதுபோல் தோற்றுகிறது என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்குக.
 

நீரின் மெய்யாழம் 10" ஆயும், அதன் முறிவுக்குணகம் 1.33 ஆயும் இருப்பின் தோற்றவாழம் என்னவாகும்?

[விடை 7.52"] ✓
5. "முறிவுக் குணகம்", "அவதிக்கோணம்", "முழுவுட்டெறிப்பு ஆகிய பதங்களுக்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.
 

முழுவுட்டெறிப்பின் காரணமாக இயற்கையில் நிகழும் ஒரு தோற்றப்பாட்டை விளக்குக.
6. ஒளி முறிவு விதிகளைக் கூறுக.
 

6" நீளமும் 3" அகலமுமுள்ள ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிக்குற்றி மேசையொன்றின் மீது வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஓர் ஒடுங்கிய கிடையாகச் செல்லும் ஒளிக்கற்றை குற்றியின் நீள் பக்கத்திலுள்ள நடுப்புள்ளியில் 30° படுகோணத்துடன் விழுந்து மற்ற நீள்பக்கத்தினால் வளியினுள் வெளிப்படுகிறது. கண்ணாடியினூடு ஒளிக்கற்றை செல்லும் பாதையை படம் வரைந்து காட்டுக. குற்றியின் ஒரு முனையிலிருந்து வெளிப்படு புள்ளியின் தூரத்தை அங்குவத்திற் காண்க. ( $\mu_g = 1.5$ )
7. (i) முழுவுட்டெறிப்பு (ii) அவதிக்கோணம் என்பவற்றின் பொருளை விளக்குக.
 

ஓர் அரியத்தினால், ஓர் ஒளிக்கற்றை 180° யினூடு எவ்வாறு திருப்பலாம் என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்குக.

8. நீரின் மேற்பரப்பில் படும் ஒளிக்கற்றை ஒன்றின் படுகோணம்  $60^\circ$  யாக இருந்தால் அது நீரினுள் முறிந்து செல்லும் பாதையை படம் வரைந்து காட்டுக. முறிகோணத்தை அளவிடுக. கணித்தல் முறையாலும் முறிகோணத்தைக் கணித்து விடை சரியான உறுதிப்படுத்துக. (நீரின் முறிவுக்குணகம் =  $\frac{4}{3}$ )
9. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிக் குற்றியினூடு செல்லும் ஓர் ஒளிக்கதிர் அதன் மேற்பரப்பில்  $30^\circ$  படுகோணத்திற் படுகிறது. அது வளியினுள் வெளிப்படும் கோணத்தைக் கேத்திரகணித முறையாலும், கணித்தல் முறையாலும் துணிக. ( $\mu_g = 1.5$ )
10. "அவதிக்கோணம்", "ஒளி முழுவுட்டெறிப்பு" என்பவற்றை விளக்குக.
- 28" ஆழமுள்ள ஒரு சாடி 24" ஆழத்துக்கு ஒரு திரவத்தைக் கொண்டுள்ளது. திரவத்தினடியில் A என்னும் ஓர் ஊசி வைக்கப்பட்டுள்ளது. சாடியின் வாய்க்குக் குறுக்கே இருக்கும் ஒரு தளவாடித்துண்டுக்கு மேலே 22" தில் B என்னும் ஊசியிருக்கிறது. இவற்றை நிலைக்குத்தாக கீழ்முகமாக நோக்கும் கண் ஒன்றுக்கு கண்ணாடியுள் தோற்றும் Bயின் விம்பம் Aயின் விம்பத்தினோடு ஒன்றுவதுபோல் தோற்றுகிறது. திரவத்தின் முறிவுக்குணகத்தைக் காண்க. [விடை: 1.33]
11. ஒளிமுழுவுட்டெறிப்பு நிகழ்வதற்கு ஏதுவாக உள்ள நிபந்தனைகள் யாவை? சுதிர்ப்படம் மூலம் எவ்வாறு ஓர் இருசமபுய செங்கோண முக்கோணக் கண்ணாடி அரியம் ஓர் ஒளிக்கற்றையை  $90^\circ$  க்கூடாக திருப்பும் என்பதை விளக்குக. இவ்விதம், இதே போன்ற ஒரு பனிக்கட்டி அரியத்தினால், செய்ய இயலாதிருப்பதேன்? (கண்ணாடி - வளி அவதிக்கோணம் =  $41^\circ$ , பனிக்கட்டி - வளி அவதிக்கோணம் =  $50^\circ$ )
12. தூய திருசியம் என்றால் என்ன? வெள்ளொளியினது திருசியம் ஏற்படும்பொழுது,  
 (a) எந்நிறக் கதிர் மிகக் குறைவாக முறிகின்றது?  
 (b) எந்நிறக் கதிர் மிகக் கூடுதலாக முறிகின்றது?
13. ஒரு வெண்திரையில் தூய திருசியம் பெறுவதற்குத் தேவையான ஒழுங்குகளைப் படம் வரைந்து விவரிக்க, வெண்திரையி

னிடத்தில் சிவப்புத் திரையிருந்தால் திருசியம் எவ்விதம் தோற்றும?

4. வானவில் தோற்றுவதற்குத் தெளிவான விளக்கம் தருக.

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரிச)

1. ஊடகம் Aயிலிருந்து ஊடகம் B யினுள் செல்லும் ஓர் ஒளிக் கதிர் செவ்வணை நோக்கி முறிகின்றது. இதிலிருந்து நாம் அறியக்கூடிய உண்மை

(i) A யின் முறிவுக்குணகம் B யினதிலும் கூடியது.

(ii) B யின் முறிவுக்குணகம் A யினதிலும் கூடியது.

(iii) இரண்டினது முறிவுக்குணகங்களும் சமம்.

(iv) Aயின் அடர்த்தி B யின் அடர்த்தியிலும் கூடியது.

2. கண்ணாடியிலிருந்து வளிக்குள் வெளிப்படும் ஓர் ஒளிக்கதிரின் படுகோணம்  $30^\circ$  ஆயின் வெளிப்படுகோணம்

(i)  $>30^\circ$  (ii)  $<30^\circ$  (iii)  $0^\circ$  (iv)  $90^\circ$

3. செவ்வகக் கண்ணாடிக்குற்றி ஒன்றில், ஒரு பக்கத்தில் படும் ஒளிக்கற்றை எதிர்ப்பக்கத்தினூடு வெளிப்படுகின்றது. படுகோணம்  $35^\circ$  ஆக இருப்பின் வெளிப்படுகதிர்

(i) வெளிப்படுகோணம்  $35^\circ$  ஆகவும், படுகதிரின் அதே கோட்டிற் செல்லும்.

(ii) வெளிப்படுகோணம்  $35^\circ$  யிலும் கூடியதாகவும் பக்கப் பெயர்ச்சியடைந்தும் செல்லும்.

(iii) வெளிப்படுகோணம்  $35^\circ$  ஆகவும், படுகதிரின் திசையில் பக்கப்பெயர்ச்சி அடைந்தும் செல்லும்.

(iv) வெளிப்படுகோணம்  $35^\circ$ யிலும் குறைவாகவும், பக்கப் பெயர்ச்சி அடையாது செல்லும்.

4. முறிவுக்குணகம்  $\frac{4}{3}$  ஐ உடைய ஒரு திரவத்தினுள் 12 அடி ஆழத்திலுள்ள 10 சதக்காசு, மேல்நின்று நோக்குபவருக்கு

(i) 16 அடியில் (ii) 9 அடியில் (iii)  $\frac{1}{9}$  அடியில் (iv) 12 அடியில் இருப்பதுபோல் தோன்றும்.

5. நீரிலிருந்து வளிக்கு வரும் ஒளிக்கதிரானது நீரின் மேற்பரப்பை மருவி வெளிப்படுகிறது. கதிரின் படுகோணம்  $49^\circ$  ஆயின், நீரின் முறிவுக்குணகம் என்னவாகும்?

- (i)  $\frac{1}{\text{சைன் } 49}$  (ii) சைன்  $49$  (iii)  $\frac{1}{49}$  (iv) தரவு

போதாதலால் கணிக்க இயலாது .

6. முழுவுட்டெறிப்பு, ஒளிக்கதிரானது

(i) அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்திற் செல்லும் பொழுது நிகழும்

(ii) ஐதான ஊடகத்திலிருந்து அடர்ந்த ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது நிகழும்.

(iii) அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்திற் செல்லு கையில் படுகோணம் அவதிக்கோணத்திலும் பெரிதாக விருக்கும்பொழுது நிகழும்.

(iv) அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்திற் செல்லு கையில் படுகோணம் அவதிக்கோணத்திலும் சிறிதாக இருக்கும்பொழுது நிகழும்.

7. வெள்ளொளி அரியத்தினூடு சென்று வெளிப்படும்போது மிகக்குறைந்தளவு விலகி வெளிப்படும் கதிர்

- (i) மஞ்சள் (ii) ஊதா (iii) சிவப்பு (iv) பச்சை

8. மேற்கேள்வியில் மிகக்கூடியளவு விலகி வெளிப்படும் கதிர் எது?

- (i) ஊதா (ii) சிவப்பு (iii) நீலம் (iv) மஞ்சள்

9. முதல் நிறங்களாவன

(i) பச்சையும், மஞ்சளும், நீலமும் ஆகும்.

(ii) சிவப்பும், நீலமும், மஞ்சளும் ஆகும்.

(iii) சிவப்பும், பச்சையும், நீலமும் ஆகும்.

(iv) சிவப்பும், பச்சையும், மஞ்சளும் ஆகும்.

10. ஒரு முதல் வானவில்லின் வெளிஓரத்தின் நிறம்

- (i) மஞ்சள் (ii) ஊதா (iii) சிவப்பு (iv) நீலம்

11. நீல ஒளியையும், மஞ்சள் ஒளியையும் ஒரு திரையில் ஒரே இடத்தில் விழச்செய்தால், கலவையின் நிறம்  
 (i) வெள்ளை (ii) மயில் நீலம் (iii) செம்மஞ்சள்  
 (iv) பச்சை
12. ஒரு காகிதத் தாளைச் செவ்வொளியில் பார்க்கும் பொழுது சிவப்பாகத் தெரிகிறது. ஆனால் நீலவொளியில் கறுப்பாகத் தெரிகிறது. இப் பொருளின் நிறம் (i) நீலம் (ii) வெள்ளை  
 (iii) சிவப்பு (iv) கறுப்பு
13. நீலப்பச்சை, மஞ்சள்பச்சை ஆகியவற்றைக் கலந்தால் கலவையின் நிறம்  
 (i) வெள்ளையாக இருக்கும் (ii) பச்சையாக இருக்கும்  
 (iii) ஊதாவாக இருக்கும் (iv) மண்ணிறமாக இருக்கும்
14. சூரியன் அஸ்தமிக்கும்போது அது சிவப்பாய்த் தோற்றுகிறது, இதற்குக் காரணம்  
 (i) நீல ஒளியைவிட சிவப்பொளி விரைவாய்ச் செல்லும்  
 (ii) மாலை நேரங்களில் அதிக சிவப்பொளியைச் சூரியன் காலுவது  
 (iii) காற்றிலுள்ள தூசித் துணிக்கைகள் சிவப்பு ஒளியைவிட அதிகமான நீல ஒளியை தெறிப்பிக்கின்றன.  
 (iv) காற்றிலுள்ள தூசித் துணிக்கைகள் நீல ஒளியைவிட அதிகமான சிவப்பொளியைத் தெறிப்பிக்கின்றன.
15. கண்ணாடியினதும், நீரினதும் அவதிக்கோணங்கள் முறையே  $42^\circ$ ,  $49^\circ$  ஆகும். பொது முகத்தில் படுகோணம்  $45^\circ$  ஆனால், ஒளிக்கதிர் பின்வரும் எந்த வழிகளிற் செல்லும்போது முழு வுட்டெறிப்பு ஏற்படும்?  
 (i) ஒளிக்கதிர் வளிவினின்று கண்ணாடியினுட் செல்லும்போது  
 (ii) ஒளிக்கதிர் கண்ணாடியினின்று வளிக்குட் செல்லும்போது,  
 (iii) ஒளிக்கதிர் வளிவினின்று நீருக்குட் செல்லும்போது,  
 (iv) ஒளிக்கதிர் நீரினின்று வளிக்குட் செல்லும்போது,
16. செந்நிறப் பூ ஒன்றைப் பச்சைக் கண்ணாடியினூடு நோக்கும் பொழுது அது,  
 (i) கறுப்பாகத் (ii) சிவப்பாகத் (iii) வெள்ளையாகத்  
 (iv) பச்சையாகத் தோற்றும்

## அலகு 8

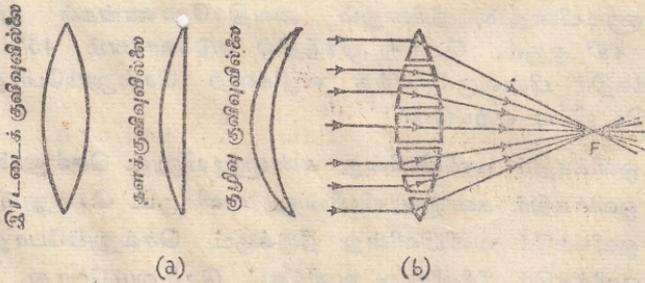
### வில்லைகள்

உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடி, மூக்குக் கண்ணாடி, கமரா, தொலை காட்டி, படமெறிகருவி முதலியவையெல்லாம் பலவித வில்லைகள் பொருத்தியமைக்கப்படுகின்றன.

கோளத்தின் பாகமாய் அமையும் இரு முகங்களையேனும், அல்லது ஒன்று கோளமாயும் மற்றது தளமாயும் அமைந்த இரு முகங்களையேனும் உடைய ஒளிபுகுபொருள் வில்லை யெனப்படும்.

ஒரு வில்லையின் இரு முகங்களும் இரு கோளங்களின் பகுதிகள் போல் அமைந்திருப்பின், இக் கோளங்களின் மையங்கள் ஒவ்வொன்றும் அப்பரப்புதளின் வளைவு மையம் எனப்படும். இந்த மையங்களைத் தொடுக்கும் நேர்கோடு வில்லையின் முதலச்சு எனப்படும். பொதுவாக வில்லைகளை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஓரங்களிலும் பார்க்க மத்தியில் தடிப்பாக இருக்கும் வில்லை குவிவுவில்லை எனப்படும். உதாரணமாக உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடி ஒரு குவிவு வில்லையாகும். ஓரங்களிலும் பார்க்க மத்தியில் மெல்லியதாயிருக்கும் வில்லை குழிவுவில்லை எனப்படும். உதாரணமாக குறும்பார்வையெனும் குறைபாடுடையோர் அணிந்துகொள்ளும் மூக்குக்கண்ணாடி குழிவுவில்லைகளைக் கொண்டதாகும்.

வில்லையினூடு ஒளிமுறிவு



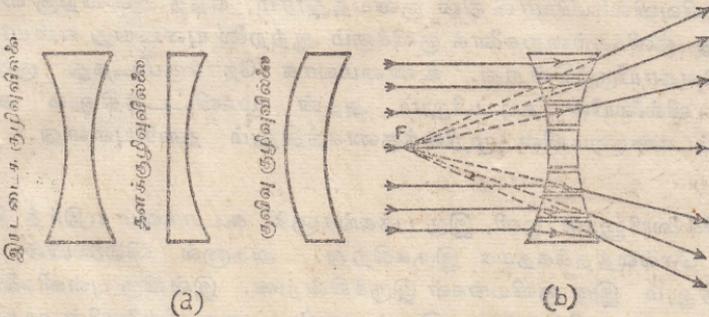
படம் 85

மூன்று விதமான குவிவுவில்லைகளை படம் 85 (a) காட்டுகின்றது. இவை மூன்றும் வெவ்வேறு வடிவுடையவையாயிருந்த போதும், அவைகளைல்லாம் ஒரே விதமாகவே சுதிர்களை முறியச் செய்கின்றன.

ஒரு குவிவுவில்லையின் முதலச்சினை அடுத்து அதற்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர்கள் வில்லையினூடு சென்று முதலச்சி லொரு புள்ளியிற் குவியும். இப்புள்ளி அவ்வில்லையின் முதற்குவியம் எனப்படும். ஒளிக் கதிர்களை இவ்வில்லை ஒருங்குசேர்ப்பதால், இது ஒருங்குவில்லை யென்றும் அழைக்கப்படும்.

ஒரு குவிவுவில்லையானது பல முக்கோண அரியப் பாகங்களின் அடித்தளங்கள் படம் 81 (b) இல் இருப்பதுபோல் மத்தியை நோக்கி இருக்கத்தக்கதாக அடுக்கி அமைக்கப்பட்டது போன்றிருக்கிறது. இதனாலேயே வில்லையில் படும் ஒளிக்கற்றை அதன் முதல் அச்சை நோக்கி முறுகிறது.

குழிவுவில்லை



படம் 86

மூன்று குழிவுவில்லைகள் படம் 86 (a) இல் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. குழிவுவில்லை யொன்றின் முதலச்சக்குச் சமாந்தரமாக ஓர் ஒளிக்கற்றையைச் செலுத்தினால், கதிர்கள் விரிகின்றன. இவ்வில்லையானது, அரியப் பாகங்களின் அடித்தளங்கள் ஓரத்தை நோக்கி இருக்கத்தக்கதாக படம் 86 (b) இல் காட்டியிருப்பதுபோல் அமைக்கப்பட்டது போன்றிருக்கிறது. இதனாலேயே கதிர்கள் ஓரத்தை நோக்கி விரிகின்றன. இவ்விதம் விரியும் கதிர்கள் வில்லையின் பின்னுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிவதுபோல் தோன்றும். அப் புள்ளி வில்லையின் குவியமாகும். கதிர்கள் உண்மையில் இப் புள்ளியில் சந்திப்பதில்லை. ஆதலால் இப்புள்ளி ஒரு மாயக் குவியம் எனப்படும். ஒரு குழிவுவில்லை சமாந்தரக் கதிர்களை விரிவடையச் செய்வதால் இது விரிவில்லை என்றும் அழைக்கப்படும்.

ஒளியியல்மையம்

வில்லையொன்றின் மத்தியபாகம் ஒரு சிறிய செவ்வகக் குற்றிபோலிருக்கிறது. இதனால் இதனூடு சென்று வெளிப்படும் கதிர்கள் விலகுவதில்லை. ஆனால் சிறிது பக்கப் பெயர்ச்சியடையும். வில்லை மெல்லியதாக விருக்கும்பொழுது கதிரில் ஏற்படும் இப்பக்கப் பெயர்ச்சி புறக்கணிக்கப்படுகிறது. எனவே ஒரு மெல்லிய வில்லையின் மத்தியிலுள்ள ஒரு புள்ளியினூடு செல்லும் கதிர்கள் எல்லாம் முறிவடையாது செல்லுமெனக் கொள்ளப்படுகிறது.

தன்னூடு செல்லும் கதிர்களில் திசைமாற்றத்தை ஏற்படுத்தாத இப்புள்ளி ஒளியியல்மையம் எனப்படும்.

ஒரு வில்லையின் குவியத்துக்கும் ஒளியியல்மையத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் குவியத்தூரம் எனப்படும்.

குவிவுவில்லையொன்றின் குவியத்தூரம், எந்த அளவிற்கு வில்லையானது ஒளிக்கற்றைகளைக் குவிக்கும் ஆற்றலை யுடையது என்பதைக் காட்டுவதாயிருக்கின்றது. உண்மையாக நோக்குமிடத்து குவியத்தூரம் வில்லையின் தடிப்பிலும் அதன் முகவிட்டத்திலும் அதை ஆக்கும் கண்ணாடியின் முறிவுக்குணகத்திலும் தங்கியுள்ளது.

வில்லையினூடு ஒளி, இரு பக்கங்களுக் கூடாகவும் எதிர்த் திசைகளிற் செல்லத்தக்கதாக இருக்கிறது. அதனால் வில்லையின் இரு புறத்திலும் இரு குவியங்கள் இருக்கின்றன. இவ்விரு புள்ளிகளையும் F, F எனக் குறிக்கலாம். இவற்றைவிட, ஒரு வில்லையின் முதலச்சிலுள்ள  $2F$ ,  $2F'$  எனுமிரு புள்ளிகளும் முக்கியமானவை. இப்புள்ளிகள் இரண்டும் வில்லையொன்றின் இருபுறத்திலும் ஒளியியல்மையத்திலிருந்து இருமடங்கு குவியத்தூரத்தில் அமைந்திருக்கின்றன.

குவிவுவில்லைகள் ஆக்கும் விம்பங்கள்

குவிவுவில்லைகள் மெய்விம்பம், மாயவிம்பம் ஆகிய விம்பங்களை ஆக்கத்தக்கவையாயிருக்கின்றன.

பரிசோதனை

ஒரு குவிவுவில்லையைத் தாங்கியொன்றில் நிறுத்தி அதன்முன்னே 'L' வடிவாக வளைந்த ஒரு கம்பியைத் தக்கை ஒன்றில் குத்தி நிறுத்துக. இக்கம்பியை மின்சூளினால் அல்லது ஒரு கூடரினால் துலங்கச் செய்க. வில்லையின் மறுபுறத்தில் ஒரு திரையை நிறுத்துக.

வில்லையிலிருந்து மிகக்கூடிய தூரத்தில் இக்கம்பியை வைத்து அதன் தெளிவான விம்பம் திரையில் படும்வரை திரையை நகர்த்துக. இந் நிலையில் இவையிருக்கும்போது, வில்லையிலிருந்து கம்பியினது தூரம்  $U$  ஐயும் விம்பத்தின் தூரம்  $V$  ஐயும் அளந்தறிக. திரையில் படும் விம்பத்தின் தலைப்பாகத்தின் நீளத்தை கவராயத்தைக் கொண்டு அளந்தறிக. பொருளைப் படிப்படியாக வில்லையை நோக்கி நகர்த்தி அதன் ஒவ்வொரு நிலைக்குமுரிய பொருள் தூரத்தையும் விம்ப தூரத்தையும், விம்பத்தின் நீளத்தையும் அளந்து பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக. கம்பியின் தலைப்பாகத்தின் நீளத்தையும் அளவிடுக.

பொருட்டூர் ( $U$ )	விம்பதூர் ( $V$ )	உருப்பெருக்கம் ( $\frac{\text{விம்ப நீளம்}}{\text{பொருள் நீளம்}}$ )	$\frac{V}{U}$

இப் பரிசோதனையின் பெறுபேறுகளிலிருந்து பின்வரும் உண்மைகளை நாம் துணியலாம்.

1. பொருளானது வில்லையிலிருந்து மிகக்கூடிய தூரத்திலிருக்கும்போது சிறிய, தலைகீழான, மெய்விம்பம் குவியத்தில் தோன்றும்.
2. பொருளை வில்லையை நோக்கி நகர்த்தினால் விம்பம் தூரத்தூர நகர்ந்து அதன் உரு படிப்படியாகப் பெரிதாகும்.
3. பொருளை மேலும் வில்லையை நோக்கி நகர்த்தினால், ஒரு நிலையில் பொருளளவு பருமனுடைய தலைகீழான மெய்விம்பம்  $2F'$  இல் தோன்றும்.
4. பொருளின் தூரம் மேலும் குறைக்கப்பட்டின், விம்பதூரம் கூடும். உருப்பெருத்த, தலைகீழான மெய்விம்பம்  $2F'$  இற்கு அப்பால் தோன்றும்.

5. பொருட்டூரம் (3) இல் கூறப்பட்ட தூரத்தில், அரைவாசியிலும் குறையும்தோது மெய்விற்பம் தோற்றது, ஆனால் வில்லை யூடு பார்த்தால் பொருளிருக்கும் அதே பக்கத்தில் நிமிர்ந்த, உருப்பெருத்த மாயவிற்பம் இருப்பதைக் காணலாம்.

இவற்றிலிருந்து வில்லையினால் தோன்றும் (a) மெய் விற்பங்கள், பொருளிருக்கும் பக்கத்துக்கு எதிர்ப்பக்கத்திலும் (b) மாயவிற்பங்கள் பொருளின் அதே பக்கத்திலும் தோன்றுகின்றனவென்பதை அவதானிக்கலாம்.

உருப்பெருக்கம்: பொருளிலும் பார்க்க விற்பமானது எத்தனை மடங்கு பருமனுடையது என்பதைக் குறிக்கும் விகிதம் உருப்பெருக்கம் எனப்படும்.

$$\text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{\text{விற்ப உயரம்}}{\text{பொருளுயரம்}}$$

மேற்கூறிய பரிசோதனையின், அட்டவணையிலிருந்து  $\frac{V}{U}$  எனும் விகிதம் உருப்பெருக்கத்திற்குச் சமனாயிருப்பதைக் காணலாம்.

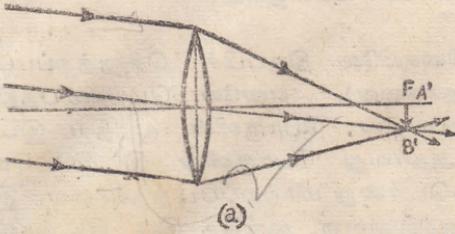
விற்பங்களை அமைத்தல்

ஒரு குவிவுவில்லையினாலுண்டாகும் விற்பத்தைக் கேத்திரகணித முறையாக அமைப்பதற்கு மூன்று வகையான கதிர்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

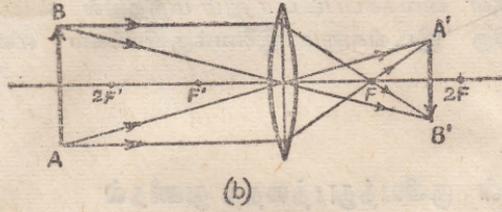
1. முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமான கதிர்கள்; இவை வில்லையில் முறிந்தபின் முதற்குவியத்தினூடு செல்லும்.
2. ஒளியியல் மையத்தினூடு செல்லும் கதிர்கள்; இவை விலகல் இன்றிச் செல்லும்
3. பொருட் பக்கத்திலுள்ள முதற்குவியத்தினூடு செல்லும் கதிர்கள்; இவை வில்லையில் முறிந்து வெளிப்படும்போது, முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகவிருக்கும்.

ஒரு விற்பத்தின் நிலையை மேற்கூறியவற்றுள் வசதியான இரு கதிர்களைக் கொண்டு துணியலாம்.

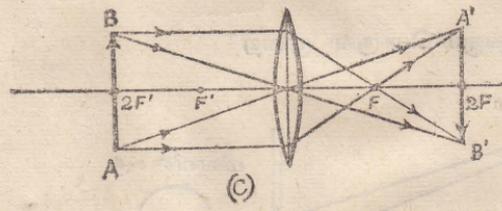
ஒரு பொருளானது முடிவிலியிலிருந்து படிப்படியாக வில்லையை நோக்கி நகர்த்தப்படும்போது அதன் வெவ்வேறு நிலைகளுக்குரிய விற்பநிலைகளைத் துணியும் முறையையும் விற்பத்திலேற்படும் மாற்றங்களையும் பின்வரும் வரிப்படங்கள் காட்டுகின்றன. இப்படங்களில் AB பொருளையும் A' B' விற்பத்தையும் குறிக்கின்றன.



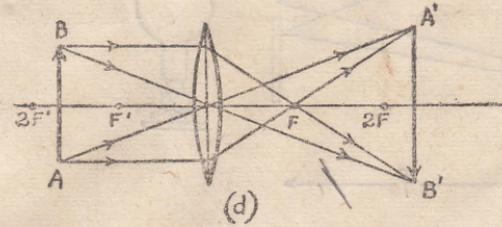
பேரூள் முடிவில்லில், விற்பம் F இல் தலைகீழானது சிறியது, மேய்யானது



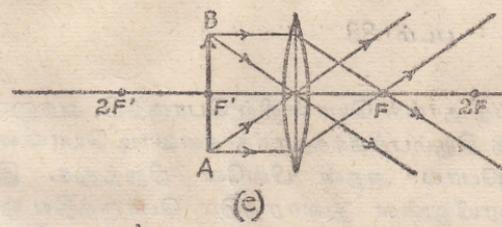
பேரூள் 2F'க்கு அப்பாடல், விற்பம் Fக்கும் 2Fக்கும் இடையில், தலைகீழானது சிறியது, மேய்யானது.



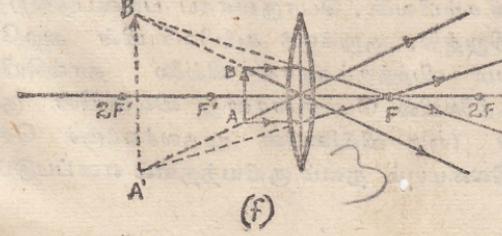
பேரூள் 2F' இல், விற்பம் 2F இல், தலைகீழானது, பேரூளளவு பருமனுடையது, மேய்யானது.



பேரூள் 2F'க்குள் F'க்கும் இடையில், விற்பம் 2Fக்கு அப்பாடல், தலைகீழானது, பேய்யது, மேய்யானது.



பேரூள் F' இல், விற்பம் முடிவில்லியில்,

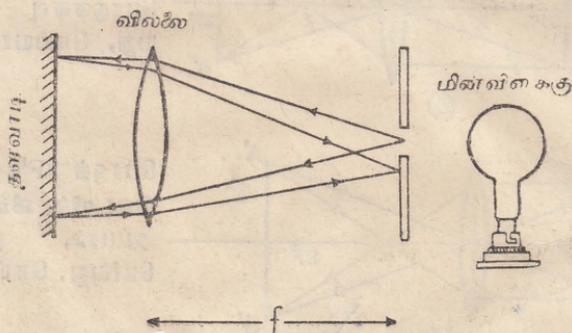


பேரூள் F'க்கும் வில்லைக்கு மிடையில், விற்பம் பேரூளுக்குப் பின்னே, நிமிர்ந்தது. பெரியது, மாய்மானது.

ஒளிக்கதிர்கள் வந்த திசையிலே திருப்பிச் செலுத்தப்படத் தக்கவை (நேர்மாறாக்கத் தக்கவை). எனவே மெய்வீம்பத்தின் இடத்தில் பொருள் வைக்கப்படின, பொருளின் முந்திய இடத்தில் வீம்பம் உண்டாகும். அதாவது பொருளின் இடமும் மெய்வீம்பத்தின் இடமும் ஒன்றோடொன்று மாற்றப்படத்தக்கவை. இவ்விதம் ஒரு வில்லையின் முதலச்சிலுள்ள குறித்த இரு இடங்களில் எந்தத் இடத்தில் பொருள் வைக்கப்பட்டாலும் மற்றதில் வீம்பம் தோற்றுமாயின், அவ்விரு இடங்களும் இணைக்குவியங்கள் எனப்படும்.

### குவிவுவில்லையின் குவியத்தாத்தைத் துணுதல்

தளவாடி—ஒளியால் விளங்கும் பொருள் முறை

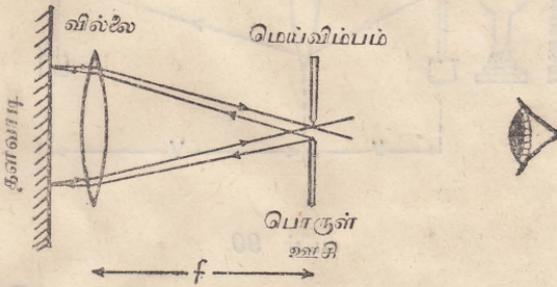


படம் 88

ஒரு குவிவுவில்லையைத் தாங்கி யொன்றிற் பொருத்தி, அதனூடு செல்லும் ஒளி தெறித்துத் திரும்பத்தக்கதாகத் தளவாடி யொன்றை படம் 88 இல் காட்டியதுபோல அதன் பின்னே நிறுத்துக. இப்பரிசோதனையில் ஒரு திரையிலுள்ள துவாரத்தில் பொருத்திய ஒளியால் விளங்கும் குறுக்குக் கம்பிவலை, பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இதனை வில்லையின்முன் நிறுத்தி, குறுக்குக் கம்பிவலையின் அருகே, திரையில், அதன் வீம்பம் விழத்தக்கதாக வில்லை தாங்கியின் நிலையைச் சரிசெய்க. இந்நிலையில் பொருளானது வில்லையின் குவியத் தளத்திலிருக்கின்றது (ஒரு வில்லையின் முதலச்சிலுக்குச் செங்குத்தாக அதன் குவியத்திலமையும் தளம் குவியத்தளம் எனப்படும்).

பொருள் குவியத்திலிருக்கும்போது அதிலிருந்து விரிந்து வில்லையில் படும் கதிர்கள், சமாந்தரக் கற்றையாக வெளிப்படுகின்றன. இது வில்லையின் பின்னுள்ள தளவாடியில் செங்குத்தாகப் படுவதால், தெறித்துச் சமாந்தரக் கற்றையாகத் திரும்பி மீண்டும் வில்லையினூடு சென்று பொருள் இருக்கும் தளத்தில் குவிக்கப்படுகிறது. இந் நிலையில் வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடைத்தூரம் வில்லையின் குவியத் தூரமாகும். இத்தூரத்தை அளந்தறிக.

தளவாடி - ஊசிமுறை



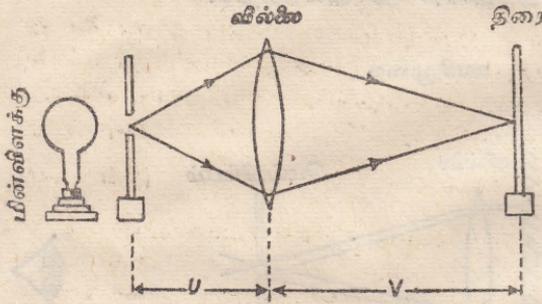
படம் 89

படம் 89 இல் காட்டியதுபோல் ஒரு குவிவுவில்லையையும் அதன் பின்னே ஒரு தளவாடியையும் தாங்கியில் நிறுத்துக. வில்லையின் மத்திய பாகத்தின் மட்டத்தோடு மேல்முனை இருக்கத்தக்கதாக தக்கை ஒன்றில் நீண்ட ஊசி ஒன்றைக் குத்தி நிறுத்துக. ஊசியினது மெய்விம்பம் இடமாறு தோற்றவழுவின்றி ஊசியோடு ஒன்றி நிற்கும் நிலையை, ஊசியை முன்பின்னாக நகர்த்திக் கண்டறிக. இந்நிலையில் ஊசிக்கும் வில்லைக்குமிடையேயுள்ள தூரத்தை அளவிடுக. இத்தூரம் வில்லையின் குவியத்தூரமாகும்.

குறிப்பு: - ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நிற்கும் இரு பொருட்களை, அவை இரண்டும் இருக்கும் நேர்கோட்டில் நின்று நோக்கினால் அவை ஒன்றாயிருப்பதுபோலத் தோன்றும். இக்கோட்டிற்கு இடப் பக்கமாகக் கண்ணை அசைத்தால், பின்னுள்ள பொருள் முன்னுள்ள பொருளுக்கு இடமாக அசைவதுபோலத் தோன்றும். இவ்விதம் நோக்குபவரின் கண் அசைவினால் முன்னுள்ள பொருளுக்குச் சார்பாகப் பின்னுள்ள பொருளின் இடம், மாற்றமடைவது போலத் தோற்றுதல் இடமாறு தோற்றம் எனப்படும். இரு பொருட்களும் ஒன்றோடொன்று ஒன்றிநின்றால்

இடமாறு தோற்றம் ஏற்படாது. நோக்குபவர் எந்நிலையில் நின்று பார்த்தாலும் பொருட்கள் ஒன்றாகத் தோற்றும்.

பரிசோதனை வாயிலாக  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  என நிறுவுதல்



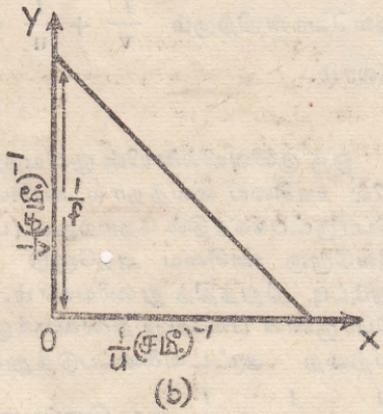
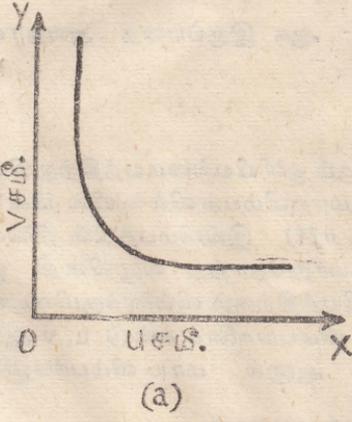
படம் 90

ஒரு தாங்கியில் நிறுத்திய வில்லையின் ஒரு பக்கத்தில் ஒளியால் விளங்கும் குறுக்குக்கம்பிவலையுடைய தட்டொன்றை நிறுத்துக. வில்லையின் மறுபக்கத்தில் ஒரு திரையைக் கம்பிவலையின் தெளிவான விம்பம் தெரியத்தக்கதான ஒரு நிலைக்கு நகர்த்துக (படம் 90). வில்லையிலிருந்து பொருட்டூரம்  $u$  ஐயும், விம்பதூரம்  $v$  ஐயும் ஒரு மீற்றர் சட்டத்தினால் அளந்தறிக. இவ்வாறு பொருளின் பல்வேறு நிலைகளுக்கு  $u, v$  ஆகியவற்றின் பெறுமதிகளை அளந்து பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

$u$ (சமீ.)	$v$ (சமீ.)	$\frac{1}{u}$	$\frac{1}{v}$	$\frac{1}{v} + \frac{1}{u}$

பரிசோதனையிற் பெறும்  $u$  வின் அளவுகளை  $X$  அச்சிலும்,  $v$  இன் அளவுகளை  $Y$  அச்சிலும் கொண்டு வரைபொன்றை அமைத்தால், அது படம் 91 (a) இல் காட்டியதுபோல ஒரு செங்கோண அதிபர வளைவாக (rectangular hyperbola) அமையும்.

$u$  இன் பெறுமானம் மிகப்பெரிதாகும்போது,  $v$  இன் பெறுமானம் குவியத்தூரப் பருமனை அணுகுகின்றது என்பதைக் வரைபு காட்டுகிறது. இதேபோல  $v$  இன் பெறுமானம் பெரிதாகும்போது  $u$  இன் பெறுமானம் குவியத்தூரப் பருமனை அணுகுகின்றது. ஆனால்  $v$  (அல்லது  $u$ ) எப் புள்ளியில் குவியத்தூரத்திற்குச் சம பருமனுடையதாகிறது என்பதை இவ்வரைபிலிருந்து திட்டமாகக் கூறியலாது. எனினும்  $\frac{1}{v}$  இன் பெறுமானங்களை  $Y$  அச்சிலும்,  $\frac{1}{u}$  இன் பெறுமானங்களை  $X$  அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைத்தால் அது படம் 91(b) இல் காட்டியதுபோல் ஒரு நேர்கோடாக அமையும். இதிலிருந்து  $f$  இன் பெறுமானத்தைப் பின்வருமாறு காணலாம்.



படம் 91

குவியத்தூரத்தின் வரைவிலக்கணத்தின்படி,

$$u = \infty \text{ ஆயின், } v = f \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{\infty} = 0 \text{ ஆக, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \text{ ஆகும்.}$$

அல்லது

$$v = \infty \text{ ஆயின், } u = f \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{\infty} = 0 \text{ ஆக, } \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ ஆகும்.}$$

எனவே  $f$  இன் பெறுமானத்தை 91 b இலுள்ள வரைபின் வெட்டுத்துண்டுகளின் அளவைகள் தரும். இவற்றின் தலைகீழ்ப் பெறுமானம்  $f$  ஆகும்.

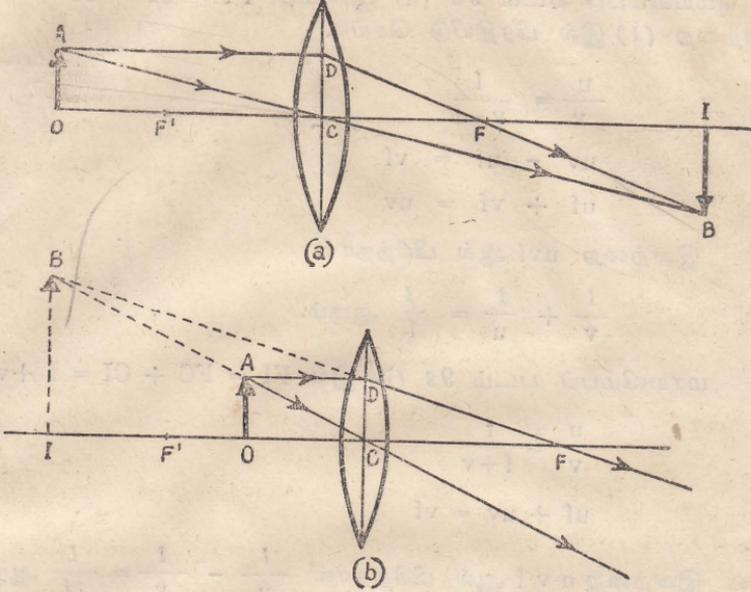
மேற்கண்ட  $u, v$  அட்டவணையில்  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u}$  நிரலிலுள்ள பெறுமானங்கள் ஏறத்தாழ ஒரு மாறிலியாயிருப்பதைக் காணலாம். முதற்கூறிய ஊசி-தளவாடி முறையால் இவ்வில்லையின் குவியத் தூரம்  $f$  ஐக் கண்டறிந்து  $\frac{1}{f}$  இன் பெறுமானத்தைக் கணிக்க. இது  $\left(\frac{1}{v} + \frac{1}{u}\right)$  நிரலின் சராசரிப் பெறுமானத்திற்குச் சமனாயிருப்பதைக் காணலாம். பல குவிவுவில்லைகளை இவ்வாறு பரிசோதித்தால் ஒவ்வொன்றிற்கும்  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  ஆக இருப்பதை அவதானிக்கலாம்.

ஒரு குவிவுவில்லையின் குவியத்திற்கும் ஒளியியல்மையத்திற்குமிடையில் ஊசியை வைத்தால், ஊசியின் மாயவிம்பம் வில்லையின் பின்னே பொருட்பக்கத்தில் தோற்றும் (படம் 87f) இவ்விம்பத்தின் நிலையை வேறொரு ஊசியை அத்தோடு இடமாறுதோற்ற வழவின்றி ஒன்றும்படி நிறுத்தித் துணியலாம். குவியத்திற்கும் வில்லைக்குமிடையில் பொருளின் பல்வேறு நிலைகளுக்குரிய விம்பங்களைக் கண்டு  $u, v$  ஆகியவற்றை அட்டவணைப்படுத்துக. ஆனால் மாய விம்பங்களுக்கு

$$\frac{1}{u} - \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \text{ ஆக இருப்பதைக் காணலாம்.}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ என கேத்திரகணித முறையாக நிறுவுதல்}$$

படம் 92 (a) இல் OA ஒரு சிறு பொருளையும் IB குவிவுவில்லையினால் ஆக்கப்படும் விம்பத்தையும் குறிக்கின்றன. AB ஒளியியல்மையம் C இனூடு விலகாது செல்லும் ஒரு கதிர். முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமான ஒரு கதிர் AD, முறிந்து குவியம் F இனூடு செல்கிறது.



படம் 92

$\Delta OCA$ ,  $\Delta ICB$  ஆகியவை வடிவொத்த முக்கோணிகள்

$$\therefore \frac{AO}{BI} = \frac{OC}{IC}$$

ஆனால்  $AO = DC$

$$\therefore \frac{DC}{BI} = \frac{OC}{IC}$$

மேலும்  $\Delta DCF$ ,  $\Delta BIF$  வடிவொத்தவை

$$\therefore \frac{DC}{BI} = \frac{FC}{FI}$$

$$\text{எனவே } \frac{OC}{IC} = \frac{FC}{FI} \text{ ----- (1)}$$

பொருட்டூரம் =  $u$

விம்பதூரம் =  $v$

குவியத்தூரம் =  $f$  எனக் கொண்டால்

மெய்விம்பப் படம் 92 (a) இன்படி  $FI = CI - CF = v - f$   
இவற்றை (1) இல் பிரதியீடு செய்க.

$$\frac{u}{v} = \frac{f}{v-f}$$

$$uv - uf = vf$$

$$uf + vf = uv$$

இவற்றை  $uvf$  ஆல் பிரித்தால்

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ ஆகும்.}$$

மாயவிம்பப் படம் 92 (b) இல்  $FI = FC + CI = f + v$

$$\frac{u}{v} = \frac{f}{f+v}$$

$$uf + uv = vf$$

இவற்றை  $uvf$  ஆல் பிரித்தால்  $\frac{1}{u} - \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  ஆகும்.

எனவே பொருள் ஒரு வில்லையின் குவியத்தூரத்திற்கப்பாலிருக்கும் போது  $u, v, f$  இன் தொடர்பு  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  என்றும் பொருள் குவியத்திற்குள் இருக்கும்போது  $u, v, f$  இன் தொடர்பு  $\frac{1}{u} - \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  என்றும் இருவகைச் சூத்திரங்கள் பெறப்படுகின்றன. ஆனால் பொருளின் எல்லா நிலைகளுக்கும் ஏற்ற ஒரு சூத்திரத்தைப் பெறுவதற்கு பின்வரும் குறிவழக்குப் பயன்படுகிறது,

### குறிவழக்கு

இவ் வழமையின்படி வில்லையொன்றின் ஒளியியல்மையத்திலிருந்து மெய்யான பொருட்கள், மெய்விம்பங்கள் ஆகியவற்றின் தூரங்கள் நேர்க்குறித்தூரங்கள் (+) எனவும், மாயவிம்பங்களின் தூரங்கள் எதிர்க்குறித் தூரங்கள் (-) எனவும் கொள்ளப்படுகின்றன. ஒரு குவிவுவில்லையின் குவியம் மெய்யானது. அதன் குவியத்தூரம் நேர்க்குறியுடையது. குழிவுவில்லையின் குவியம் மாயமானது. அதன் குவியத்தூரம் எதிர்க்குறியுடையது.

இதன்படி மெய்ஸிம்பத்துக்குப் பெற்ற சூத்திரத்தில்  $u, v, f$  ஆகியவை நேர்க்குறியுடையவை.

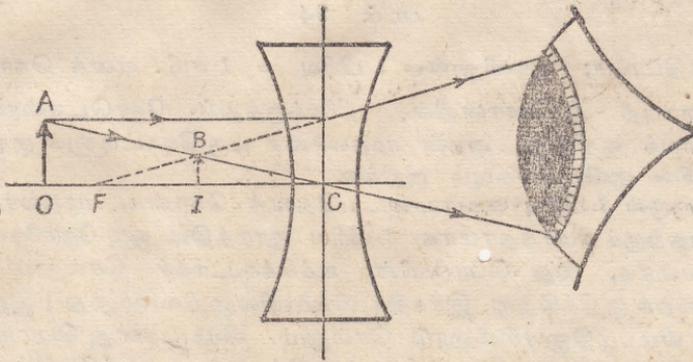
$$\text{ஆகவே } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

மாயவிம்பத்துக்குப் பெற்ற சூத்திரத்தில்  $u, f$ , நேர்க்குறி உடையவை ஆகவும்,  $v$  எதிர்க்குறி உடையதாகவும் இருக்கின்றன. உரிய குறிகளைச் சூத்திரத்தில் இடுவதால்  $\frac{1}{u} - \frac{1}{-v} = \frac{1}{f}$  ஆகும்.

$$\text{அதாவது } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ ஆகின்றது.}$$

தகுந்த குறிகளைப் பாவித்தால்  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  சூத்திரத்தைப் பொருளின் எல்லா நிலைகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

குழிவுவில்லை



படம் 93

குழிவுவில்லை பொருளின் எல்லா நிலைகளுக்கும் சிறிய நிமிர்ந்த மாயவிம்பங்களை பொருட் பக்கத்திலேயே தோற்றச் செய்யும். இவ் விம்பங்கள் பொருளிலும் பார்க்க வில்லைக்கு அண்மையிலே தோற்று கின்றன (படம் 93).

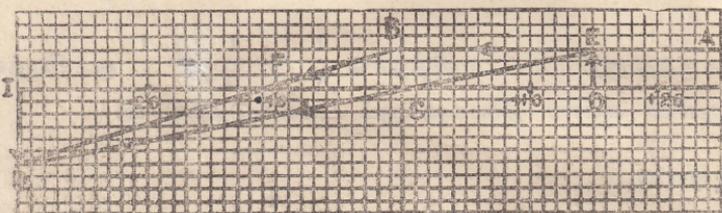
வில்லைகளில் வரும் கணக்குகளைப் பொதுவாகச் சதுரக்கோட்டுத் தாளில் வரைப்படம் அமைத்தும், அல்லது  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  எனும் சூத்திரத்தை உபயோகித்தும் தீர்க்கலாம்.

உதாரணங்கள்:-

(1) 10 சமீ, குவியத்தூரமுள்ள குவிவுவில்லையொன்று ஒரு பொருளிலும் பார்க்க இரு மடங்கு பருத்த விம்பத்தை ஆக்குகின்றது. பொருளின் நிலையை அறிக.

வரைப்பட முறை:-

(a) மெய்விம்பம்



படம் 94

அளவுத்திட்டம்; தாளிலுள்ள 1 பிரிவு = 1 சமீ. எனக் கொள்க.

வரைபுத் தாளொன்றில், நிலைக்குத்துக் கோடொன்றினால் வில்லையைக் குறித்து, அதன் முதலச்சை ஒரு கோட்டினால் குறிக்க. முதலச்சில் குவியத்தையும் குறிக்க.

பொருள் 3 பிரிவு உயரமுடையதெனக் கொள்க. முதலச்சுக்கு மேல் அதற்குச் சமாந்தரமாக 3 பிரிவு தூரத்தில் ஒரு நேர்கோட்டு AB ஐவரைக. இது பொருளின் உச்சிக்கூடாகச் செல்லும் கதி ரொன்றைக் குறிக்கிறது. இக்கதிர் வில்லையில்முறிவடைந்து Fஇனூடு சென்று விம்பத்தினுச்சியினூடு செல்லும். விம்பமானது பொருளைப் போல் இருமடங்கு உயரமாதலால், இக்கதிர் முதலச்சின்கீழ் ஆறு பிரிவுத் தூரத்திலுள்ள D எனும் புள்ளியினூடு செல்லும். ID விம்பத்தின் நிலையமாகும். DC ஐ இணைத்து நீட்டுக. இது AB ஐ E இல் சந்திக்குமாயின் பொருளினுச்சி E ஆகும். பொருளின்நிலை EO ஆகும். ஒளியியல் மையத்திலிருந்து பொருளின் தூரம் 15 சமீ.

சூத்திரப்படி:-

$$\text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{v}{u} = 2$$

$$v = 2u$$

$$f = 10$$

விம்பம் மெய்யானதாயிருக்கும்போது,  $v$  நேர்க்குறி உடையதாகும்.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ இல் } v \text{ க்கு } 2u \text{ ஐ பிரதியிடுக.}$$

$$\frac{1}{2u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

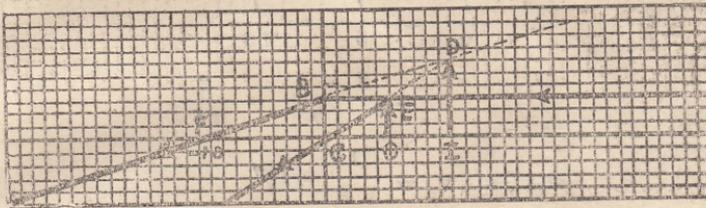
$$\frac{3}{2u} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore u = 15 \text{ சமீ.}$$

அதாவது பொருளின் தூரம் = 15 சமீ.

வரைப்படமுறை:-

(b) மாயவிம்பம்



படம் 95

அளவுத்திட்டம்: 1 பிரிவு = 1 சமீ. எனக்கொள்க.

முன்போலவே இதற்கும் அமைப்பைச் செய்க. ஆனால் D பொருட்பக்கத்திலேயே 6 பிரிவு உயரமுடையதாயும் E ஆனது வில்லை யிலிருந்து 5 பிரிவு தூரத்திலுமிருக்கும். அதாவது E வில்லை யிலிருந்து 5 சமீ. தூரமுடையதாகும்.

சூத்திரப்படி.

$$\frac{v}{u} = 2 \quad \therefore v = 2u$$

மாயவிம்பத்திற்கு  $v$  எதிர்க்குறி உடையது.  $\therefore v = -2u$  ஆகும்

இதனை  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் பிரதியிட்டால்

$$\frac{1}{-2u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{10} \text{ ஆகும்.}$$

$$\frac{1}{2u} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore u = + 5 \text{ சமீ.}$$

2. 5 அங்குல குவியத்தாரத்தையுடைய ஒரு குவிவுவில்லையின் முன் 15 அங்குல தூரத்தில் பொருள் ஒன்று இருக்கின்றது.
- (a) வில்லையிலிருந்து விம்பம் தோற்றுந் தூரத்தைக் காண்க.
- (b) பொருளின் உயரம் 4 அங்குலமாயின், விம்பத்தின் உயரத்தைக் காண்க.

தூதீரப்படி:

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

இங்கு  $u = 15''$ ,  $f = 5''$

எனவே, 
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{15} = \frac{1}{5}$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{v} &= \frac{1}{5} - \frac{1}{15} \\ &= \frac{3 - 1}{15} = \frac{2}{15} \end{aligned}$$

எனவே  $v = \frac{15}{2} = 7\frac{1}{2}''$

அதாவது விம்பதூரம் =  $7\frac{1}{2}''$

(b) தூதீரப்படி:

$$\text{உருப்பெருக்கம் (M)} = \frac{v}{u}$$

$$M = \frac{15}{2 \times 15} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\text{விம்பத்தின் உயரம்}}{\text{பொருளின் உயரம்}} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{விம்பத்தின் உயரம்} &= \frac{1}{2} \times \text{பொருளின் உயரம்} \\ &= \frac{1}{2} \times 4 \\ &= 2'' \end{aligned}$$

3. ஒரு குழிவுவில்லையின் குவியத்தாரம் 12 அங்குலம். ஒரு பொருளானது வில்லையிலிருந்து 4 அங்குலத்தில் இருக்கும்பொழுது விம்பம் எங்கே தோற்றப்படும்? விம்பத்தின் தன்மையை விளக்குக.

குந்தீரப்படி

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$u = + 4''$$

$$f = - 12''$$

u, f ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களை மேற்குத்திரத்தில் பிரதியிடுக.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{4} = - \frac{1}{12}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = - \frac{1}{12} - \frac{1}{4}$$

$$= \frac{- 1 - 3}{12} = \frac{- 4}{12}$$

$$\text{எனவே } v = - 3''$$

விம்பதூரம் எதிர்க்குறியுடையதாயிருப்பதால் விம்பம் மாயமானது, நிமிர்ந்தது. v இன் பெறுமதி u வினதிலும் சிறியதாயிருப்பதால் விம்பம் உருச்சிறுத்தது.

### வினாக்கள்

1. குவிவுவில்லை யொன்றின் முதற் குவியத்தை விளக்குக. தளவாடியையும், ஓர் ஊசியையும் உபயோகித்து எவ்வாறு குவிவுவில்லையின் குவியத் தூரத்தைத் தீர்மானிக்கலாம் என்பதைக் கதிர்ப்படத்துடன் விவரிக்க.

2. வில்லையின் “முதற்குவியம்”, “குவியத்தூரம்” “முதலச்சு” ஆகியவற்றுக்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.

15 சமீ. குவியத்தூரத்தையுடைய குவிவுவில்லையின் முன் 20 சமீ. தூரத்தில் பொருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. வில்லையிலிருந்து என்ன தூரத்தில் விம்பம் தோன்றும்? தோன்றும் விம்பத்தை உம்மரல் முடிந்த அளவு முற்றாக விவரிக்க.

[விடை: 60 சமீ ]

3. (a) ஒரு குவிவுவில்லை கொண்டும் (b) குழிவுவில்லை கொண்டும் பொருளொன்றின் ஒரு நிமிர்ந்த விம்பத்தை உண்டாக்க வேண்டியிருக்கிறது.

ஒவ்வொன்றிலும் வில்லைக்குச் சார்பாகப் பொருளின் நிலையைக் கூறுக. பொருத்தமான படங்களைக் கொண்டு இவ் விம்பங்களின் அமைப்பை விளக்குக. இவ்விம்பங்கள் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றனவென்று காட்டுக.

4. ஓர் ஒருங்குவில்லை மெய்விம்பம் ஆக்குவதையும் அதே வில்லை மாயவிம்பம் ஆக்குவதையும் காட்டப் படங்கள் வரைக.

ஒரு வில்லையிலிருந்து 40 சமீ. தூரத்திலுள்ள ஒரு பொருள் வில்லையின் அதே பக்கத்தில் 10 சமீ. தூரத்தில் ஒரு விம்பத்தை ஆக்குகிறது. வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் கணித்தோ அல்லது படம் வரைந்தோ துணிக, வில்லை எவ்வகையின தென்றும் கூறுக.

[விடை:  $-13\frac{1}{2}$  சமீ. விரிவில்லை]

5. ஒரு குவிவுவில்லையின் குவியத்தூரத்தை எவ்வாறு காணலாம் என்பதை விவரிக்க.

ஒரு குவிவுவில்லையின் குவியத்தூரம் 12 அங்குலம். பொருள் வில்லையிலிருந்து 20 அங்குல தூரத்தில் வைக்கப்பட்டின், விம்ப தூரத்தைக் கணிக்க.

[விடை: 30 அங்குலம்]

6. ஒரு குவிவுவில்லையைக் கொண்டு (a) உருப்பெருத்த மெய் விம்பம் உண்டாதலை (b) மெய்யான, சிறிய விம்பம் உண்டாதலை (c) உருப்பெருத்த மாயவிம்பம் உண்டாதலைப் படங்கள் வரைந்து விளக்குக.

7. "ஒளியியல்மையம்" "இணைக்குவியங்கள்" என்பவற்றை விளக்குக. ஒரு குவிவுவில்லையிலிருந்து 7 சமீ. தூரத்தில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது தோற்றும் விம்பம் மூன்று மடங்காயின் வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் காண்க.

[விடை  $10\frac{1}{2}$  சமீ. (மாயவிம்பம்),  $5\frac{1}{2}$  சமீ. (மெய்விம்பம்)]

8. "உருப்பெருக்கம்" என்பதை விளக்குக.

ஒரு குவிவுவில்லை ஆக்கும் மெய்விம்பத்தைக் கொண்டு, உருப்பெருக்கம் விம்பதூரத்துக்கும், பொருட்டூரத்துக்கும் உள்ள விகிதத்தினால் தரப்படுகிறது எனக் காட்டுக.

குவிவுவில்லையொன்று ஒரு விளக்கின் விம்பத்தை அவ் வில்லையிலிருந்து 3 அடி தூரத்திலிருக்கும் ஒரு திரையில் விழச் செய்து ந்து. விம்பம் பொருளின் 5 மடங்கு பருமனுடையதாயின் வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் காண்க.

[விடை: 5 அங்குலம்]



9. 15 சமீ. குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவுவில்லைக்கு முன்னால் 20 சமீ. தூரத்தில் 1 சமீ. உயரமுள்ள பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. விம்பத்தின் தன்மை, நிலை, பருமன் ஆகியவற்றைத் துணிக. இதை வரைப்பட அமைப்பால் எவ்வாறு துணியலாம் என்பதையும் விளக்குக. [விடை: 60 சமீ., 3சமீ]
10. ஒரு மெழுகுதிரிச் சுவாலையின் 6 மடங்கு பருமனைக் கொண்ட விம்பத்தைச் சுவரொன்றில் 18 சமீ. குவியத்தூரத்தையுடைய குவிவுவில்லையினால் எறிவதற்கு, வில்லையிலிருந்து சுவாலை எத்தூரத்தில் வைக்கப்படவேண்டும்? [விடை: 21 சமீ.]

## தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

- ஒரு வில்லையானது
  - அரியத்தைப் போல் ஒளியை விலகச் செய்கிறது.
  - தளவாடியைப் போல் ஒளியைத் தெறிக்கச் செய்கிறது.
  - ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிக் குற்றியைப் போல் முறியச் செய்கிறது.
  - மேற்கூறிய ஒன்றையும் போல் தொழிற்படாது.
- ஒரு குவிவுவில்லையின் முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் சென்று வில்லையில் படும் ஒளிக் கற்றை
  - முதலச்சை விலக்கி முறியும்
  - தெறித்து வந்த திசையில் திரும்பிச் செல்லும்.
  - முதலச்சை நோக்கி முறியும்.
  - முறிவடையாது செல்லும்.

3. ஒரு குழிவுவில்லை ஏற்படுத்தும் விம்பங்கள் எல்லாம்
- உருப்பெருத்த மாயவிம்பங்களாகும்.
  - உருச்சிறுத்த மாயவிம்பங்களாகும்.
  - உருப்பெருத்த மெய்விம்பங்களாகும்
  - உருச்சிறுத்த மெய்விம்பங்களாகும்.
4. ஒரு சுடரின் உருப்பெருத்த ஒரு மாயவிம்பத்தை ஒரு வில்லை தோற்றுவிக்கிறது. எனவே அவ்வில்லையானது
- குவிவுவில்லை, விம்பம் தலைகீழாயிருக்கும்.
  - குழிவுவில்லை, விம்பம் நிமிர்ந்திருக்கும்.
  - குவிவுவில்லை, விம்பம் நிமிர்ந்திருக்கும்.
  - குழிவுவில்லை, விம்பம் தலைகீழாயிருக்கும்
5. ஒரு குவிவுவில்லைக்கு முன் பொருள் எவ்விடத்தில் இருப்பின், வில்லை உருப்பெருத்த, மாயவிம்பம் உண்டாக்கும்?
- F இல் இருக்கும்பொழுது
  - 2 F இல் இருக்கும்பொழுது
  - F இற்கும் ஒளியியல்மையத்திற்கு மிடையில் இருக்கும் பொழுது
  - 2F இற்கு அப்பால் இருக்கும்பொழுது
6. ஒரு குவிவுவில்லையிலிருந்து 10 சமீ. தூரத்திலிருக்கும் சுடரொன்றின் விம்பம் 10 சமீ. தூரத்தில் தோற்றுகிறது. எனவே விம்பமானது
- உருப்பெருத்த மாயவிம்பமாகும்
  - உருச்சிறுத்த மாயவிம்பமாகும்
  - உருப்பெருத்த மெய்விம்பமாகும்
  - உருச்சிறுத்த மெய்விம்பமாகும்
7. 20 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லைக்கு முன்பு வைக்கப் பட்டிருக்கும் பொருளொன்றின் தலைகீழான விம்பம் பொருளளவு பருமனுடையதாய் இருக்கின்றது. வில்லையிலிருந்து பொருளின் தூரம் என்னவாகும்.
- 20 சமீ. (ii) 40 சமீ. (iii) 10 சமீ. (iv) 20 சமீ. க்கும் 40 சமீ. க்கு மிடையில்

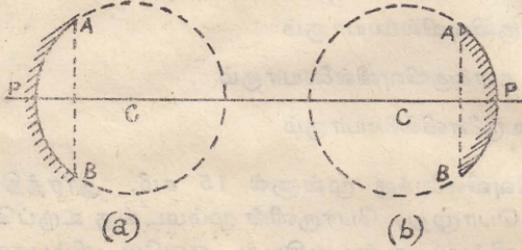
8. ஒரு குவிவுவில்லைக்கு முன்பு 20 சமீ. தூரத்தில் ஒரு பொருள் இருக்கின்றது. விம்பம் எதிர்ப்புறத்தில் வில்லையிலிருந்து 30 சமீ. தூரத்தில் உண்டாகின்றது. எனவே வில்லையின் குவியத் தூரம் (i) 25 சமீ. (ii) 12 சமீ. (iii)  $1\frac{1}{2}$  சமீ. (iv) 15 சமீ
9. ஒரு வில்லையின் முன்பு இருக்கும் பொருளொன்றின் உருச் சிறுத்த விம்பம், பொருளிருக்கும் பக்கத்தில் தோற்றுமாயின், அவ்வில்லை
- (i) ஒரு குழிவுவில்லையாகும்  
(ii) ஒரு குவிவுவில்லையாகும்  
(iii) ஒரு தளக்குவிவுவில்லையாகும்  
(iv) ஒர் உருளைவில்லையாகும்
10. ஒரு குவிவுவில்லைக்கு முன்னால் 15 சமீ. தூரத்தில் பொருள் இருக்கும்பொழுது, பொருளின் மும்மடங்கு உருப்பெருக்கத்தை யுடைய விம்பம் உண்டாகியது. எனவே விம்பதூரம்
- (i) 30 சமீ. ஆகும் (ii) 15 சமீ. ஆகும். (iii) 7.5 சமீ ஆகும். (iv) 45 சமீ. ஆகும்.
11. 'L' வடிவக் கம்பியொன்று ஒரு குவிவுவில்லைக்கு முன்பு, குவியத்துக்கப்பால் இருக்கும்பொழுது, அதன் விம்பம் எவ்வடிவமாகத் தோற்றும்?
- (i) L (ii) 7 (iii) Γ (iv) L
12. பொருளொன்றின் உருப்பெருத்த, நிமிர்ந்த விம்பத்தைத் தோற்றுவிப்பதற்கு பொருளானது ஒரு
- (i) குழிவுவில்லையின் குவியத்தூரத்திற்குள் ளிருக்கவேண்டும்,  
(ii) குவிவுவில்லையின் குவியத்தூரத்திற்குள் ளிருக்க வேண்டும்  
(iii) குழிவுவில்லைக்கு முன் எந்த இடத்திலும் இருக்கலாம்.  
(iv) குவிவுவில்லைக்கு முன் குவியத்திற்கு வெளியேயிருக்க வேண்டும்.

## அலகு 9

கோளவாடிகள், ஒளியியற் கருவிகள், ஒளியின் வேகம்

### கோளவாடிகள்

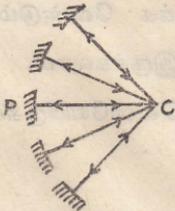
ஒரு மின்குளில், ஒளிரும் மின்குமிழுக்குப் பின்னேயுள்ள ஆடி, வெள்ளிமுலாம் பூசிய கிண்ணம் போலிருக்கின்றது. இக் கோளவாடி ஒளியை ஒடுக்கி ஒரே திசையில் செலுத்தப் பயன்படுகின்றது. கோள ஒட்டொன்றினைத் தளமொன்றினால் வெட்டினால் போலமைந்த ஆடித் துண்டுகள் எல்லாம் கோளவாடிகள் எனப்படும்.



படம் 96

கோளவாடியொன்று எந்த ஒரு கோளத்தின் பாகமாயமைந்திருக்கின்றதோ அக்கோளத்தின் மையம் 'C' (படம் 96) வளைவுமையம் எனப்படும். ஆடியின் தெறிப்பு முகம் படம் 96 (a) இலிருப்பது போல் உட்குழிவாயிருப்பின், அது குழிவாடி எனப்படும். படம் 96 (b) இலிருப்பதுபோல் பின்வளைவானதாயின் குவிவாடி எனப்படும்.

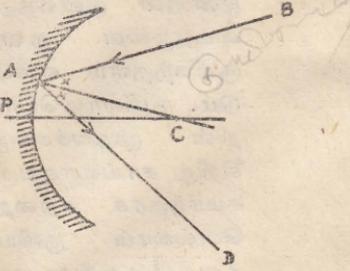
கோளவாடி யொன்றினது தெறிப்புமுகப் பரப்பின் மத்திய புள்ளி P (படம் 96) முனைவு என்றும், இம் முனைவுக்கும் வளைவு மையம் 'C' க்கும் இடைத்தூரம் வளைவினாரை என்றும், இவ்விரு புள்ளிகளுக்கூடாகச் செல்லும் நேர்கோடு முதலச்சு என்றும் சொல்லப்படும். கோளவாடியொன்றின் தெறிப்புமுகத்தின் விட்டம் அதன் துவாரப்பருமன் எனப்படும். சிறு சமதளவாடிகள் பலவற்றைக் கோளப்பரப்பில் பொருத்தியிருப்பதுபோன்ற அமைப்பைக் கோளவாடிகள் பெற்றிருக்கின்றன (படம் 97). ஆதலால் இவற்றின் மீது ஏற்படும் ஒளித்தெறிப்பும் சாதாரண தெறிப்பு விதிகளுக்கு அமையவே நிகழ்கின்றது.



படம் 97

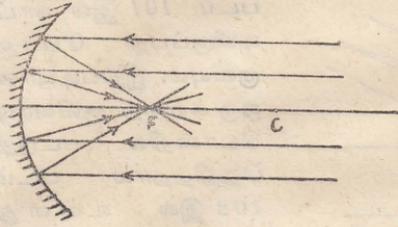
கோளவாடி யொன்றின் வளைவுமையம் C க்கூடாக வந்து படும் கதிர் ஒவ்வொன்றும் படுபுள்

னியில் ஆடிக்குச் செங்குத்தாக யிருக்கும். ஆதலால் அவை படம் 97 இல் காட்டியிருப்பதுபோல் அதே திசையில் தெறித்துத் திரும்பும்.



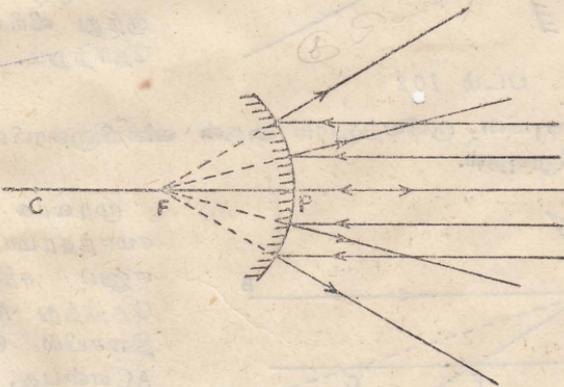
படம் 98

வேறு திசையில் வந்துபடும் கதிர்களும் தெறிக்கும் கதிர்களும் படுபுள்ளி A இல் (படம் 98) உள்ள செங்குத்துக் கோடு AC உடன் சம கோணங்களை ஆக்குபவையாக இருக்கும்.



படம் 99

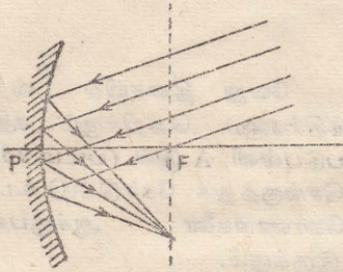
முதலச்சுக்கு அண்மையில் அதற்குச் சமாந்தரமாகவுள்ள ஒளிக்கற்றைகளைக் குழிவாடியொன்று அதன் முதலச்சில் ஒரு புள்ளிக்குக் குவியச் செய்யும். இப்புள்ளி குழிவாடியின் முதற்குவியம் எனப்படும், (படம் 99)



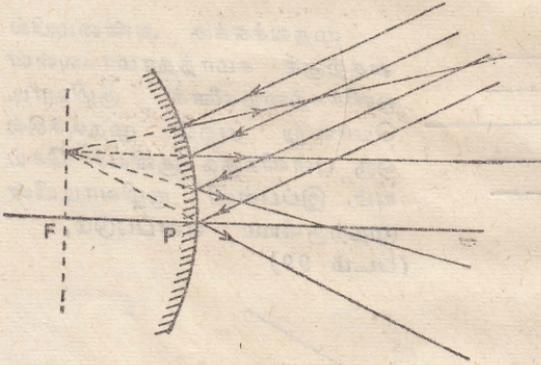
படம் 100

ஆனால் குவிவாடி ஒன்று அதன் முதலச்சுக்கு அண்மையில் அதற்குச் சமாந்தரமாக வந்துபடும் கற்றைகளை, முதலச்சில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிந்துவருவதுபோல தெறிப்படையச் செய்யும் (படம் 100). இப்புள்ளியே அதன் முதற்குவியமாகும்.

முனைவு P இற்கும் குவியம் F இற்கும் இடைத்தூரம் குவியத்தூரம் எனப்படும்.

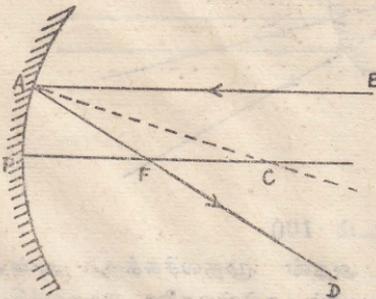


படம் 101



படம் 102

கோளவாடியின் குவியத்தூரம் அதன் வளைவினரையின் அரைப்பங்கு என நிறுவுதல்.



படம் 103

முதலச்சுக்குச் செங்குத்தாகக் கோளவாடி ஒன்றின் குவியத்திலமைந்துள்ள தளம் குவியத்தளம் எனப்படும். குழிவாடியொன்றின் முதலச்சுக்குச் சிறிது சாய்வாகவரும் சமாந்தரக் கற்றைகளெல்லாம் குவியத்தளத்தில் உள்ள ஏதாவதொரு புள்ளிக்கே படம் 101 இல் காட்டியிருப்பது போல் குவியம். இப்படியான ஒரு கற்றை குவிவாடியொன்றில் பட்டுத் தெறித்தால் படம் 102 இல் உள்ளது போல் குவியத்தளத்தில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிவதுபோல் தோற்றும்.

முதலச்சு CPக்குச் சமாந்தரமான BA எனும் சுதிரொன்று தெறித்து AF எனும் திசையில் செல்லும். AC என்பது, படுபுள்ளி A இலுள்ள செங்குத்தாகும் (படம் 103). ஆகவே தெறிப்பு விதிப்படி

$$\angle BAC = \angle CAD$$

இன்னும்  $\angle BAC = \angle ACF$  (ஒன்றுவிட்ட கோணங்கள்)

$$\therefore \angle CAD = \angle ACF$$

$$\therefore AF = CF$$

ஆடியின் தெறிப்புமுகம் சிறியதாயின் புள்ளி 'A' முனைவு P க்கு மிக அண்மையிலிருக்கும். அப்படியிருக்கும்போது அண்ணளவாக

$$AF = PF \quad \text{ஆகும்}$$

$$\therefore PF = CF$$

$$\text{எனவே } PF + CF = 2 PF$$

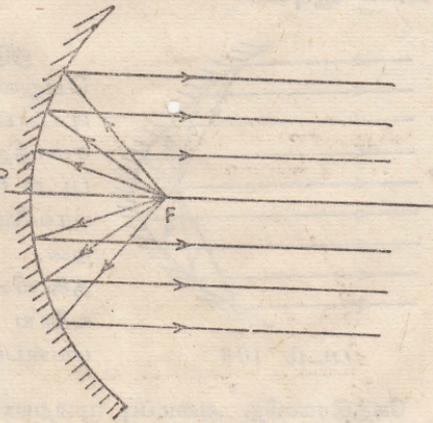
$$\therefore PC = 2 PF$$

$$\text{வளைவினாரை } r = 2f \quad (f = \text{குவியத்தூரம் } PF)$$

இதேபோலக் குவிவாடி ஒன்றிற்கும்  $r = 2f$  என நிறு வலாம். ஆகவே கோளவாடியொன்றின் துவாரப்பருமன் வளை வினாரையோடு ஒத்துநோக்குமிடத்து மிகச் சிறியதாயிருப்பின், வளைவினாரை குவியத்தூரத்தின் இரண்டுமடங்காகும்.

குழிவாடியினால் விரிகற்றையைச் சமாந்தரக்கற்றையாக்குதல்

சமாந்தரமான கற்றைகளை ஒடுக்கி குவியத்தில் குவியச் செய்வதற்கு மறுதலையாக, குழி வாடியொன்று அதன் குவியத் திலிருந்து விரியும் கதிர்களைக் (படம் 104) தெறித்தபின் முதல் லச்சுக்குச் சமாந்தரமான ஒரு கற்றையாக மாற்றும்.



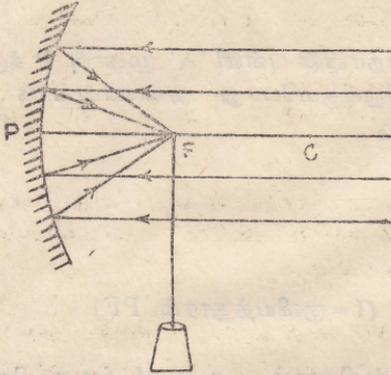
படம் 104

இதனாலேயே மின்சூளிகள், மோட்டர் வாகனங்கள் முதலியவற்றின் தலைவிளக்குகள், துருவுவிளக்குகள் எல்லாவற்றிலும் ஒளிரும் மின்குமிழ்களுக்கு

குப் பின்னே குழிவாடிகள் வைக்கப்படுகின்றன. மின்குமிழானது ஆடியின் குவியத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்போதே செறிந்த சமாந்தரக்கற்றை பெறப்படும்.

குழிவாடியொன்றின் குவியத்தூரத்தைத் துணிதல்

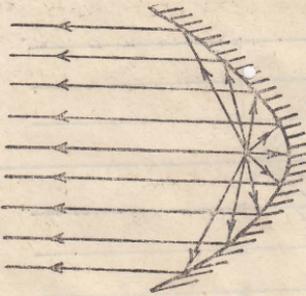
குழிவாடியொன்றைத் தாங்கி ஒன்றிற் செங்குத்தாக நிறுத்துக. ஒரு மின்சூளிலிருந்து வரும் சமாந்தரக்கற்றை ஒன்றைக் குழிவாடியின் முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செலுத்துக. இக்கற்றை குழி



படம் 105

ஊசிக்கும் இடைத்தூரத்தை மீற்றர்ச் சட்டத்தினால் அளக்க. இதுவே குழிவாடியின் அண்ணளவான குவியத்தூரமாகும். இத் தூரத்தை மிக நுணுக்கமாக அளவிட்டால் உண்மையான குவியத்தூரத்தைப் பெறலாம்.

பரவளைய ஆடிகள்



படம் 106

ஒடுங்கிய சமாந்தரக் கற்றையைப் பெறுவதற்கு மட்டுமே கோளவாடிகளைப் பயன்படுத்தலாம். அகன்ற சமாந்தரக் கற்றையைப் பெறுவதற்கு படம் 106 இல் காட்டியது போன்ற பரவளைய ஆடிகளைப் பயன்படுகின்றன. துருவுவிளக்குகள், கார்களின் தலைவிளக்குகள் முதலியவற்றில் பரவளைய ஆடிகளும் தெறிகருவிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

கேத்திரகணித அமைப்பு முறையாக, விம்பத்தின் நிலை, பருமன் முதலியவற்றை அறிதல்.

கோளவாடிகளில் உண்டாகும் விம்பங்களின் நிலைகளைக் கேத்திரகணித முறைப்படி அமைக்க மூன்று வகையான கதிர்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

1. முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமான கதிர் குழிவாடி ஒன்றிற் தெறித்த பின்னர் அதன் குவியத்தினூடு செல்லும்; குவிவாடியில் பட்டுத் தெறிக்கும்போது குவியத்திலிருந்து விரிவதுபோல் தோற்றும்.
2. வளைவு மையத்தினூடு செல்லும் கதிர் ஆடியின்மீது செங்குத்தாகப் படுவதால் அதே திசையில் திரும்பிச் செல்லும்.
3. குவியத்தினூடு சென்று ஆடியிற்படும் கதிர்கள் தெறித்தபின் முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும். இது முதலாவதற்கு மறுதலையானதாகும்,

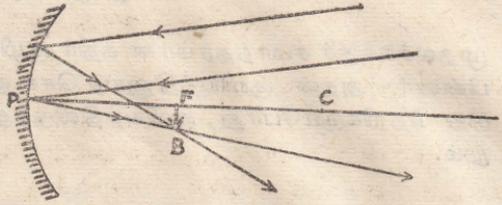
இவற்றில் இரண்டு கதிர்களைப் பிரயோகித்து விம்பத்தின் நிலையை நிர்ணயிக்கலாம். மூன்றாவது கதிரினை விம்பநிலையை மேலும் நிச்சயிக்கப் பிரயோகிக்கலாம்.

ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்களை ஓர் ஆடியினால் அல்லது வில்லையினால் ஒருக்கி, ஒரு தளத்திற் குவியச் செய்யும்போது அத்தளத்தில் ஏற்படும் பொருளின் தோற்றம் மெய்விம்பம் எனப்படும். ஆடியின் முன்னுள்ள விம்பங்களெல்லாம் மெய்விம்பங்களாகும்,

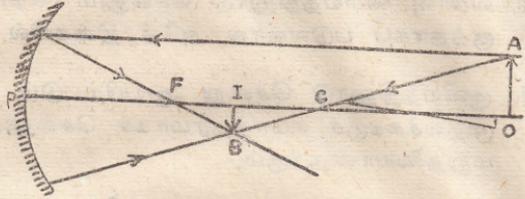
ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்கள் ஓர் ஆடியினால் அல்லது வில்லையினால் விரிவடையும் போதும் அப்பொருளின் விம்பம் ஒன்றை தோற்றுவிக்கின்றன. இவ் விம்பத்திலிருந்து கதிர்கள் வருவதுபோல் தோற்றினாலும், உண்மையில் அதிலிருந்து வருவதில்லை. இவ்விதம் தோற்றும் விம்பங்களெல்லாம் மாயவிம்பங்கள் எனப்படும். மாயவிம்பங்களெல்லாம் ஆடியின் பின்னே தோற்றும்.

கோளவாடிகள் தோற்றுவிக்கும் விம்பங்களின் நிலைகளைக் கதிர்ப்படங்கள் வாயிலாகப் பின்வருமாறு துணியலாம் (படம் 107)

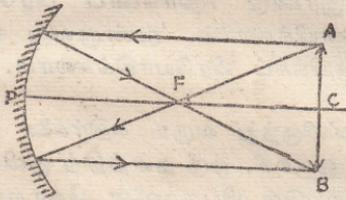
1. பொருள் முடிவிலியில்  
 விம்பம் F இல்; மெய்யா  
 னது, தலைகீழானது, சிறி  
 யது.



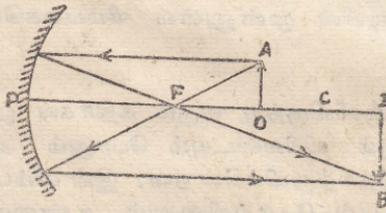
2. பொருள் Cக்கு அப்  
 பால்; விம்பம் Cஇற்கும்  
 Fஇற்குமிடையில், மெய்  
 யானது, தலைகீழானது,  
 சிறியது.



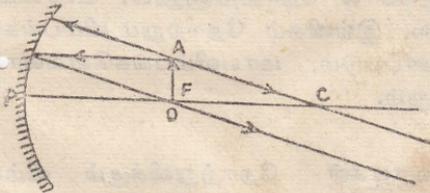
3. பொருள் Cஇல் விம்  
 பம் Cஇல், மெய்யானது  
 தலைகீழானது பொருள  
 வானது



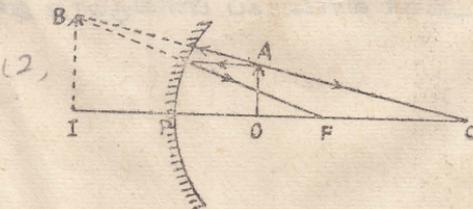
4. பொருள் Cக்கும்  
 F க்குமிடையில், விம்  
 பம் Cக்கு வெளியே  
 மெய்யானது, தலைகீழ  
 னது, உருப்பெருத்தது



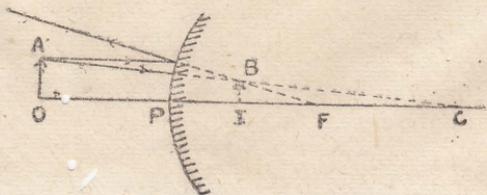
5. பொருள் F இல் விம்  
 பம் முடிவிலியில்



6. பொருள் F க்கும் P க்  
 கும் இடையில், விம்பம்  
 ஆடியின் பின்னே, மாய  
 மாளது. நிமிர்ந்தது  
 உருப்பெருத்தது.



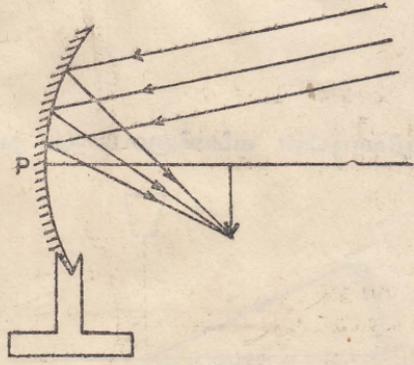
7. குவிவாடியில் பொரு  
 ளின் எந்தநிலைக்கும், விம்  
 பம் ஆடிக்குப் பின்னே,  
 மாயமானது, நிமிர்ந்தது  
 சிறுத்தது.



குழிவாடி ஒன்றினது குவியத்தூரத்தை அளவிடுதல்

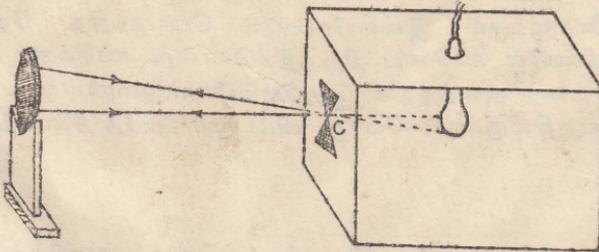
சிறிய துவாரப்பருமனுடைய குழிவாடியொன்றினை 'V' வடிவத் தாங்கியொன்றில் வெகுதூரத்திலுள்ள ஒரு பொருளுக்கு நேராக நிறுத்துக. ஆடியின் முன்னே வெள்ளைத் திரையொன்றை நிறுத்துக. இத் திரையை முன்னே நகர்த்திப் பொருளின் தெளிவான விம்பம் ஏற்படும் நிலையில் நிறுத்திவைத்தல் வேண்டும். இத் திரைக்கும் ஆடிக்குமுள்ள தூரத்தை அளந்து கொள்க. இவ்வாறு பலமுறை செய்து பெறப்படும் தூரங்களின் சராசரியைக் கணிக்க. இதுவே குழிவாடியின் அண்ணளவான குவியத்தூரமாகும்.

முடிவிலியிலுள்ள பொருளொன்றின் உச்சியிலிருந்து விரியும் கதிர்களில், கோளவாடியின் ஒடுங்கிய முகத்தின்படும் கதிர்கள், ஏறத்தாழ ஒன்றுக்கொன்று படம் 108 இல் காட்டியதுபோற் சமாந்தரமாகவிருக்கும். தெறித்தபின், இவை உச்சியின் விம்பத்தை குவியத்தளத்தில் ஒரு புள்ளியில் தோற்றச் செய்யும். இவ்வாறே பொருளின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் குவியத்தளத்தில் பிரகாசமான புள்ளிகளை தோற்றுவிப்பதால், விம்பம் தோற்றுகின்றது.



படம் 108

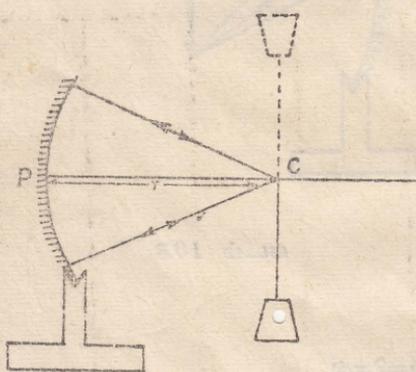
குழிவாடியின் வளைவினாரையைத் துணிதல்



படம் 109

ஒரு பெட்டியின் பக்கமொன்றில் முக்கோண வடிவத் துளையொன்றை யிட்டு, அத்துளையை வலை ஒன்றினால் அடைத்துவிடுக. இப் பெட்டிக்குள் மின்விளக்கொன்றை வைத்து வலையைப் பிரகாசப் படுத்துக. தரப்பட்ட குழிவாடியை இம் முக்கோணவலையின் முன் ஒரு 'V' வடிவத்தாங்கியில் நிறுத்துக (படம் 109). தெளிவான வலையின் விம்பம் பெட்டியில் வலைக்கருகே விழுமாறு, ஆடியின் தூரத்தைச் சரிசெய்க. இந்நிலையில், ஆடிக்கும் வலைக்குமிடையிலுள்ள தூரம் வலைவிரையாகும். இதுலுண்டாகும் விம்பமானது பொருளளவு பருமனுடையதாயும், தலைகீழானதாயிருப்பதை அவதானிக்க.

குழிவாடியின் வலைவிரையைத் துணிதல் (ஊசிமுறை)



படம் 110

எல்லா நிலைகளுக்கும் இவையிரண்டும் பொருந்தித் தோற்றுமாயின், அந்நிலையில் ஊசியை நிறுத்திக்கொள்க. ஊசிக்கும் ஆடிக்கும் உள்ள தூரத்தை அளந்தறிக. இதுவே வலைவிரையாகும். பொருள் வலைவுமையத்திலிருக்கும் போது விம்பமும் அதே நிலையத்தில் ஏற்படுகிறது.

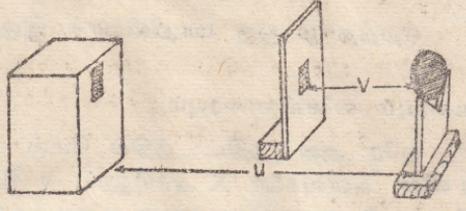
தக்கையொன்றிற் பொருத்திய நீண்ட ஊசியொன்றின் உச்சி, 'V' வடிவத் தாங்கியில் நிறுத்திய குழிவாடியின் முதலச்சிலிருக்கத் தக்கதாக, அதன் முன்னே நிறுத்துக (படம் 110). ஆடியின் முன் தோற்றும் ஊசியின் விம்பமும், ஊசியும் ஒன்றும் வரை ஊசியின் நிலையைச் சரிசெய்க, இடமாறுதோற்றவழுவின்றி விம்பமும் ஊசியும் பொருந்தியிருக்கின்றனவா என்பதை அவதானிக்க. கண்ணின்

குழிவாடிச் சூத்திரத்தைப் பரிசோதனைவாயிலாகத் துணிதல்

'V' வடிவத்தாங்கியில் நிறுத்தப்பட்ட குழிவாடியொன்றை ஒளிப் பெட்டி ஒன்றிலுள்ள பிரகாசமான செவ்வகவடிவமுடைய வலையின்

முன்னே எறக்குறைய ஒரு மீற்றர் தூரத்திலிருக்கத் தக்கதாக வைக்க. தெறித்து வரும் கதிர்கள் வெள்ளைத்திரை ஒன்றின்மீது படத்தக்கதாக ஆடியைச் சிறிது திருப்பிவைத்துக்கொள்க(படம்111). திரையை வலையின் தெளிவான விம்பம் ஏற்படும் நிலைக்கு நகர்த்துக.

ஆடியிலிருந்து பொருட் டிரைம் 'u' ஐயும் விம்ப தூரம் 'v' ஐயும் அளந்து குறித்துக் கொள்க. விம்பத்தின் உயரம் 'h<sub>1</sub>' பொருளின் (செவ்வக வலையின்) உயரம் 'h' ஆகியவற்றையும் கவனமாக அளந்து குறித்துக் கொள்க. இதே போலப்



படம் 111

பொருளை வேறுபல நிலைகளுக்கு நகர்த்தி, ஒவ்வொரு நிலையிலும் மேற்குறிப்பிட்ட கணியங்களை அளந்து பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்துக.

தூரங்கள் (சமீ.)		பருமள்		$\frac{h_1}{h}$	$\frac{v}{u}$	$\frac{l}{u}$	$\frac{l}{v}$	$\frac{l}{v} + \frac{l}{u}$
u	v	h	h <sub>1</sub>					

பரிசோதனையின் பெறுபேறுகள் பின்வரும் உண்மைகளைப் புலப்படுத்துக.

$$1. \frac{\text{விம்ப உயரம் } (h_1)}{\text{பொருள் உயரம் } (h)} = \frac{\text{விம்ப தூரம் } (v)}{\text{பொருட்டூரம் } (u)}$$

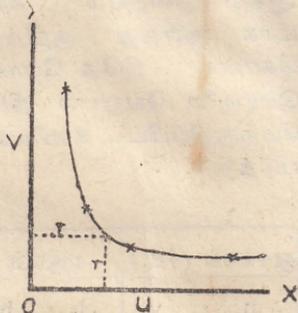
$\frac{\text{விம்ப உயரம்}}{\text{பொருள் உயரம்}}$  என்னும் விகிதம் விம்பம் பொருளிலும்

பார்க்க எத்தனை மடங்காகும் என்பதைக் குறிப்பதனால் இவ் விகிதம் உருப்பெருக்கம் எனப்படும்.

2. அட்டவணையில் கடைசி நிரலிலுள்ள  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u}$  இன் பெறுமதி ஏறத்தாழ ஒரு மாறிலியாக இருக்கும்.

வரைபும் வளைவினாரையும்

ஒரே அளவுத்திட்டத்தில் மேல் அட்டவணையிற் பெறப்படும்  $u$  வின் அளவுகளை  $X$  அச்சிலும்,  $v$  இன் அளவுகளை  $Y$  அச்சிலும் கொண்டு வரைபொன்றை அமைத்தால் அது செங்கோண அதிபரவளைவாக அமையும் (படம் 112).  $u$  இன் பெறுமானம் மிகப் பெரிதாகும்போது,  $v$  குவியத்தூரப் பருமனை அணுகும். இதேபோல  $v$  பெரிதாகும் போது  $u$  குவியத்தூரப் பருமனை அணுகுகின்றது. எனினும், எப்புள்ளியில்  $v$  அல்லது  $u$  குவியத்தூரத்திற்கு சமனாகும் என்பதை வரைபிலிருந்து திட்டமாகக் கூற இயலாது. ஆனால் பொருட்டிரம், விம்பதூரம் ஆகியவை, பொருள் வளைவுமையத்திலிருக்கும்போது சமனாகும்:  $\angle YOX$  இன் இருசமவெட்டியை வரைந்தால் அது வளையியை வெட்டும் புள்ளியில்  $u$  உம்  $v$  உம் சமனாகும். இப்புள்ளியிலிருந்து அச்சுக்களின் தூரத்தை அளந்து வளைவினாரை  $r$  ஐத் துணியலாம்.

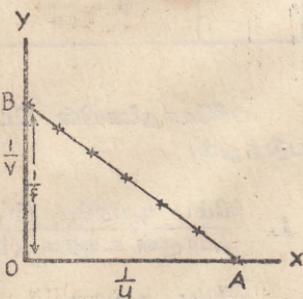


படம் 112

$\frac{1}{v}$ ,  $\frac{1}{u}$  வரைபும் குவியத்தூரமும்

மேலுள்ள  $u$ ,  $v$  அட்டவணையில்  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u}$  நிரலிலுள்ள பெறுமானங்கள் ஏறத்தாழ ஒரு மாறிலியாயிருப்பதைக் காணலாம். இக் குழிவாடியின் குவியத்தூரம்  $f$  ஐ முன்கூறிய முறையொன்றினால் கண்டறிந்து  $\frac{1}{f}$  இன் பெறுமானத்

தையும் கணிக்க, இது  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u}$  நிர



படம் 113



டாகச் செல்கிறது. AC, படுபுள்ளி A இலுள்ள செவ்வனாகும், எனவே தெறிப்பு விதிப்படி

$$\angle OAC = \angle IAC$$

$\triangle OAI$  இன் உச்சிக்கோணம்  $OAI$ யை,  $AC$  இருசம கூறிடுவதால் கேத்திரகணிதப்படி,

$$\frac{OA}{IA} = \frac{OC}{IC}$$

A ஆனது Pக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும்போது அண்ணளவாக

$$OA = OP; \quad IA = IP$$

$$\therefore \frac{OP}{IP} = \frac{OC}{IC}$$

$$\text{பொருட்டீரம் } OP = + u$$

$$\text{விம்பதூரம் } IP = + v$$

$$\text{வளைவினாலை } CP = + r$$

ஆகியவற்றை மேற்சமன்பாட்டில் பிரதியிடுவதால்

$$\frac{u}{v} = \frac{u-r}{r-v} \text{ என்பது பெறப்படும்.}$$

$$\therefore ur - uv = uv - vr$$

$$ur + vr = 2uv$$

இச் சமன்பாடு  $uvr$  ஆற் பிரிக்கப்பட்டின்

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} \text{ ஆகும்.}$$

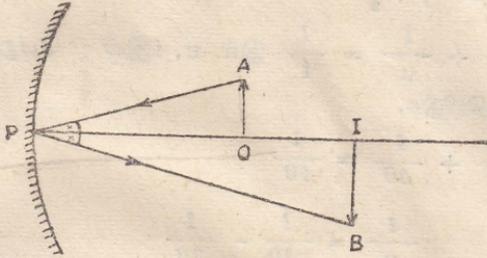
$$\text{ஆனால் } r = 2f$$

$$\text{எனவே } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ ஆகும்.}$$

குறிவழக்கில் குறிப்பிட்டபடி, தகுந்த குறிகளைப் பிரயோகிப்பதால் குழிவாடியில் தோற்றும் மாயவிம்பங்களுக்கும், குவிவாடியில் தோற்றும் விம்பங்களுக்கும் இதே சூத்திரத்தைப் பெறலாம்.

இச் சூத்திரத்தைப் பிரயோகிக்கும்போது தெரிந்த கணியங்களுக்கு மட்டும் உரிய குறியை இடுதல் வேண்டும்.

உருப்பெருக்கம் =  $\frac{v}{u}$  என நிறுவுதல்.



படம் 115

OA எனும் பொருளொன்றின் உச்சியிலிருந்து செல்லும் AP எனும் கதிர் தெறித்தபின் விம்பம் IB இன் உச்சிக்கூடாக PB என்ற திசையில் செல்லும் (படம் 115).

APO, BPI என்னும் முக்கோணிகளில்

$$\angle APO = \angle BPI \text{ (தெறிப்புவிதிப்படி)}$$

$$\angle AOP = \angle BIP \text{ (செங்கோணங்கள்)}$$

$\therefore \triangle APO, \triangle BPI$  ஆகியவை வடிவொத்த முக்கோணங்களாகும்.

$$\therefore \frac{BI}{AO} = \frac{IP}{OP} = \frac{v}{u}$$

ஆதலால் உருப்பெருக்கம் (M) =

$$\frac{\text{விம்ப உயரம்}}{\text{பொருள் உயரம்}} = \frac{\text{விம்ப தூரம்}}{\text{பொருள் தூரம்}}$$

இதேபோல் குவிவாடிக்கும் இது பொருந்துமென நிறுவலாம்.

பொருளும் விம்பமும் மெய்யானவையாயின், உருப்பெருக்கம் நேர்க்குறி (+) உடையதாயிருக்கும். ஆனால் மெய்யான பொருளும் மாயவிம்பமாயிருப்பின், உருப்பெருக்கம் எதிர்க்குறி (-) உடையதாயிருக்கும்.

உதாரணங்கள் :-

1. 20 சமீ. வளைவினொரையுள்ள குழிவாடியொன்றின் முதலச்சில் அதன் முனைவிலிருந்து 30 சமீ. தூரத்தில் ஒளிர்வுள்ள ஒன்று வைக்கப்பட்டின், அதன் விம்பத்தின் நிலையைக் காண்க.

நிலின்படி  $u = + 30$  சமீ.  
 $r = + 20$  சமீ.  
 $\therefore f = + \frac{20}{2} = 10$  சமீ.

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல்  $u, f$ இன் பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக.

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{30} = \frac{1}{10}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{v} &= \frac{1}{10} - \frac{1}{30} \\ &= \frac{3 - 1}{30} = \frac{2}{30} \\ &= \frac{1}{15} \end{aligned}$$

$$\therefore v = 15 \text{ சமீ.}$$

ஆகவே ஒரு மெய்விம்பம் ஆடியின்முன் 15 சமீ. தூரத்தில் தோன்றும்.

2. 16 சமீ. குவியத்தூரமுள்ள குழிவாடியொன்றின் முன் 12 சமீ. தூரத்தில் பொருளொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. விம்பத்தின் தூரத்தைக் கணிக்க.

நிலின்படி  $u = + 12$  சமீ.  
 $f = + 16$  சமீ.

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் மேற்பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக.

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{12} = \frac{1}{16}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{v} &= \frac{1}{16} - \frac{1}{12} \\ &= \frac{3 - 4}{48} \\ &= - \frac{1}{48} \end{aligned}$$

$$\therefore v = - 48 \text{ சமீ.}$$

ஆகவே ஒரு மாயவிம்பம் ஆடியின் பின்னே 48 சமீ. தூரத்தில் தோற்றும்.

3. 30 சமீ. குவியத்தூரமுள்ள குவிவாடியொன்று, பொருளொன்றின் அரைமடங்கு நீளமுடையதான விம்பத்தை உண்டாக்குவதற்குப் பொருள் ஆடியிலிருந்து எத்தூரத்தில் வைக்கப்படல் வேண்டும்?

நரவீன்படி  $f = - 30$  சமீ.

உருப்பெருக்கம் =  $-\frac{1}{2} = \frac{v}{u}$  (குவிவாடியில்தோற்றும் விம்பங்கள் எப்பொழுதும், மாயமானதால்)

$\therefore v = -\frac{u}{2}$  இதனை

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் பிரதியிட்டால்

$-\frac{2}{u} + \frac{1}{u} = -\frac{1}{30}$

$\frac{-2+1}{u} = -\frac{1}{30}$

$-\frac{1}{u} = -\frac{1}{30}$

$\therefore u = 30$  சமீ.

எனவே பொருள் குவிவாடிக்கு முன் 30 சமீ. தூரத்தில் இருத்தல் வேண்டும்.

4. ஒரு கோளவாடிக்குமுன் 60 சமீ. தூரத்தில் பொருளொன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. விம்பமொன்று ஆடியின்பின் 15 சமீ. தூரத்தில் காணப்பட்டின், ஆடியின் வகையை விளக்கி, குவியத்தூரத்தைக் காண்க.

நரவீன்படி  $u = + 60$  சமீ.

$v = - 15$  சமீ.

(ஆடிக்குப்பின் தோற்றும் விம்பங்கள் எப்பொழுதும் மாயமானதால்)

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் மேற்பெறுமானங்களை பிரதியிடுக.

$-\frac{1}{15} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f}$

$-\frac{3}{60} = \frac{1}{f}$

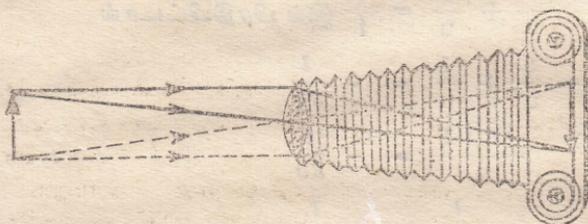
$\therefore f = - 20$  சமீ.

எனவே ஆடி ஒரு குவிவாடியாகும்; குவியத்தூரம் = 20 சமீ.

## ஒளியியற் கருவிகள்

கமரா

ஓர் எளிய பெட்டிக் கமரா, ஒரு பக்கத்தில் குவிவுவில்லை பொருத்திய ஒளிஇறுக்கப் பெட்டியால் ஆக்கப்பட்டதாகும். வில்லைக்கு எதிர்ப்புறத்தில் ஒளிஉணர் தட்டம் அல்லது படலம் ஒன்று பொருத்தப்படுகிறது. குவிவுவில்லை பொருட்களின் மெய்விம்பத்தைப் படலத்தில் விழச் செய்கிறது (படம் 116). வில்லைக்கும் படலத்துக்கும் இடைத்தூரம் (விம்பதூரம்) பெட்டிக்கமராக்களில் மாறாதிருக்கிறது.



படம் 116

இத்தூரம் வில்லையின் குவியத்தூரத்துக்குச் சமனாகவிருக்கும். பொதுவாக மிகத்தூரத்திலிருக்கும் பொருட்களின் மெய்விம்பங்கள் படலத்தில் வில்லையினால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. எனினும் செய்முறையில் 8 அடிக்கப்பாலுள்ள பொருட்கள் மிகத்தூரத்திலுள்ள பொருட்களெனக் கொள்ளப்படலாம். ஆனால் சிறந்த கமராக்களில் துருத்திபோன்று அமைந்திருக்கும் முன்பாகத்தில் வில்லை பொருத்தப்படுகிறது. இதனால் வில்லைக்கும் படலத்துக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் மாற்றத்தக்கதாக இருக்கிறது.

கமராக்களின் முக்கிய பாகங்களும் அவற்றின் தொழிற்பாடுகளும்

1. கறுத்த ஒளிஇறுக்கப் பெட்டி: இது ஒளிஉணர் படலத்தை ஒளிபடாது பாதுகாக்கப் பயன்படுகிறது. இதன் உட்புறமும் கறுப்பாக இருப்பதனால் வில்லைக்கூடாகப் புகும் ஒளிக்கதிர்களில் படலத்தைத் தவிர்த்த ஏனைய இடங்களில் படும் கதிர்களும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. சிறந்த கமராக்களில் துருத்தி போன்ற பாகம், வில்லையை நகர்த்தித் தெளிவான விம்பத்தைப் படலத்திற் குவிக்கப் பயன்படுகிறது.
2. குவிவுவில்லை: இது ஒளியைக் குவித்துத் தெளிவான மெய்விம்பத்தைப் படலத்தில் ஏற்படுத்துகிறது. பொதுவாக இது குறுகிய குவியத்தூரமுடையதாயிருக்கும்.

- 3 முடி: வில்லையை மறைத்த வண்ணம் இருக்கும் இத்தகடுபடம் எடுக்கும்போது மட்டும் திறந்து மூடப்படுகிறது. மூடிதிறந்திருக்கும் நேரத்தில் வில்லை ஒரு தலைகீழான மெய்விம்பத்தைப் படலத்தில் விழச்செய்கிறது. வில்லை திறந்திருக்கும் நேரத்தை முடியினால் கட்டுப்படுத்தலாம். பெட்டிக் கமராக்களில் படம் எடுக்கும்போது மூடி பொதுவாக  $\frac{1}{10}$  செக்கன் முதல்  $\frac{1}{25}$  செக்கன் வரை திறந்திருக்கும்.
4. மென்றகடு: இது வில்லையினூடு ஒளி செல்லும் பாகத்தின் பருமனை மாற்றப் பயன்படுகிறது. இத்தகட்டின் மத்தியிலுள்ள துவாரத்தின் பருமனை மாற்றுவதனால் கமராவினுட் செல்லும் ஒளியை மட்டுப்படுத்தலாம்.
5. படலம்: ஒளி தாக்கக்கூடிய வெள்ளிக்கூட்டுப் பொருட்கள் சேர்ந்த ஊன்பசை பூசிய தட்டு, படலம் எனப்படும். பொருளிலிருந்து வரும் ஒளி வெள்ளிக்கூட்டுப் பொருட்களில் இரசாயனத் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் வெள்ளிக்கூட்டுப் பொருளில் ஓரளவு வெள்ளி பிரிகிறது. இப்படலத்தை இரசாயன முறையால் உருத்துலக்கம் செய்யும்போது, பிரிந்த வெள்ளித்துகள் கள் படலத்தில் கறுப்பாகப்படிந்திருக்கும். கூடியளவு ஒளிபட்ட இடங்களில் கூடியளவு வெள்ளி படிந்திருக்கும். இதனால் உருத்துலக்கிய படலத்தில் பிரகாசமான பொருள்கள் இருண்டும், இருண்ட பொருள்கள் துலக்கமாகவும் தோன்றுகின்றன.

## கண்

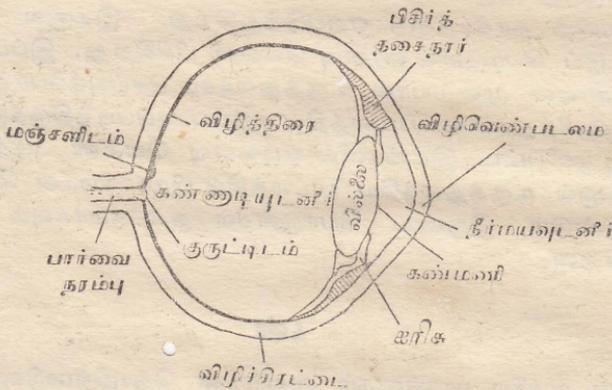
கண்ணின் முக்கிய பாகங்களும் அவற்றின் தொழிற்பாடுகளும்.

கண்ணின் அமைப்பானது கமராவின் அமைப்பை ஒத்திருக்கிறது (படம் 117).

1. கண்வில்லை: பளிங்குருவான கண்வில்லை பொருள்களின் விம்பங்களை விழித்திரையிற் குவியச்செய்கிறது.
2. விழித்திரை: கண்ணின் பிற்பக்கத்திலுள்ள ஒளிஉணர் நரம்புக் கூட்டம் உள்ள ஒரு படலம் விழித்திரை எனப்படும். இதிற்படும் விம்பங்கள் மெய்யானவையாயும், தலைகீழானவையாயும் இருக்கின்றன.
3. பார்வைநரம்பு: விழித்திரையில் விழும் விம்பங்களைப் பற்றிய செய்திகளை உடனுக்குடன் மூளைக்குத் தெரிவிப்பவை பார்வை

நரம்புகளாகும். இவ்விம்பங்களிலிருந்து பொருள்கள் நிமிர்ந்துள்ளன வென்பதையும் மூளை விளங்கிக்கொள்கிறது.

4. ஐரிசு: ஒளிச்செறிவுக்கேற்ப கண்வில்லையில் ஒளிபுகும் துவாரப் பருமனை மாற்றவல்ல மென்சவ்வு, ஐரிசு எனப்படும்.
5. கண்மணி: கண் வில்லையில் ஒளியை உட்புகவிடும் மத்தியபாகம் கண்மணி எனப்படும்.
6. பிசித்தசைநார்: வில்லையைத் தாங்கும் பிசித்தசைநார் வளையம், வில்லைப் பரப்புகளின் வளைவுகளை மாற்ற உதவுகின்றது. இதனால் குவியத்தூரம் மாறுகின்றது. இவ்விதம் குவியத்தூரத்தை மாற்றுவதனாலேயே வெவ்வேறு தூரங்களிலுள்ள பொருள்களின் விம்பங்கள் நிலையாகவிருக்கும் விழித்திரையில் குவிக்கப்படுகின்றன.



படம் 117

7. மஞ்சளிடம்: விழித்திரையில் மிகக்கூடிய ஒளி உணர்வுள்ள பாகம் மஞ்சளிடம் எனப்படும். நாம் குறித்தவொரு பொருளைப் பார்க்கும்போது, அப்பொருளின் விம்பம் மஞ்சளிடத்தில் விழுகிறது. ஆனால் அதனருகேயுள்ள பொருள்களின் விம்பங்கள் விழித்திரையில் உணர்ச்சிகுறைந்த பாகங்களிற் படுவதால் அவை தெளிவாகத் தெரிவதில்லை.

கண் முழுவதையும் பாதுகாக்கும் பலமான வெளிக்கோளப்பாகம் விழிச்சிரட்டை எனப்படும். ஒளி புகத்தக்கதாக இருக்கும் இதன் முன்பாகம் விழிவெண்படலம் எனப்படும். விழி

வெண்படலத்திற்கும் வில்லைக்கு மிடையேயுள்ள பாகம் முழுவதையும் நிரப்புகின்ற நீர்போன்ற ஊடகம் நீர்மயவுடனீர் எனப்படும். வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கு மிடையேயுள்ள பாகத்தை நிரப்பும் கண்ணாடிபோன்ற ஊன்பசை ஊடகம் கண்ணாடியுடனீர் எனப்படும்.

கண்ணனும் கமராவும்

இவை இரண்டும் ஒத்த தொழிற்பாடுடையவை. எனினும் இவற்றினிடையேயுள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளைப் பின்வரும் அடவணையிற் காணலாம்.

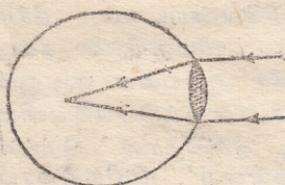
கமரா	கண்
1. ஒளி இறுக்கப் பெட்டியினால் ஆனது.	1. ஒளிஇறுக்கமான விழிச்சிரட்டையையுடையது.
2. ஒரு குவிவுவில்லை ஒளியை ஒருக்கி, தலைகீழான மெய்வீம்பம் ஒன்றை ஒளிஉணர் படலத்தில் விழச்செய்கிறது.	2. விழிவெண்படலம், நீர்மயவுடனீர், பளிங்குவில்லை, கண்ணாடியுடனீர் ஆகியவை ஒரு குவிவுவில்லைபோல் ஒத்தியங்கி ஒளியை ஒருக்கி, தலைகீழான மெய்வீம்பம் ஒன்றை விழித்திரையில் விழச் செய்கின்றன.
3. மென்றகடொன்று வில்லையுடைய புகும் ஒளியை மட்டுப்படுத்துகிறது.	3. ஐரிசு உட்செல்லும் ஒளியை மட்டுப்படுத்துகிறது.
4. படலத்தில் உள்ள விம்பத்தை இரசாயன முறையால் உருத்துலக்கி நிலைப்படுத்திய பின்பே பார்க்கலாம்.	4. விம்பம் உடனே புலப்படும், ஆனால் தற்காலிகமானது.
5. குவியத்தூரம் நிலையானது.	5. குவியத்தூரம் மாறுகிறது.
6. விம்பதூரத்தை மாற்றலாம்.	6. விம்பதூரம் மாறுவதில்லை.
7. படலத் தட்டத்தை ஒரு முறை மட்டுமே உபயோகிக்கலாம்.	7. ஒரே விழித்திரை வாழ்க்கை முழுவதும் பயன்படுகிறது.

கண்ணின் குறைபாடுகள்

வெவ்வேறு தூரங்களிலுள்ள பொருட்களின் விம்பங்களை விழித்திரையில் குவிப்பதற்கு, பொருட்டேரத்திற் கேற்றவாறு கண்வில்லையின் அமைப்பைப் பிசிர்த்தசை நார்கள் மாற்றுகின்றன. இவ்விதம் தானாகவே தனது அமைப்பை மாற்றி சரிசெய்து கொள்ளக்கூடிய தன்மை தன்னமைவு எனப்படும்.

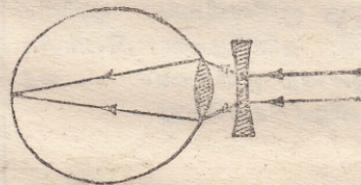
முடிவிலியிலுள்ள பொருட்களின் விம்பங்களைச் சாதாரண கண்ணென்று தன்னமைவு இன்றி விழித்திரையில் குவியச் செய்கின்றது. எனவே சாதாரண கண் தெளிவாகப் பார்க்கக்கூடிய செய்மைப்புள்ளி (far point) முடிவிலியாகும். கண் தெளிவாகப் பார்க்கக்கூடிய மிகக்கிட்டிய புள்ளி அண்மைப்புள்ளி எனப்படும். சாதாரண கண்ணுக்கு அண்மைப்புள்ளித் தூரம் 25 சமீ. ஆகும்.

குறும்பார்வை



குறும்பார்வை

(a)



குறும்பார்வை

திருத்தப்பட்டுள்ளது

(b)

படம் 118

சமாந்தரக் கதிர்களை விழித்திரைக்கு முன்னேயுள்ள புள்ளி ஒன்றிற்குக் குவியச்செய்யும் ஒருகண் (படம் 118 a) குறும்பார்வையெனும் குறைபாடுடையதாகும். கண்வில்லையின் குவியத்தூரம் மிகக் குறுகியதாயிருப்பதனால் அல்லது கண்விழி நீண்டு வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கு மிடைத்தூரம் அசாதாரணமாகக் கூடிவிடுவதனால் இக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இக்குறைபாடுடைய கண்ணின் செய்மைப் புள்ளி முடிவிலியிலும் பார்க்கக் கிட்டிய தூரத்தில் இருக்கும். அண்மைப்புள்ளி கண்ணுக்கு மிகக் கிட்டவாகவிருக்கும்.

மிகத்தூரவுள்ள பொருளை இக்கண் பார்ப்பதற்கு அப் பொருளின் மாயவிம்பத்தை, அதன் செய்மைப்புள்ளியில் தோற்றச்செய்வது அவசியமாகும். எனவே இதற்கு, செய்மைப்புள்ளித் தூரம்

திற்குச் சமமான குவியத்தூரமுள்ள குழிவுவில்லை யொன்றை உபயோகித்தல் வேண்டும் (படம் 118 b). இவ்வாறு குறும்பார்வை எனும் குறைபாட்டைத் தகுந்த குழிவுவில்லையினால் திருத்தலாம்.

உதாரணம்:—

1. 40 சமீ. தூரத்திற்கப்பாலுள்ள பொருட்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கமுடியாத ஒருவன் முடிவிலிவரை தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு அணிந்துகொள்ள வேண்டிய மூக்குக்கண்ணாடி வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் காண்க.

பொருட்டூரம்  $u = \infty$

விம்பதூரம்  $v = -40$  (மாயவிம்பம்)

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் மேற்பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக

$$-\frac{1}{40} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = -40 \text{ சமீ.}$$

ஆகவே 40 சமீ. குவியத்தூரமுள்ள குழிவுவில்லையை அணிந்து கொள்ளவேண்டும்.

2. ஒரு குறும்பார்வைக் கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளி 10 சமீ. ஆகும், சாதாரணமாக வாசிப்பதற்கு அவர் உபயோகிக்க வேண்டிய வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் கணிக்க.

பொருட்டூரம் = 25 சமீ. (வசதியாகப் புத்தகம் வாசிப்பதற்குப் பிடிக்கும் தூரம்)

விம்பதூரம் = -10 சமீ. (சேய்ப்பைப் புள்ளியில் மாயவிம்பம்)

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் மேற்பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக.

$$\therefore -\frac{1}{10} + \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$$

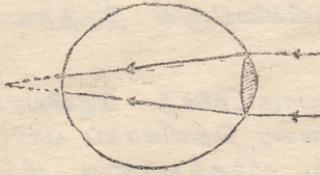
$$\frac{-5 + 2}{50} = \frac{1}{f}$$

$$-\frac{3}{50} = \frac{1}{f}$$

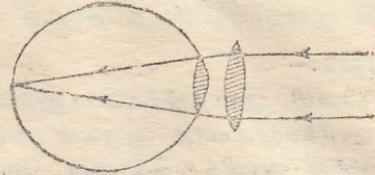
$$\therefore f = -\frac{50}{3} = -16\frac{2}{3} \text{ சமீ.}$$

எனவே வில்லை 16 $\frac{2}{3}$  சமீ. குவியத்தூரமுள்ள குழிவுவில்லையாகும்.

நீள்பார்வை



நீள் பார்வை



நீள் பார்வை

திருத்தப்பட்டுள்ளது

(a) படம் 119 (b)

சமாந்தரக் கதிர்களை விழித்திரைக்குப் பின்னேயுள்ள புள்ளி ஒன்றிற்குக் குவியச் செய்யும் ஒரு கண் (படம் 119 a) நீள்பார்வையெனும் குறைபாடுடையதாகும். இக்குறைபாடு கண்வில்லையின் குவியத்தூரம் நீண்டிருப்பதால் அல்லது கண்விழி குறுகி வில்லைக்கும் விழித்திரைக்குமிடைத்தூரம் அசாதாரணமாகக் குறுகிவிடுவதால் ஏற்படுகிறது. இதனால் ஓய்விலிருக்கும் கண் தன்னமைவின்றித்தூரப் பொருட்களைப் பார்க்கமுடியாது. கண்வில்லை ஓய்விலிருக்கும்போது விழித்திரைக்குப் பின்னேயுள்ள புள்ளியொன்றிற்குக் குவியுங் கற்றையை மட்டுமே இவ்வில்லையினால் விழித்திரையில் குவிக்க முடிகிறது. ஆகவே நீள்பார்வைக் கண்ணொன்றின் சேய்மைப்புள்ளி மாயமானதாகும். அண்மைப்புள்ளி 25 சமீ. க்கு அப்பால் இருக்கும். சிலசமயங்களில் இது முடிவிலியில் அல்லது மாயமானதாக விழித்திரைக்குப் பின்னேயும் இருக்கலாம். இக்குறைபாட்டைக் குவிவுவில்லையினால் திருத்தலாம் (படம் 119 b)

உதாரணம்:-

ஒருவனின் அண்மைப்புள்ளி 100 சமீ. ஆயின், அவன் 25 சமீ. தூரத்திலிருக்கும் புத்தகத்தை வாசிக்க உபயோகிக்கவேண்டிய வில்லையின் குவியத்தூரத்தைக் காண்க,

$$u = + 25 \text{ சமீ.}$$

$$v = - 100 \text{ சமீ.}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ இல் மேற்பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக.}$$

$$\therefore - \frac{1}{100} + \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{-1 + 4}{100} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = + \frac{3}{100}$$

$$\therefore f = + 33\frac{1}{3} \text{ சமீ.}$$

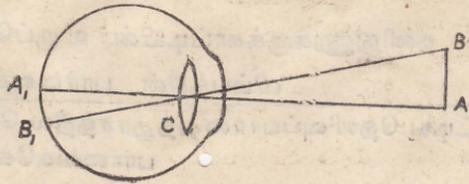
எனவே தேவையான வில்லை  $33\frac{1}{3}$  சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லையாகும்.

### புள்ளிக்குவியமில் குறை

இது, கண்ணில் மிகச் சாதாரணமாக ஏற்படும் குறைபாடாகும். விழிவெண்படலத்தின் மேற்பரப்பு சமச்சீரான கோளவடிவின் தாயில்லாதிருக்கும்போது இக்குறைபாடு ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு கண்ணின் மேற்பரப்பு கோளவடிவை இழந்து உருளைவடிவாக அமைந்துவிடின், பொருளின் ஒரு தளத்திலுள்ள கதிர்கள் விழித்திரையில் குவிக்கப்பட, மற்றத் தளங்களிலுள்ளவை, விழித்திரைக்கு முன்பாக அல்லது பின்பாகக் குவிக்கப்படுகின்றன. கதிர்கள் விழித்திரையில் குவிக்கப்படும் தளத்திற்குச் செங்குத்தான தளத்திலே இக்குறைபாடு கூடியதாயிருக்கும். இக்குறைபாட்டைத் தகுந்த உருளைவில்லை உபயோகிப்பதனால் திருத்தலாம்.

### பார்வைக்கோணமும், உருப்பெருக்கமும்

விழித்திரையில் ஏற்படும் விம்பம்  $A_1B_1$  இன் (படம் 120) பருமனைக் கொண்டே, பார்க்கப்படும் பொருள் AB இன் பருமனை கண்மதிப்பிடுகின்றது. இவ்விம்பத்தின் பருமன்,



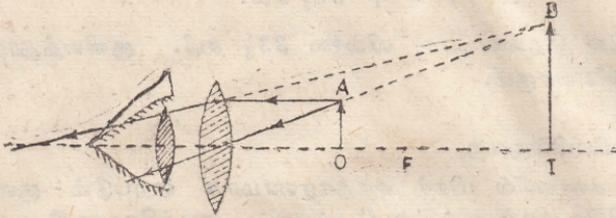
படம் 120

பொருளானது கண்ணில் எதிர்கொள்ளும் கோணம்  $ACB$  இன் பருமனில் தங்கியுள்ளது. இக்கோணம் பார்வைக்கோணம் எனப்படும். இக்கோணப்பருமன் பொருளின் பருமனிலும், அதன் தூரத்திலும் தங்கியிருக்கின்றது. நுணுக்குக் காட்டிகளிற் பொதுவாக பார்வைக்கோணத்தைக் கூட்டுவதனால் விழித்திரையில் ஏற்படும் விம்பத்தின் பருமன் கூடுகின்றது. இவ்விதம் ஏற்படும் உருப்பெருக்கம் கோண உருப்பெருக்கம் எனப்படும்.

கோண உருப்பெருக்கம் அல்லது உருப்பெருக்கும் வலு

$$= \frac{\text{விம்பத்தின் பார்வைக்கோணம்}}{\text{பொருளின் பார்வைக்கோணம்}}$$

தனிநுணுக்குக்காட்டி:



கனி நுணுக்குக்காட்டி

படம் 121

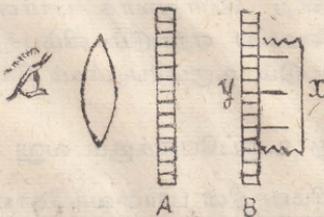
கண்ணுக்குக் கிட்டப் பிடிக்கப்படும் தனிக்குவிவுவில்லையொன்று அதன் குவியத்தூரத்தினுள் வைக்கப்படும் பொருட்களின் உருப் பெருத்த மாயவிம்பங்களைத் தோற்றச் செய்கிறது. விம்பம் கண்ணின் கிட்டிய தெளிவுப்பார்வைத் தூரத்தில் இருக்கும்வண்ணம் பொருட்டேரத்தை ஒழுங்குசெய்தால் விம்பம் தெளிவாகத் தெரியும் (படம் 121).

தனிநுணுக்குக்காட்டியின் உருப்பெருக்கும் வலு =

விம்பத்தின் பார்வைக்கோணம்

கிட்டிய தெளிவுப்பார்வைத் தூரத்தில் பொருள் இருக்கும்போதுள்ள பார்வைக்கோணம்

தனிநுணுக்குக்காட்டியொன்றின் உருப்பெருக்கும் வலுவைத்துணர்தல்



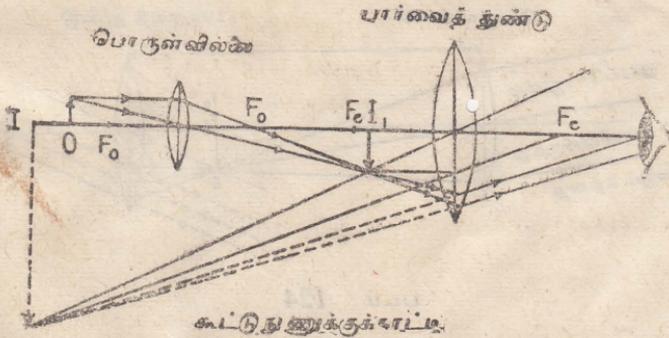
122 படம்

குறுகிய குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குவிவுவில்லையைத் தாங்கியொன்றில் நிறுத்துக. தூரத்திலுள்ள பொருளொன்றின் விம்பம், வில்லையின் பின்னே குவியும் இடத்தை, திரையொன்றைப் பிடித்துக் கண்டறிக. திரைக்கும் வில்லைக்கும் இடைத்தூரம், வில்லையின் அண்ணளவான குவியத்தூரமாகும்.

ஒரு மீற்றர்க்கோல் A ஐ (படம் 122) வில்லையின் குவியத்தூரத் தினுள், அதனூடு பார்க்கும்போது கோலின் அளவுகளின் நிமிர்ந்த தெளிவான விம்பம் தெரியத்தக்கதான, ஒரு நிலையில் நிறுத்துக. இப்பொழுது வேறொரு மீற்றர்க்கோல் B ஐ வில்லையிலிருந்து 25 சமீ. தூரத்தில் (கிட்டிய தெளிவுப்பார்வைத் தூரத்தில்) A நிற்கும் பக்கத் திலேயே நிறுத்துக. A இன் உருப்பெருத்த விம்பத்தை வில்லையினூடு ஒரு கண்ணால் நோக்கி, அதே நேரத்தில் B ஐ மறுகண்ணால் நேராக நோக்கி B யினூடு A இன் விம்பம் இடமாறுதோற்ற வழுவன்றி அருகருகே ஒன்றாகத் தோற்றத்தக்கதாக A இன் நிலையைச் சரி செய்க. A இன் விம்ப அளவுகளில் x பிரிவுகள், B இலுள்ள y பிரிவுகளோடு ஒன்றி நின்றால், உருப்பெருக்கும் வலு  $M = \frac{y}{x}$  ஆகும்.

குறிப்பு: வில்லை கண்ணுக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும்போது, விம்பம், பொருள் முதலியவை கண்ணில் எதிர்கொள்ளும் பார்வைக் கோணங்கள் சிறிதாக இருந்தால் உருப்பெருக்கும் வலு அல்லது கோண உருப்பெருக்கம் சாதாரண நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கத்துக்குச் சமனாயிருக்கும்.

கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி



படம் 123

தனி நுணுக்குக்காட்டியினால், தெளிவாகப் பார்க்கமுடியாத மிகச்சிறியபொருளொன்றின் பலமடங்கு பருத்தவிம்பத்தைத் தோற்றுவிப்பதற்கு, கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி பயன்படுகின்றது. இது (i) பொருள்வில்லை (ii) பார்வைத்துண்டு என இரு ஓரச்சு வில்

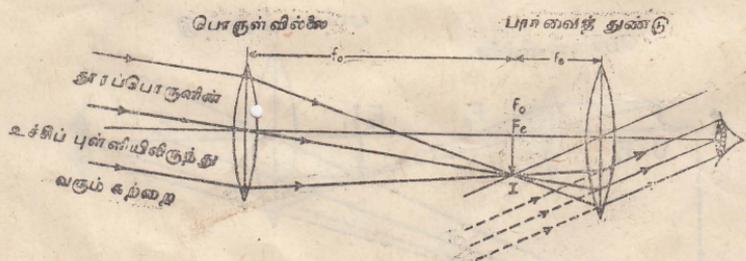
லைத் தொகுதிகளைக் கொண்டதாகும். (படம் 123) இல் காட்டியிருப்பது போல் (1) குறுகிய குவியத்தூரமுள்ள பொருள்வில்லையானது அதன் முதற்குவியத்திற்குச் சிறிது வெளியே வைக்கப்படும் பொருள் O வின் உருப்பெருத்த மெய்விம்பம்  $I_1$  ஐத் தோற்றுவிக்கின்றது. (2) குறுகிய குவியத்தூரமுள்ள குவிவுவில்லைப் பார்வைத்துண்டு இம்மெய்விம்பத்தைப் பார்ப்பதற்கு ஒரு தனி நுணுக்குக் காட்டியாகப் பயன்படுகின்றது. இறுதியாகத் தோன்றும் விம்பம் I மாயவிம்பமாகும். இம்மாயவிம்பம் கண்ணின் கிட்டிய தெளிவுப் பார்வைத் தூரத்தில் அமையும்போது தெளிவாகத் தெரியும். விம்பநிலைகளைப் படத்தில் காட்டியிருப்பதுபோற் கதிர்ப்படம் வரைந்தும் காணலாம்.

கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியின் உருப்பெருக்கும் வலு =

இறுதிவிம்பம் கண்ணில் எதிர்கொள்ளும் கோணம்  
கிட்டிய தெளிவுப் பார்வைத்தூரத்தில் பொருளிருக்கும் போதுள்ள பார்வைக்கோணம்

இக்கருவியிற் பொதுவாகப் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரம் பொருள் வில்லையினது குவியத்தூரத்திலும் பார்க்கப் பெரிதாகும்.

வானியற்றொலைகாட்டி



படம் 124

தொலைகாட்டிகள் பொதுவாக மிகத்தூரத்தில் உள்ள பொருட்கள், விழித்திரையில் ஏற்படுத்தும் விம்பத்தின் பருமனைக் கூட்டப் பயன்படுகின்றன.

வானியற் தொலைகாட்டி படம் 124 இல் இருப்பது போல பொருள்வில்லை, பார்வைத் துண்டு என இரண்டு ஓரச்சுவில்லைத் தொகுதிகளைக் கொண்டதாகும்.

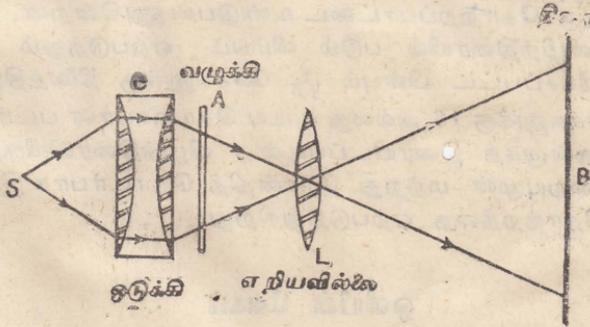
பொருள்வில்லை: இது பொதுவாக ஒன்றாகப் பொருத்திய இரு வில்லைகளால் ஆக்கப்பட்டு ஒரு குவிவுவில்லைபோலத் தொழிற்படுகின்றது. இப் பொருள்வில்லை கூடியதுவாரப் பருமனும், நீண்ட குவியத்தாரமும் உடையதாயிருக்கும். இது (வானத்தில்) தொலைவிலுள்ள பொருட்களின் தலைகீழான குறுகிய மெய்விம்பத்தைத் தன் குவியத்தளத்தில் தோற்றச்செய்யும்.

பார்வைத்துண்டு: இது குறுகிய குவியத்தாரமுள்ள குவிவுவில்லையாகும். பொருள் வில்லையால் தோற்றும் மெய்விம்பம் இதன் முதற் குவியத்தில் விழுகின்றது. இவ்விம்பத்தை இதனூடு பார்த்தால் உருப்பெருத்த மாயவிம்பம் முடிவிலியில் தோற்றும்.

தொலைகாட்டியின் உருப்பெருக்கும் வலு;

$$= \frac{\text{விம்பத்தின் பார்வைக்கோணம்}}{\text{பொருளின் பார்வைக்கோணம்}}$$

படமேறி கருவி (எறியக் கண்ணாடி விளக்கு)



படம் 125

இக்கருவி வழுக்கி (படலத்தட்டு) ஒன்றிலுள்ள படத்தின் உருப்பெருத்த மெய்விம்பத்தைத் திரையில் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுகின்றது. இது ஒடுக்கிவில்லை (C), எறியவில்லை (L) என இரு வில்லைத் தொகுதிகளைக் கொண்டதாகும். (படம் 125)

ஒடுக்கவில்லை: இது S என்னும் மிகப்பிரகாசமான ஒளிர் பொருளொன்றிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்களை ஒடுக்கி, வழக்கி A இன் மீது செலுத்துகிறது. வழக்கியிற் படும் ஒளிச்செறிவுக் கேற்ப திரையில் விழும் விம்பம் பிரகாசம் அடைகிறது.

எறியவில்லை: இவ்வில்லை வழக்கியிலுள்ள படத்தின் பிரகாசமான ஒரு மெய்விம்பத்தைத் திரையில் விழச் செய்யும். இது முன்பின் நகர்த்தக்கூடிய ஒரு தாங்கியில் நிறுத்தப்படுகிறது. இதனை ஏற்ற நிலைக்கு நகர்த்தித் தெளிவான விம்பத்தைத் திரையில் பெறலாம். வழக்கிக்கும் எறியவில்லைக்கு மிடைத்தாரம் எறியவில்லையின் குவியத்தாரத்திலும் சிறிதளவுகூட இருப்பதாலேயே வழக்கியிலுள்ள படத்தின் உருப்பெருத்த மெய்விம்பம் திரையில் தோற்றுகிறது இவ்விம்பம் தலைகீழானது. எனவே நிமிர்ந்த மெய்விம்பத்தைப் பெறுவதற்காக வழக்கியானது தலைகீழாக வைக்கப்படுகிறது.

இயக்கப் படங்களும், பார்வை நிலைபேறும்.

இயக்கப் படங்காட்டி, படமெறிகருவி போன்ற அமைப்பையுடையது. ஆனால் இது அடுத்தடுத்து ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பல படங்களைத் திரையில் தோற்றுவிக்கிறது. இவ்விதம் மிக விரைவாக மாறும். இப்படங்கள் கண்ணில் தொடர்பாக இயங்குவது போன்ற ஒரு தோற்றப்பாட்டை உண்டுபண்ணுகின்றன. இதற்குக் காரணம் விழித்திரையில் படும் விம்பம் ஏற்படுத்தும் உணர்வு, பொருள் நீக்கப்பட்ட பின்பும்  $\frac{1}{16}$  செக்கனுக்கு நிலைத்திருக்கிறது. எனவே செக்கனுக்கு 16 அல்லது கூடிய தொகையான படங்கள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகத் திரையிடப்படின, விழித்திரையிலிருந்து ஒரு விம்பம் மறையுமுன் மற்றது தோன்றித் தொடர்பாக இயங்குவது போன்ற தோற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

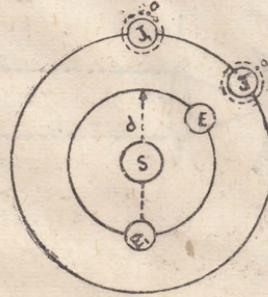
### ஒளியின் வேகம்

ஒளியின் கதியை நிர்ணயிக்க முதன்முதலில் முயற்சித்தவர்களில் கலிலீயோவும் ஒருவர். அவர்களின் பரிசோதனைகளால் ஒளியின் கதியைச் சரியாக நிர்ணயிக்க முடியவில்லை. இதனால் ஒளியின் கதி அளப்பரியது என்றும் அது முடிவிலிக் கதியுடையது எனவும் நம்பப்பட்டது.

ஆனால் 1673-ம் ஆண்டு உரோமர் என்ற விஞ்ஞானி ஓரளவிற்குச் சரியாக ஒளியின் வேகத்தைக் கணித்தார்.

இவர் வியாழனெனும் கிரகத்தைச் சுற்றியுள்ள உபகோள்களின் இயக்கங்களை அவதானித்து அவற்றின் கிரகணங்கள் ஏற்படும் நேரங்களைத் திட்டமாகக் கணித்தறிந்தார்.

இக்கணிப்புகளுக்கிசையக் கிரகணங்கள் தோற்றுகின்றனவா எனச் சோதிப்பதற்காக வியாழனின் உபகோள்களிலொன்றான 'a' இனது வியாழனின் பின் சென்று மறையும் நேரங்கள் அவதானிக்கப்பட்டன. முதலில் பூமி E யும் (படம் 126) வியாழன் J யும் சூரியனுக்கு ஒரே பக்கத்தில் ஒன்றுக் கொன்று மிக அண்மையிலிருக்கும் போது கிரகணம் அவதானிக்கப்பட்டது. ஏறத்தாழ 6½ மாதங்களின்பின், பூமியும் வியாழனும் சூரியனுக்கு எதிர்ப்பக்கங்களில் மிகக்கூடிய தூரத்திலிருக்கும் போது உபகோள் 'a' யினுடைய கிரகணம் தோற்றியது, ஆனால் இக்கிரகணம், கணிக்கப்பட்ட நேரத்திலும் 1000 செக்கன்கள் பிந்தித் தோற்றியது. இதற்குக் காரணம் பூமிக்கும் வியாழனுக்குமிடையேயுள்ள தூரம் கூடியிருப்பதேயாகும் என்றும், இக்கூடிய தூரத்தை உபகோள் 'a' இலிருந்து வரும் ஒளி செல்வதற்கு 1000 செக்கன்கள் மேலதிகமாக எடுத்ததனாலேயே கிரகணம் பிந்தித் தோற்றியிருக்க வேண்டும் என உரோமர் துணிந்தார்.



படம் 126

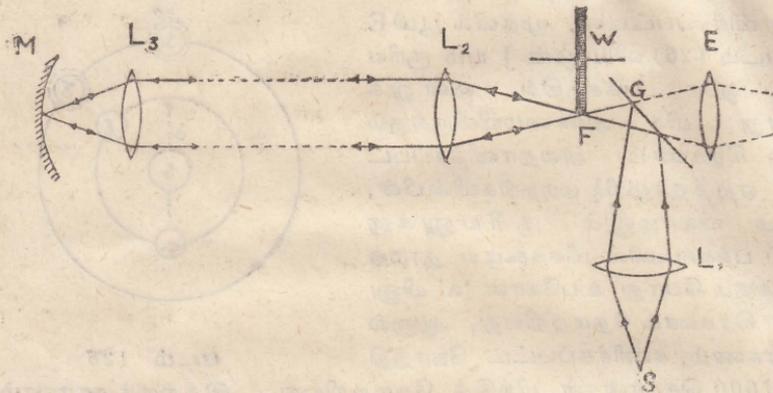
இம் மேலதிக தூரம் 186,000,000 மைல்களாகும். இது பூமி சூரியனைச் சுற்றிச் செல்லும் ஒழுக்கின் விட்டம் d இனது பருமனாகும். எனவே ஒளியின் வேகம் =  $\frac{186,000,000 \text{ மைல்கள்}}{1000 \text{ செக்கன்கள்}}$  அல்லது 186,000 மைல்/செக். எனக் கணிக்கப்பட்டது.

இம்முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டு ஏறத்தாழ 200 ஆண்டுகளின் பின்னரே பிசோ (Fizeau), போக்கோல் (Foucault) என்ற பிரான்சிய விஞ்ஞானிகள் முறையே 1849-ம் ஆண்டிலும் 1862-ம் ஆண்டிலும் பூமியிலேயே செய்து பார்க்கக்கூடிய புதிய சுருக்கமான முறைகளைக் கையாண்டு, ஒளியின் வேகத்திற்கு உரோமர் கண்ட பெறுமானத்தைப் பரிசீலித்தனர்.

**பிசோவின் பரிசோதனை**

S என்னும் ஒளிர் பொருளொன்றில் இருந்து வரும் ஒளிக் கற்றை (படம் 127) 'L<sub>1</sub>' என்ற வில்லையினால் குவிக்கப்பட்டு 'G'

என்ற சாய்ந்த கண்ணாடித்தட்டில் பட்டுத் தெறித்து 'F' என்ற புள்ளியில் குவிகிறது. F எனும் புள்ளி, வில்லை 'L<sub>2</sub>' இன் குவியமாதலால், இப்புள்ளியில் இருந்து விரியும் கற்றையானது வில்லை 'L<sub>3</sub>' இல் பட்டு முறிந்து ஒரு சமாந்தரக் கற்றையாக ஏறத்தாழ 5 மைல்களுக்கப்பால் உள்ள 'L<sub>3</sub>' என்ற வில்லையில் பட்டு பின் 'M'



படம் 127

என்ற குழிவாடி ஒன்றின் தளத்தின்மீது குவிக்கப்படுகின்றது. இக் குழிவாடியின் வளைவு மையம் 'L<sub>3</sub>' இன் ஒளியியல்மையத்தில் இருப்பதால் ஒளி வந்த வழியே திருப்பி அனுப்பப்படுகின்றது. இதனால் 'F' என்ற புள்ளியில் ஒரு விம்பம் ஏற்படுகிறது. இவ்விம்பத்தைப் பார்வைத் துண்டு 'E' இனூடு நோக்கலாம்.

ஓரத்தில் பற்களமைக்கப்பட்ட 'W' எனும் சில்லு அதன் பல்விளிம்பு, 'F' எனும் புள்ளியிலிருக்கத்தக்கதாக நிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. சில்லுச் சுழல ஆரம்பித்ததும் பற்களினிடையினூடாக விம்பம் மறைந்து, மறைந்து, சிமிட்டொளியாகத் தெரியும். சுழலுங்கதி கூடினால் இச்சிமிட்டொளியும் கண்ணின் பார்வை நிலை பேறினால் (செக்கனுக்கு 16 முறைக்குமேல் இவ்விம்பங்கள் தெரிவதால்) தொடர்பாயிருப்பதுபோல் தோன்றும்.

சில்லுச் சுழலும் கதி அதிகரிக்கப்பட்டின், ஒரு நிலையில் பற்களினிடையினூடு சென்ற ஒளி 'M' இல் பட்டுத் திரும்புவதற்கும் பல்லு இடைவெளியினது நிலைக்குவந்து அடைத்துக் கொள்வதற்கும் எடுக்கும் நேரம் சமமாக இருக்கும். இச் சமயத்தில் விம்பம் முற்றாக மறைக்கப்படுகின்றது.

பிரசோ செய்த சில்லில் 720 பற்களும் 720 சமமான இடைவெளிகளும் இருந்தன. 'FM' என்ற தூரம் 5.36 மைல்களாகும். விம்பம் மறைந்தபோது சில்லானது செக்கனுக்கு 12.6 முறைகள் சுழன்று கொண்டிருந்தது. இவற்றினைப் பிரயோகித்து ஒளியின் வேகத்தைப் பின்வருமாறு கணித்தறியலாம்.

கணிப்பு:

சில்லு ஒருமுறை சுழல்வதற்கு எடுக்கும் நேரம் =  $\frac{1}{12.6}$  செக்கன்

சில்லிலுள்ள பற்களினதும், இடைவெளிகளினதும்

$$\text{மொத்தத்தொகை} = 720 \times 2$$

∴ ஒரு பல்லு அதற்கு முன்னதாகவுள்ள இடைவெளி இருந்த

இடத்திற்கு வருகிறதற்கு எடுக்கும் நேரம் =  $\frac{1}{12.6 \times 720 \times 2}$  செக்கன்

ஆனால்  $\frac{1}{12.6 \times 720 \times 2}$  செக்கனில் ஒளிசெல்லும் தூரம் =  $2 \times 5.36$  மை.

$$\therefore \frac{1}{1} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad = 2 \times 5.36 \times 12.6 \times 720 \times 2$$

$$= 194,500 \text{ மைல்கள்}$$

அதாவது ஒளியின் வேகம் ஏறத்தாழ 194,500 மைல்களாகும். இதன்பின் செய்யப்பட்ட பிரசோதனைகளில் ஒளியின் சராசரிவேகம் செக்கனுக்கு 186,271 மைல்களெனக் கண்டறியப்பட்டது.

### வினாக்கள்

1. லைவுமையம், முதலச்சு, முனைவு என்னும் பதங்களை விளக்குக. பின்வரும் ஒவ்வொரு உதாரணத்திற்கும் உரிய குழிவாடியின் குவியத்தூரத்தைக் கணிக்க.

(a) மெய்விம்பங்கள்

(i) பொருட்டூரம் 10சமீ. விம்பதூரம் 20சமீ. [விடை: 6 $\frac{2}{3}$  சமீ.]

(ii) பொருட்டூரம் 20சமீ. விம்பதூரம் 30சமீ. [விடை: 12 சமீ.]

(iii) பொருட்டூரம் 50 சமீ. விம்பதூரம் 25 சமீ.

[விடை: 16 $\frac{2}{3}$  சமீ.]

(b) மாயவிம்பங்கள்:

(i) பொருட்டூரம் 10சமீ. விம்பதூரம் 20சமீ. [விடை: 20 சமீ.]

(ii) பொருட்டூரம் 20 சமீ. விம்பதூரம் 30சமீ [விடை: 60 சமீ.]

(iii) பொருட்டூரம் 50 அங்., விம்பதூரம் 100 அங்.]

[விடை: 100 அங்.]

2. மெய்விம்பம், மாயவிம்பம் என்பவற்றை விளக்குக. குழிவாடியொன்றினால் இருவகை விம்பங்களும் எவ்வாறு உண்டாகின்றன தென்பதைக் காட்ட கதிர்ப்படங்கள் வரைக.

குழிவாடியின் முன் 20 சமீ. தூரத்தில் பொருளொன்றிருக்கின்றது. இவ்வாடி பொருளின் மும்மடங்கு உருப்பெருத்த விம்பத்தை உண்டாக்கும்பொழுது, விம்பம் (a) நிமிர்ந்ததாய் (b) தலேகிழானதாய் இருப்பின், ஆடியின் குவியத்தூரத்தைக் கணிக்க. [விடை: (a) 30 சமீ. (b) 15 சமீ.]

3. ஒரு குழிவாடியின் வளைவினாரையைத் தீர்மானிக்கும் ஏதாவது தொரு முறையை விவரிக்க.

$\frac{1}{4}$ " நீளமுள்ள பொருள் குழிவாடியின்முன் முதலச்சுக்குச் செங்குத்தாகவும் ஒருமுனை அதில் இருக்கத்தக்கதாகவும் 10 அங்குல தூரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. விம்பம்  $\frac{3}{4}$ " நீளமுடையதாயின், ஆடியின் குவியத்தூரத்தைக் கணிக்க.

[விடை: மெய்விம்பம்  $7\frac{1}{2}$  அங்., மாயவிம்பம் 15 அங்.]

4. ஒரு குழிவாடியின் வளைவினாரை, அதன் குவியத்தூரத்தின் இருமடங்கென நிறுவுக.

4 சமீ. நீளமுள்ள பொருள் குவிவாடிக்குமுன் முதலச்சுக்குச் செங்குத்தாக 14 சமீ. தூரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பொருளின் மாயவிம்பத்தின் பருமன் 2.5 சமீ. ஆயின், ஆடியின் வளைவினாரையைக் கணிக்க. [விடை: 46 $\frac{2}{3}$  சமீ.]

5. கண்ணின் முக்கிய பாகங்களையும் அவற்றின் தொழிற்பாடுகளையும் விளக்குக.

குறும்பார்வை குறையுடைய ஒருவரின் தெளிவுப் பார்வைத் தூரம்  $4\frac{1}{2}$  அங்குலம். 10 அங்குல தூரத்திலிருக்கும் பொருளைப் பார்ப்பதற்கு அவர் உபயோகிக்கவேண்டிய வில்லையின் குவியத்தூரத்தையும் வகையையும் அறிக.

[விடை: 8.18" குழிவுவில்லை]

6. கண், கமரா இரண்டினதும் ஒளியியல் அமைப்புகளின் ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளைக் கூறுக.

நீள்பார்வைக் குறையுடைய ஒருவரின் அண்மைப்புள்ளி 50 சமீ. ஆகும். அவன் 25 சமீ. தூரத்திலிருக்கும் புத்தகத்தை வாசிப்பதற்கு எவ்வித முக்குக் கண்ணாடி அணியவேண்டும்?

[விடை: 50 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லை]

7. "நீள்பார்வை", "குறும்பார்வை" என்றால் என்ன? அவற்றை எவ்வாறு திருத்தலாம் என்பதை விளக்குக.

குறும்பார்வையுள்ள ஒருவன் தன் கண்ணிலிருந்து 12 அங்குலத்துக்குள்ளிருக்கும் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கத்தக்கதாக இருக்கிறான். 20 அங்குலத்தில் இருக்கும் பொருளைப் பார்ப்பதற்கு அவன் அணியவேண்டிய வில்லையின் குவியத்தூரமும் வகையும் என்னவாகும்?

[விடை: 30 அங், குழிவுவில்லை]

8 உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடியாக குவிவுவில்லை தொழிற்படுவதைக் கதிர்ப்படம் வரைந்து விவரிக்க.

3 சமீ. குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவுவில்லையை ஒருவன் தன் கண்ணருகே வைத்து, வில்லையிலிருந்து 2.5 சமீ. தூரத்திலிருக்கும் 1 சமீ. நீளமுள்ள பொருளைப் பார்க்க உபயோகிக்கிறான், விம்பத்தின் நிலையையும், பருமனையும் காண்க.

[விடை: 15 சமீ., 6 சமீ.]

9. ஓர் உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடியின் தொழிற்பாட்டை விவரிக்க. 5 சமீ. குவியத்தூரமுள்ள வில்லையை, ஒரு சிறு பொருளின் விம்பத்தை பொருட் பக்கத்திலே வில்லையிலிருந்து 25 சமீ. தூரத்தில் தோற்றுவிப்பதற்கு, வில்லை பொருளுக்கு முன்னால் எங்கே வைக்கப்படவேண்டும்? இதில் உருப்பெருக்கம் என்னவாகும்?

[விடை: 4.166, 6]

10. ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியின் தொழிற்பாட்டை படம் வரைந்து விவரிக்க.

11. ஒரு வானியற்றொலைகாட்டியின் தொழிற்பாட்டை படத்துடன் விளக்குக. 10 சமீ. 50 சமீ. குவியத்தூரங்கையுடைய குவிவு வில்லைகளை, தூரப்பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு பயன்படும் ஒரு தொலைகாட்டியாக உபயோகிக்க எவ்வாறு ஒழுங்குசெய்ய வேண்டும்?

12. எறியச்சண்ணாடி விளக்கொன்றின் அமைப்பையும் தொழிற்பாட்டையும் படம் வரைந்து விளக்குக.

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

1. ஓர் ஆடிக்கு முன் பொருள் எங்கிருப்பினும், உருச்சிறுத்த நிமிர்ந்த விம்பத்தை ஆடி உண்டாக்குமாயின், அது,

(i) ஒரு தளவாடியாக இருத்தல் வேண்டும்.

- (ii) ஒரு குவிவாடியாக இருத்தல் வேண்டும்.
- (iii) ஒரு குழிவாடியாக இருத்தல் வேண்டும்.
- (iv) ஒரு பரவளைவாடியாக இருத்தல் வேண்டும்.
2. ஒரு குழிவாடியில் தெறித்துச் செல்லும் கதிர் முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லின், படுகதிர்
- (i) ஆடியின் முதலச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும்
- (ii) ஆடியின் முனைவுக்கும் குவியத்துக்குமிடையால் செல்லும்
- (iii) ஆடியின் குவியத்தினூடு செல்லும்
- (iv) ஆடியின் வளைவுமையத்துக்கும் குவியத்துக்குமிடையால் செல்லும்.
3. ஒரு பொருளின் உருப்பெருத்த, நிமிர்ந்த விம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும் ஆடி
- (i) குவிவாடியாகவும், பொருள் குவியத்தாரத்திற்குள்ளும் இருத்தல் வேண்டும்
- (ii) குவிவாடியாகவும், பொருள் முன்னுக்கும் இருத்தல் வேண்டும்
- (iii) குழிவாடியாகவும், பொருள் வளைவுமையத்துக்கும் அப்பால் இருத்தல் வேண்டும்.
- (iv) குழிவாடியாகவும், பொருள் குவியத்தாரத்திற்குள்ளும் இருத்தல் வேண்டும்.
4. ஒரு குவிவாடியின்  $f = 25$  சமீ. ஆயும்,  $u = 20$  சமீ. ஆயுமிருப்பின், விம்பம்
- (i) ஆடியின் முன்  $\frac{9}{10}$  சமீ. தூரத்தில் நிமிர்ந்ததாய்த் தோன்றும்.
- (ii) ஆடியின் பின்  $\frac{9}{10}$  சமீ. தூரத்தில் தலைகீழானதாய்த் தோன்றும்
- (iii) ஆடியின் முன்  $\frac{10}{9}$  சமீ. தூரத்தில் தலைகீழானதாய்த் தோன்றும்
- (iv) ஆடியின் பின்  $\frac{10}{9}$  சமீ. தூரத்தில் நிமிர்ந்ததாய்த் தோன்றும்.

5. மூகச்சவரஞ் செய்வதற்கு மிக உகந்த ஆடி எதுவாகும்?
  - (i) குவிவாடி
  - (ii) பரவளைவாடி
  - (iii) குழிவாடி
  - (iv) தளவாடி
6. பின்னேவரும் வாகனங்களை நோக்க ஒரு சாரதி பயன்படுத்தும் ஆடி
  - (i) குவிவாடி
  - (ii) குழிவாடி
  - (iii) பரவளைவாடி
  - (iv) தளவாடி
7. கண்ணின் எப்பாகம் கமராவிலுள்ள மென்றகட்டோடு ஒத்த தொழிற்பாடுடையதாயிருக்கிறது?
  - (i) கண்மணி
  - (ii) ஐரிசு
  - (iii) விழிவெண்படலம்
  - (iv) பிசிர்த்தசை நார்
8. கண்ணின் வில்லையினூடு புகும் ஒளியை மட்டுப்படுத்துவது
  - (i) கண்மணி
  - (ii) விழிவெண்படலம்
  - (iii) ஐரிசு
  - (iv) பார்வை நரம்பு
9. நீள்பார்வைக் கண் சமாந்தரக் கதிர்களை
  - (i) விழித்திரைக்கு முன்னே ஒரு புள்ளியிற் குவியச் செய்யும்
  - (ii) விழித்திரைக்குப் பின்னே ஒரு புள்ளியிற் குவியச் செய்யும்
  - (iii) விழித்திரையில் குவியச் செய்யும்
  - (iv) உட்புகவிடாது தெறிக்கச்செய்யும்
10. நீள்பார்வைக் குறையைத் திருத்துவதற்கு பயன்படும்வில்லை
  - (i) குவிவுவில்லை
  - (ii) குழிவுவில்லை
  - (iii) உருளைவில்லை
  - (iv) தளக்குழிவுவில்லை
11. குறும்பார்வைக் கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளி 30 சமீ. ஆயின், தூரப் பொருட்களைப் பார்ப்பதற்கு வேண்டியவில்லை.
  - (i) 30 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குழிவுவில்லையாகும்
  - (ii) 30 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லையாகும்
  - (iii) 25 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குழிவுவில்லையாகும்
  - (iv) 25 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லையாகும்
12. கண்ணின் குறைபாட்டை நிமிர்த்திசெய்ய உருளைவில்லை பாவிக்கப்படின், குறைபாடானது
  - (i) நீள்பார்வை
  - (ii) குறும்பார்வை
  - (iii) புள்ளிக்குவிய மில்குறை
  - (iv) வெள்ளெழுத்து ஆக இருக்கும்

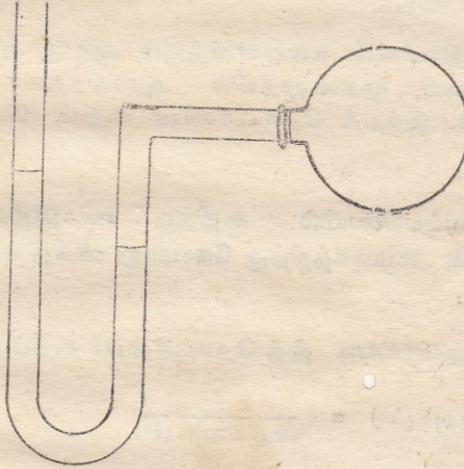
13. கூட்டுநுணுக்குக்காட்டி அமைப்பதற்கு மிக உகந்த வில்லைச் சோடி
- (i) 5 சமீ., 50 சமீ. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்  
(ii) 50 சமீ., 40 சமீ. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்  
(iii) 8 சமீ., 5 சமீ. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்  
(iv) 5 சமீ., 8 சமீ. குவியத்தூரங்களுடைய குழிவுவில்லைகள்
14. கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியின் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரம் 7 சமீ. ஆயின், பொருள் வில்லையின் குவியத்தூரம்
- (i)  $>7$  சமீ. (ii)  $<7$  சமீ. (iii)  $=7$  சமீ. (iv)  $=14$  சமீ.  
ஆகவிருக்கும்.
15. வானியற்றொலைகாட்டி அமைப்பதற்கு மிக உகந்த வில்லைச் சோடி
- (i) 50 சமீ., 40 சமீ. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்  
(ii) 50 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குவிவுவில்லை, 40 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குழிவுவில்லை  
(iii) 5 சமீ., 50 சமீ., குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்  
(iv) 5 சமீ., 3 சமீ., குவியத்தூரங்களுடைய குவிவுவில்லைகள்
16. கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியில் பார்க்கும் ஒரு பொருளின் இறுதி விம்பம்.
- (i) தலைகீழானதாயும் உருப்பெருத்ததாயுமிருக்கும்  
(ii) தலைகீழானதாயும் உருச்சிறுத்ததாயுமிருக்கும்  
(iii) நிமிர்ந்ததாயும் உருப்பெருத்ததாயுமிருக்கும்  
(iv) நிமிர்ந்ததாயும் உருச்சிறுத்ததாயுமிருக்கும்

## அலகு 10

### வாயுக்களின் விதிகள்

#### வாயுக்களின் அழுக்கம்

திரவங்களினால் ஏற்படும் அழுக்கம் அவற்றின், ஆழத்திற்கும் அடர்த்திக்கும் நேர்விகித சமமென்பதை முன்பு பார்த்திருந்தோம். அவற்றின் மேல்தளத்தில் திரவ அழுக்கம் பூச்சியமாகும். ஆனால் ஓர் இடத்தில் அடக்கப்பட்ட ஒரு வாயு திரவங்களைப் போலல்லாது, கொள்கலத்தின் எல்லாச் சுவர்களிலும் உதைக்கின்றது. சைக்கிள் ரையர் ஒன்றிற்குக் காற்றடிக்கும்போது வளிமுலக் கூறுகள் சைக்கிள் பம்பியினால் உள்ளே அழுக்கித் தள்ளப்படுகின்றன. இவ்விதம் உட்சென்ற வளி ரையரின் சுவர்களை உறுதியாக நிற்கச் செய்கிறது.



படம் 128

ரையர்களினால் உள்ள வளியின் அழுக்கத்தை அளவிட அழுக்கமானிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. பலூன்கள், பந்துகள் முதலியவற்றுள் ஊதப்படும் வளியினால் ஏற்படும் அழுக்கத்தை அளவிட எளிய வாயுவழுக்கமானி ஒன்றை உபயோகிக்கலாம்.

படம் 128 இல் உள்ளதுபோல் ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயை அமைக்க. இதன் ஒவ்வொரு புயத்தையும் 4 அல்லது 5 அங்குல உயரம் வரை நீரால் நிரப்புக.

குழாயின் ஒரு வாயினில் வளி ஊதப்பட்ட. பலூன் ஒன்றின் வாயைப் பொருத்தினால், மற்றத் திறந்த புயத்தினுள் நீர்மட்டம் உயரும். நீர்மட்ட வித்தியாசம் வளியமுக்கத்திலும் பார்க்க, பலூனுள் உள்ள வளி அமுக்கம் எவ்வளவு கூடியது என்பதைக் காட்டும். இவ்வமுக்க வித்தியாசத்தை வளிமண்டல அமுக்கத்துடன் கூட்டி பலூனில் உள்ள வளியின் அமுக்கத்தைப் பெறலாம். உதாரணமாக நீர்மட்டங்களின் வித்தியாசம்  $x$  அடியாயும், வளிமண்டல அமுக்கம்  $H$  அடி நீராயமிருந்தால்

பலூனிலுள்ள வளியின் அமுக்கம் =  $H + x$  அடி நீர் ஆகும்.

### போயிலின் விதி

குறித்த திணிவுடைய வாயுவொன்றின் மீதுள்ள அமுக்கம் கூட்டப்பட்டால், அதன் கனவளவு குறையும்; அமுக்கம் குறைந்தால் கனவளவு கூடும்.

ஒரு வாயுத்திணிவின் கனவளவிற்கும் அதன் அமுக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை முதன்முதலில் ஆராய்ந்தவர் "ரொபேட் போயில்" ஆவர். இந்தத் தொடர்பைக் கூறும் போயிலின் விதி பின்வருமாறு:

மாற வேப்பநிலையில் குறித்த வாயுத்திணிவொன்றின் கனவளவு அதன் அமுக்கத்திற்கு நேர்மாறு வீசித சமனாயிருக்கும்.

கணிதமுறைப்படி இத் தொடர்பைக் கூறப்புகின்,

$$\text{கனவளவு (V)} \propto \frac{1}{\text{அமுக்கம் (P)}}$$

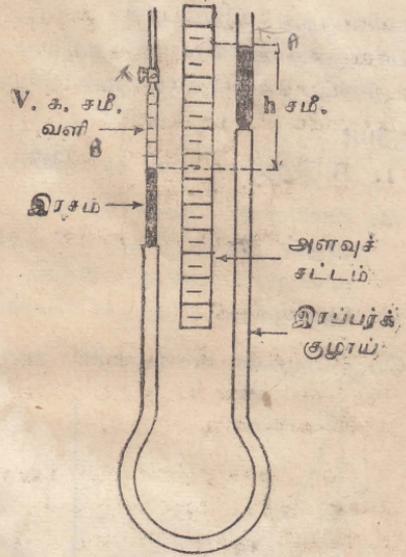
$$\text{அதாவது } V \propto \frac{1}{P}$$

$$\text{எனவே } PV = K \text{ (மாறிலி)}$$

போயிலின் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

போயிலின் விதியை வாய்ப்புப் பார்க்க உதவும் கருவியின் அமைப்பைப் படம் 129 காட்டுகிறது இக் கருவியானது ஒரு பக்கம் மூடிய அளவிடப்பட்ட குழாய் B ஐயும் அகன்ற திறந்த வாயுடைய குழாய் A ஐயும் ஒரு நீண்ட இரப்பர்க் குழாயினால் இணைத்து அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்விரு குழாய்களும் நிலைக்குத் தாங்கத் தாங்கப்பட்டுள்ளன.

மூடி T திறந்திருக்கும்போது A இலுள்ள இரண்டு குழாய்களிலும் இரசம் தோற்றுமட்டும் இரசத்தை ஊற்று. குழாய் B இல் அரைவாசிவரை வளி நிறைந்திருக்கத்தக்கதாக A ஐத் தாழ்த்தி, மூடி T ஐ மூடுக. பாரமானி அளவீட்டை எடுத்த பின் குழாய் A ஐ அதிதாழ்ந்த நிலைக்குத் தாழ்த்தி B இலுள்ள வளியின் கனவளவு V க. சமீ. ஐ யும் A, B இலுள்ள இரசமட்ட உயரங்களையும் குறித்துக் கொள்க. குழாய் A ஐ வேறு நிலைகளுக்கு உயர்த்தி ஒவ்வொரு நிலையிலும் மேற்கூறிய பல்வேறு அளவுகளைக் குறித்து கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.



பாரமானி அளவீடு H சமீ.

படம் 129

இரசம் ஆயின், இரசமட்டங்களின் வித்தியாசம் h சமீ. ஆயின், A ஆனது Bக்கு மேலிருக்கும் போது B இலுள்ள வளியின் அழுக்கம்  $P = (H+h)$  சமீ. ஆகும்; A ஆனது Bக்குக் கீழிருக்கும்போது  $P = (H-h)$  சமீ. இரசமாகும்.

பாரமானி உயரம் = H சமீ. இரசம்.

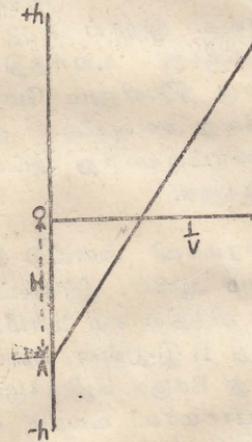
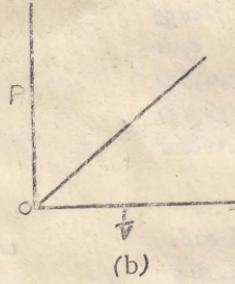
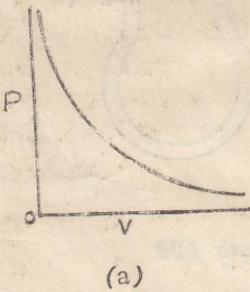
கனவளவு V க. சமீ.)	A இல் மட்டம் (சமீ.)	B இல் மட்டம் (சமீ.)	வித்தியாசம் (h சமீ.)	$P = (H \pm h)$ சமீ. இரசம்	$P \times V$	$\frac{1}{V}$

அறைவெப்பநிலையில் செய்த இப்பரிசோதனையின் பெறுபேறுகளிலிருந்து, வெப்பநிலை மாறுதிருக்கும்பொழுது  $P \times V$  ஒரு மாறிலியாயிருக்கும் என்பதை அறியமுடிகிறது. இது போயிலின் விதியை உறுதிப்படுத்துவதாய் அமைகிறது.

குறிப்பு

1. B இலுள்ள வளி நீராவியின்றி உலர்ந்ததாயிருத்தல் வேண்டும்.
2. வாயுவின் கனவளவை அழுக்கத்திலை மாற்றும்பொழுது அதன் வெப்பநிலையும் சிறிதளவு மாறும். ஆகவே ஒவ்வொரு முறையும் அளவு எடுக்கும்பொழுது சிறிதுநேரம் தாமதித்து அளவுகளை எடுத்தல் வேண்டும்.

பெறுபேறுகளை வரைபுகளில் அமைத்துச் சோதித்தல்



படம் 130

(c)

இப் பெறுபேறுகளைக் கொண்டு அமைக்கத்தக்க மூன்று வரைபுகளில்

1. V ஐக் கிடை அச்சாகவும், P ஐ நிலைக்குத்து அச்சாகவும் கொண்டு அமைக்கப்படும் வரைபு (படம் 130 a) இல் காட்டியதுபோல் ஒரு அதிபரவளைவாக அமையும். இவ்வரைபிலுள்ள புள்ளி ஒவ்வொன்றினதின் P, V பெறுமானங்களின் பெருக்கம் ஒரே மாறிலியாக இருப்பதைக் காணலாம். எனவே இவ்வரைபு போயிலின் விதியை உறுதிப்படுத்துவதாய் அமைகிறது.

2.  $\frac{1}{V}$  ஐக் கிடை அச்சாகவும் P ஐ நிலைக்குத்து அச்சாகவும் கொண்டு அமைக்கப்படும் வரைபு, படம் 130 (b) இல் காட்டியது.

போல் உற்பத்தித் தானத்திராடு செல்லும் ஒரு நேர்கோடாய் மையும். இவ்விதம் வரைபு அமைவது, கணிதமுறைப்படி  $P \propto \frac{1}{V}$  என்பதைக் காட்டுகிறது. எனவே போயிலின் விதி சரியென்பதை இவ்வரைபும் உறுதிப்படுத்துகின்றது.

3.  $\frac{1}{V}$  ஐக் கிடைஅச்சாகவும், அமுக்க வித்தியாசம்  $h$  ஐ நிலைக்குத்து அச்சாகவும் கொண்டு வரைபொன்று அமைக்கப்பட்டின் அது படம் 130 (c) இல் காட்டியதுபோல் நேர்கோடாக அமையும். இரு புயங்களிலும் இரசமட்டம் சமமாயிருக்கும்போது இரசமட்ட வித்தியாசம் பூச்சியம் ஆகின்றது. திறந்த நிரல் A ஐத் தாழ்த்தினால் மூடிய குழாயிலுள்ள வளியின் கனவளவு கூடுகிறது. A இலுள்ள இரசமட்டத்தை மேலும், மேலும் தாழ்த்தினால் B இன் மீதுள்ள அமுக்கம் குறைகிறது. இரசமட்ட வித்தியாசம் வளிமண்டல அமுக்கத்திற்கு சமமாகும்வரை A இன் இரசமட்டத்தைத் தாழ்த்தினால் B இலுள்ள வளியின் அமுக்கம் பூச்சியம் ஆகும். எனவே அதன் கனவளவு முடிவிலி ஆகும். அல்லது  $\frac{1}{V} = 0$  ஆகும். ஆனால் செய்முறையில் இப்பெறுமானங்களைப் பெறுதல் முடியாது. எனவே ஒரு சில பெறுமானங்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட வரைபை நீட்டினால், அது நிலைக்குத்து அச்சை வெட்டும் புள்ளியில்  $\frac{1}{V} = 0$  ஆகிறது. இந்திலையில், இவ்வரைபு நிலைக்குத்து அச்சில் ஆக்கும் வெட்டுத் துண்டு (OA) வளிமண்டல அமுக்கத்தைக் குறிக்கிறது.

### உதாரணங்கள்

1. 1000 கன யார் கனவளவுள்ள ஓர் ஈலியம் (helium) பலூன் வளிமண்டலத்தில் 14 மைல் மேல் சென்றபோது அதன் கனவளவு 20,000 கனயார் ஆகியது. நிலமட்டத்தில் வளியமுக்கம் 76சமீ. இரசமாயின், 14 மைல் உயரத்தில் அமுக்கம் என்னவாகும்? வெப்பநிலை மாறாதிருக்கிறது எனக் கொள்க.

நிலமட்டத்தில் பலூனின் கனவளவு  $V_1 = 1000$  க. யார்  
14 மைல் உயரத்தில் அதன் கனவளவு  $V_2 = 20,000$  க.யார்  
நிலமட்டத்தில் வளி அமுக்கம்  $P_1 = 76$  சமீ. இரசம்

14 மைல் உயரத்தில் அழுக்கம்  $P_1$ , எனக்கொள்க.  
போயிலின் விதிப்படி

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ 76 \times 1000 &= P_2 \times 20,000 \\ P_2 &= \frac{76 \times 1000}{20000} \\ &= 3.8 \text{ சமீ. இரசம்} \end{aligned}$$

2. ஒரு மோட்டர்க் காரின் ரயரில் 1800 க. அங். வளி 45 இரூ/ச. அங். அழுக்கத்தில் இருக்கிறது. 15 இரூ/ச. அங். எனும் அழுக்கத்தில் அதன் கனவளவு என்னவாகும்?

$$\begin{aligned} \text{முதற் கனவளவு } V_1 &= 1800 \text{ க. அங்.} \\ \text{முதல் அழுக்கம் } P_1 &= 45 \text{ இரூ/ச. அங்.} \\ \text{இரண்டாம் கனவளவு} &= V_2 \text{ க. அங்,} \\ \text{இரண்டாவது அழுக்கம் } P_2 &= 15 \text{ இரூ/ச. அங்.} \end{aligned}$$

போயிலின் விதிப்படி

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ 45 \times 1800 &= 15 \times V_2 \\ V_2 &= \frac{45 \times 1800}{15} \\ &= 5400 \text{ க. அங்.} \end{aligned}$$

3. ஒரு பக்கம் முடிய, சீரான, ஒடுங்கிய குழாயொன்றில் வளி யானது 15 சமீ. நீள இரசவிழையினால் அடைபட்டிருக்கிறது. திறந்த வாய் மேல்நிற்கத்தக்கதாக நிறுத்தும்பொழுது வளிநிரலின் நீளம் 30 சமீ. யாக இருந்தது. குழாயைக் கவிழ்த்தபோது அந்நிரலின் நீளம் 45 சமீ. ஆகியது. இதிலிருந்து வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் கணிக்க.

$$\begin{aligned} \text{இரசவிழையின் நீளம்} &= 15 \text{ சமீ.} \\ \text{வளிமண்டல அழுக்கம்} &= H \text{ சமீ. இரசம்} \\ \text{முதல்நிலையில் வளியின் கனவளவு } V_1 &= 30 \times a \text{ ('a' குழாயின் முகப்பரப்பு)} \\ \text{முதல்நிலையில் அழுக்கம் } P_1 &= (H+15) \text{ சமீ. இரசம்} \\ \text{இரண்டாவது நிலையில் வளியின் கனவளவு } V_2 &= 45 \times a \\ \text{இரண்டாவது நிலையில் வளியின் அழுக்கம் } P_2 &= (H-15) \text{ சமீ. இரசம்} \end{aligned}$$

போயிலின் விதிப்படி

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ (H+15) 30 a &= (H-15) 45 a \\ (H+15) 2 &= (H-15) 3 \\ 2H + 30 &= 3H - 45 \\ H &= 75 \end{aligned}$$

∴ வளிமண்டல அழுக்கம் = 75 சமீ. இரசம்

மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு வாயுவின் விரிவுக்குணகம்

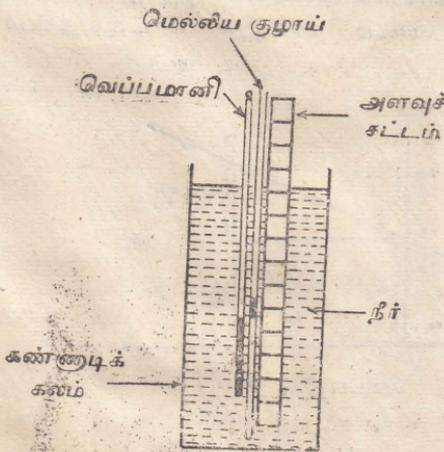
திண்மங்களிலும் திரவங்களிலும் பார்க்க வாயுக்கள் அழுக்கம் மாறாதிருக்கும்போது, வெப்பநிலை ஏற்றத்தினால் மிகக் கூடிய அளவு விரிகின்றன. இவற்றின் விரிவோடு கொள்கலத்தின் விரிவை ஒப்பிடும்பொழுது இவற்றின் விரிவு மிகக் கூடுதலாயிருத்தலால் கலத்தின் விரிவைக் கருதாது விடலாம்,

அழுக்கம் மாறாதிருக்கும்போது ஒருகன அலகு வாயுவின் வெப்பநிலை 0°C இலிருந்து 1°Cக்கு உயரும்போது ஏற்படும் விரிவு அதன் கனவளவு விரிவுக்குணகம் எனப்படும்

வேறு விதமாகக் கூறின், மாறா அழுக்கத்திலுள்ள குறித்த வாயுத்திணிவொன்றின் கனவளவு விரிவுக்குணகம்  $\gamma =$

$$\frac{\text{கனவளவின் விரிவு (0°C இலிருந்து)}}{0^\circ\text{C இல் கனவளவு} \times \text{வெப்பநிலை உயர்ச்சி}}$$

வாயுவொன்றின் கனவளவு விரிவுக்குணகத்தைத் துணிதல்



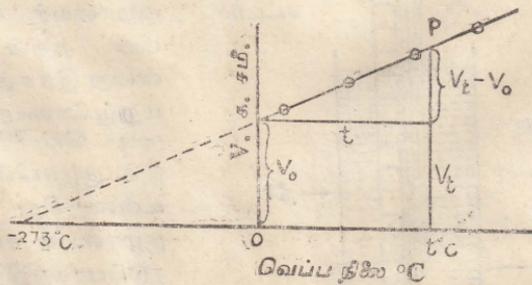
படம் 131

ஏறத்தாழ ஒரு மில்லி மீற்றர் விட்டமுள்ள ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயைச் சுத்தமாக்கிய பின் அதன் முனையொன்றை இரசத்தில் வைத்து மற்றுமுனையை விரலினால் மூடி வெளியே எடுக்க. இக் குழாயின் அடியில் உள்ள சிறு இரசநிரலை குழாயைச் சரித்து அதன் நடுப்பாகத்திற்குக் கொண்டுவருக. குழாயின் அடிப்பாகத்தைப் பன்சன் சுடரில் உருக்கி மூடிவிடுக.

ஒரு வெப்பமானியை இரசநிரலினால் அடைபட்டிருக்கும் வளிநிரலின் நடுப்பாகத்தோடு குமிழ் இருக்கத்தக்கதாக 50 சமீ. அளவுச்சட்டமொன்றுடன் சேர்த்துக் கட்டுக. இவற்றைப் படம் 131 இல் காட்டியதுபோல் ஒரு நீண்ட கொதிநீருள்ள கண்ணாடிக் கலத்திலுள் நிறுத்துக. நீரின் வெப்பநிலையையும் வளிநிரலின் நீளத்தையும் அளவிடுக. கண்ணாடிக் கலத்திலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை படிப்படியாகத் தாமும். ஒவ்வொரு வெப்பநிலைக்கும் உரிய வளிநிரலின் நீளத்தை அளந்து பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

வெப்பநிலை t°C					
கனவளவு V க. சமீ.					

இப் பரிசோதனையில், அடைபட்ட வளியின் அழுக்கம் = வளிமண்டல அழுக்கம் + சிறு இரசநிரலின் அழுக்கம், இரண்டும் பரிசோதனையின்போது மாறுதிருக்கின்றன. குழாயின் துளை சீரானதாயிருப்பதால் அடைபட்ட வளியின் கனவளவு V, அதன் நீளம் 'l' இற்கு நேர்விகிதசமனாகும். வெப்பநிலைகளை கிடை அச்சிலும் கனவளவுகளை நிலைக்குத்து அச்சிலும் கொண்டு வரைபொன்றை அமைத்தால் அது ஒரு நேர்கோடாக அமையும். இந்நேர்கோட்டை நீட்டினால் இரு அச்சுக்களையும் படம் 132 இல் காட்டியதுபோல் வெட்டும்.



மாறா அழுக்கத்திலுள்ள ஒரு வாயுவின் சராசரி கனவளவு விரிவுக் குணகம்  $\gamma$  வைக் கணிப்பதற்கு வரைபில் ஏதாவது ஒரு புள்ளி P இலிருந்து படம் 132 இல் காட்டியதுபோல் கிடை அச்சுக்குச் செங்குத்தொன்றை வரைக. புள்ளி P குறிக்கும் கனவளவு  $V_t$  ஐயும் வெப்பநிலை  $t^\circ\text{C}$  ஐயும், வரைபிலிருந்து  $0^\circ\text{C}$  இல் கனவளவு  $V_0$  ஐயும் குறிக்க. இப்பெறுமானங்களை  $\frac{V_t - V_0}{V_0 \cdot t}$  என்னும் சராசரி விரிவுக்குணகத்தைத் தரும் கோவையில் பிரதியிட்டு வளியின் விரிவுக்குணகத்தைக் கணிக்க.

$\gamma$  இன் பெறுமானம்  $\frac{1}{1.3}$  அல்லது  $0.00366/^\circ\text{C}$  ஆக இருக்கும். இப்பெறுமானத்தை முதலில் கண்டுபிடித்தவர் சாள்ஸ் என்னும் பிரான்சிய விஞ்ஞானி ஆவார்.

ஒவ்வொரு சதமபாகை வேப்பநிலை ஏற்றத்திற்கும். மாறா அழுக்கத்திலுள்ள குறித்தவொரு வாயுத்திணிவின் கனவளவு  $0^\circ\text{C}$  யிலுள்ள கனவளவின்  $\frac{1}{1.3}$  மடங்கு அதிகரிக்கும் இதுவே சாள்சின்விதி.

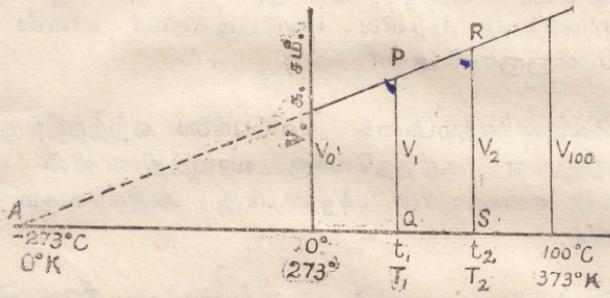
குறிப்பு: வெப்பநிலை தாமும்போதும் கனவளவு இதே விகிதத்தில் குறையும்.

தனிவெப்பநிலை அல்லது கெல்வின் வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம்

கனவளவு—வெப்பநிலை வரைபை படம் 132 இல் காட்டியிருப்பதுபோல் நீட்டினால், அது வெப்பநிலை அச்சை  $-273^\circ\text{C}$  இல் வெட்டும். வெப்பநிலை  $0^\circ\text{C}$  இற்கீழ் குறையும்பொழுது வாயுவின் கனவளவும் ஒரு சீராகத் தொடர்ந்து குறையும்பொழுது வாயுவின் கனவளவு  $-273^\circ\text{C}$  ஐ அடையும்பொழுது பூச்சியமாகிறது. எனவே இவ் வெப்பநிலை ஒரு வாயுவினால் அடையத்தக்க அதிகுறைந்த நிலை எனக் கொள்ளலாம். ஆகவே  $-273^\circ\text{C}$  தனிப்பூச்சிய வெப்பநிலை எனக்கொள்ளப்படுகிறது.

தனிப்பூச்சிய வெப்பநிலையில் ஒரு வாயுவின் கனவளவு பூச்சியமாகின்றதா என்பதைப் பரிசோதனை வாயிலாகச் சோதிக்க முடியாது. ஏனெனில் எல்லா வாயுக்களும் இவ் வெப்பநிலையை அடையும் முன்னரே திரவமாகிவிடுவதால் வாயுவிதிகளுக்கு அமையா. எனினும் பரிசோதனைகள் மூலம்  $-273^\circ\text{C}$  க்கு மிக அண்மையிலுள்ள வெப்பநிலைகளை அடைய முடிந்தபோதும், அதற்குக் கீழ், வெப்பநிலை அடைய முடியும் என்பது இன்றுவரை சோதனைகள் வாயிலாக எவராலும் நிறுவப்படவில்லை.

ஆகவே இதுபற்றி ஆராய்ந்த கெல்வின் பிரபு அவர்களால் அமைக்கப்பட்ட புதிய தனிவெப்பநிலை அளவுத்திட்டத்தில்  $-273^{\circ}\text{C}$ , பூச்சியமாகக் கொள்ளப்படவேண்டுமெனத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. இவ்வளவுத் திட்டத்தில் வெப்பநிலைகள் T என்னும் எழுத்தினால் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றின் பருமன்  $^{\circ}\text{K}$  எனும் அலகில் குறிப்பிடப்படும். சதமவெப்பநிலை அளவைகளோடு  $273^{\circ}$  ஐக் கூட்டி  $^{\circ}\text{K}$  ஆக்கலாம். உதாரணமாக  $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$ ,  $30^{\circ}\text{C} = (273+30)^{\circ}\text{K} = 303^{\circ}\text{K}$ ;  $t^{\circ}\text{C} = (273+t)^{\circ}\text{K}$  ஆகும்.



படம் 133

கனவளவு - வெப்பநிலை வரைபில் (படம் 133)  $\triangle APQ$ ,  $\triangle ARS$  எனும் ஏதாவது இரு முக்கோணிகளை அமைத்தால் அவை வடிவொத்த முக்கோணிகளாகும்

$$\therefore \frac{PQ}{AQ} = \frac{RS}{AS}$$

$PQ$ ,  $RS$  என்பவற்றின் நீளங்கள் முறையே  $V_1$ ,  $V_2$  எனும் கனவளவுகளையும்,  $AQ$ ,  $AS$  என்பன தனி வெப்பநிலைகள்  $T_1$ ,  $T_2$  களையும் குறிக்கின்றன. எனவே

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

இது எல்லாக் கனவளவுப் பெறுமானங்களுக்கும் அமையுமாறு ஒத்த தனிவெப்பநிலைகளுக்கும் ஏற்றதாயிருப்பதால்  $\frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$  எனக் கூறலாம். இதனாலேயே சாள்சின் விதியைப் பின்வருமாறும் உரைக்கலாம்.

மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு குறித்த வாயுத்திணிவின் கனவளவு, அதன் தனிவெப்பநிலைக்கு நேர்விகிதசமமாகும்.

உதாரணங்கள்:

1.  $27^{\circ}\text{C}$  இல் ஒரு பலானின் கனவளவு 700 க. சமீ. வளி உடைய தாகவிருக்கிறது.  $67^{\circ}\text{C}$  இல் அழுக்கம் மாறாதிருப்பின், அதன் கனவளவு என்ன?

$$\begin{aligned} \text{முதற் கனவளவு } V_1 &= 700 \text{ க. சமீ.} \\ \text{முதல் வெப்பநிலை} &= 27^{\circ}\text{C} = (273 + 27)^{\circ}\text{K} \\ &= 300^{\circ}\text{K} \text{ (கெல்வின் வெ. நி. } T_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{இரண்டாவது கனவளவு} &= V_2 \text{ க. சமீ.} \\ \text{இரண்டாவது வெப்பநிலை} &= 67^{\circ}\text{C} = 340^{\circ}\text{K} (T_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{சாள்சின் விதிப்படி} \quad \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{700}{300} &= \frac{V_2}{340} \\ V_2 &= \frac{700}{300} \times 340 \\ V_2 &= 793\frac{1}{3} \text{ க. சமீ.} \end{aligned}$$

$$\therefore 67^{\circ}\text{C} \text{ இல் கனவளவு} = 793\frac{1}{3} \text{ க. சமீ.}$$

2. ஒரு வாயுவின் வெப்பநிலை  $42^{\circ}\text{C}$ ; அதன் அழுக்கம் மாறா திருக்க, கனவளவை இரட்டிப்பதற்கு அதனை எவ்வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்ற வேண்டும்.

சாள்சின் விதிப்படி.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

வாயுவின் கனவளவு  $42^{\circ}\text{C}$  இல்  $V$  எனக் கொள்க.

$$T_1 = 273 + 42 = 315^{\circ}\text{K}$$

$$V_2 = 2V$$

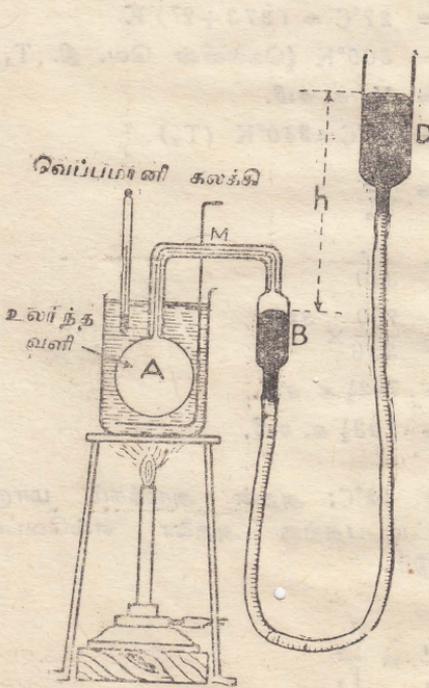
$$\therefore \frac{V}{315} = \frac{2V}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 2 \times 315 = 630^{\circ}\text{K}$$

$\therefore$  சதமவளவைப் பாகையில் வெப்பநிலை  $= 630 - 273 = 357^{\circ}\text{C}$   
ஆகவே சூடாக்கவேண்டிய வெப்பநிலை  $= 357^{\circ}\text{C}$

மாறாக்களவளவுள்ள வாயுக்களில் வெப்பநிலை மாற்றமும் அழுக்கமும் மூடிய கலமொன்றிலுள்ள வளியை வெப்பமாக்கினால், அதன் அழுக்கம் கூடுகின்றது. கனவளவு மாறாவிடின், வெப்பநிலை மாற்றம் குறித்தவொரு வாயுத்திணிவின் அழுக்கத்தை எவ்வாறு மாற்றும் என்பதைப் பின்வருமாறு பரிசோதித்தறியலாம்.

### பரிசோதனை



படம் 134

ஒரு முகவையிலுள்ள நீரில் அமிழ்ந்திருக்கிறது. நீரை வெப்பமாக்குவதனால் A இலுள்ள வளியின் வெப்பநிலையை உயர்த்தலாம். இரசக் கலம் D இன் நிலையை ஏற்றவாறு மாற்றுவதனால், எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் B இலுள்ள இரசமட்டத்தைக் குறித்த, நிலையான ஒரு மட்டத்தில் நிற்கச் செய்யலாம். நீரை நன்கு கலக்கி வெப்பநிலை உறுதியாயிருக்கும்போது, B இலுள்ள இரசமட்டம் குறித்த நிலையான மட்டத்திலிருக்கத்தக்கதாக D இன் நிலையைச் சரிசெய்து இரசமட்ட உயரங்களையும் வெப்பநிலையையும் குறித்துக்கொள்க. வளிமண்டல அழுக்கம் H சமீ இரசமாயும், இரசமட்டங்களின் வித்தியாசம் h சமீ. ஆயுமிருப்பின், குமிழ் A இல் உள்ள வளியின்

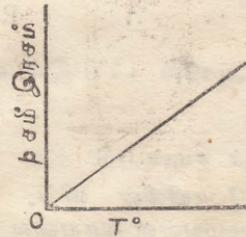
படம் 134 இல் காட்டியது போன்ற அமைப்பையுடைய கருவி, முதலில் பிலிப் சொல்லி எனும் ஜேர்மனியப் பேராசிரியரால் இப்பரிசோதனைக்கென அமைக்கப்பட்டதாகும். கண்ணாடிக்குமிழ் A, நுண்தளைக் குழாய் M இனால் அகன்ற இரசக் குழாய் B யொடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. குழாய் B இரப்பர்க் குழாயினால் இரசக்கலம் D யுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

குமிழ் A உலர்ந்த வளியினால் நிறைந்திருக்கிறது. BCD இரசத்தினால் நிறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. D இன் உயரத்தை மாற்றுவதனால் A இலுள்ள வளியின் அழுக்கத்தை மாற்றலாம். குமிழ்

அழுக்கம் P, இரசமட்டம் D ஆனது Bக்கு மேலிருப்பின் (H+h) சமீ. ஆகும்; D, Bக்குக் கீழிருப்பின் (H-h) சமீ, ஆகும். இவ்வாறு பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் கணிக்கப்பட்ட அழுக்கங்களை அட்டவணைப்படுத்துக.

வெப்பநிலை		இரசாட்டம்		B - D = h சமீ.	H சமீ.	H ± h = P	$\frac{P}{T}$
t°C	T°	B	J)				

அட்டவணையிலுள்ள தனி வெப்பநிலை T° களை கிடை அச்சிலும் அழுக்கங்கள் P க்களை நிலைக்குத்து அச்சிலும் கொண்டு வரைபொன்றை அமைத்தால் அது படம் 135 இல் காட்டியதுபோல் உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்லும் ஒரு நேர்கோடாக அமையும். இது கனவளவு மாற



திருக்கும் பொழுது  $\frac{P}{T}$  ஒரு மாறிலியாகும் என்பதைக் காட்டுகிறது. வேறு எந்த வாயுவை உபயோகித்து, இப்பரி படம் 135 சோதனையைச் செய்தாலும் இதுபோன்ற வரைபையே பெறலாம். இவ்வரைபும், மாறக்கனவளவுள்ள குறித்தவொரு வாயுத்திணியின் அழுக்கம் அதன் தனிவெப்பநிலைக்கு நேர்விகித சமமாகும் என்பதைக் காட்டுகிறது. இது அழுக்கவிதி எனப்படும்.

இப்பரிசோதனையில் ஏற்படக்கூடிய வழக்களும் பாதுகாப்புகளும்

1. நுண்துளைக்குழாயிலுள்ள வாயு, குமிழ்வெப்பநிலையில் இராது, எனினும் இதனால் ஏற்படும் வழு சிறிது; ஆகையால் இது புறக்கணிக்கப்படலாம்.
2. குமிழில் இருக்கும் வளி உலர்ந்ததாயிருத்தல் வேண்டும். இதற்கு இரண்டு துளி செறிந்த சல்பூரிக் கமிலத்தைக் குமிழில் விட்டு வைக்கலாம்,

உதாரணம்:-

87°C இல் ஒரு வாயுவின் அழுக்கம் 10 இரூ/ச. அங். அதன் கனவளவு மாறுதிருக்க, 15°C இல் அதன் அழுக்கம் என்ன வாகும்?

$$\text{அழுக்கவிதிப்படி} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

வாயுவின் அழுக்கம் 15°C இல் P எனக் கொள்க.

$$P_1 = 10 \text{ இரூ/ச. அங்.}$$

$$T_1 = 273 + 87 = 360^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 273 + 15 = 288^\circ\text{K}$$

$$\therefore \frac{10}{360} = \frac{P}{288}$$

$$\therefore P = \frac{10 \times 288}{360}$$

ஆகவே 15°C இல் வாயுவின் அழுக்கம் = 8 இரூ/ச. அங்.

வாயுச் சமன்பாடு

போயிலின் விதி, சாள்சின் விதி இரண்டிற்கும் அமையும் தன்மையுள்ள வாயுவை நிறைவாயு அல்லது இலட்சியவாயு எனலாம். பொதுவாக நிரந்தரவாயுக்கள் என அழைக்கப்படும் ஐதரசன், கீலியம், ஓட்சிசன். நைதரசன் போன்றவை விசேடமாகத் தாழ்ந்த அழுக்கநிலைகளில் இவ்விதிகளுக்குக் கூடிய அளவு திருத்தமாக அமையும் தன்மையுடையவையாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் மற்ற வாயுக்கள் இவ்விதிகளுக்கு நன்கு அமையாதவையாக இருந்த போதும், சாதாரணக் கணிப்புக்களில் எல்லா வாயுக்களும் நிறை வாயுக்களெனக் கொள்ளப்படுகின்றன.

ஒரு குறித்த வாயுத் திணிவின் கனவளவு, அழுக்கம், தனி வெப்பநிலை மூன்றிற்குமுள்ள தொடர்பை ஒரே சமன்பாட்டில் அமைக்கலாம்.

ஒரு குறித்த வாயுத்திணிவின் தனிவெப்பநிலை T என்றும் அழுக்கம் P என்றும், அப்போது அதன் கனவளவு V என்றும் கொள்க. அதன் தனிவெப்பநிலை T' ஆகவும், அழுக்கம் P' ஆகவும் ஆகும்போது அதன் கனவளவு V' ஐக் கணித்தல் வேண்டும்.

முதலில் வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அதன் அழுக்கம் P இலிருந்து P' ஆக மாறினால், அதன் புதிய கனவளவு V<sub>1</sub> ஆயின், போயிலின் விதிப்படி

$$PV = P' V_1$$

$$\text{எனவே } V_1 = \frac{PV}{P'} \text{ ----- (1)}$$

இப்பொழுது அழுக்கம் P' இல் மாறாதிருக்க, வெப்பநிலை T இலிருந்து T' இற்கு உயருவதால் அதன் கனவளவு V<sub>1</sub> இலிருந்து V' ஆகிறதெனக் கொண்டால், சாள்சின் விதிப்படி

$$\frac{V_1}{T} = \frac{V'}{T'} \text{ ----- (2)}$$

இச் சமன்பாட்டில் V<sub>1</sub> இற்கு  $\frac{PV}{P'}$  ஐப் பிரதியிட்டால்

$$\frac{PV}{P'T} = \frac{V'}{T'} \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore \frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

$$\text{எனவே } \frac{PV}{T} = \text{ஒரு மாறிலி}$$

$$\text{அதாவது } \frac{PV}{T} = K$$

$$\therefore PV = KT$$

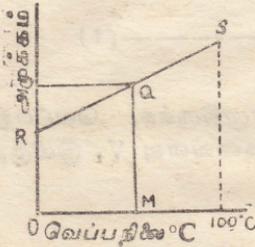
இது வாயுச்சமன்பாடு ஆகும். இதில் வரும் K என்னும் மாறிலியின் பெறுமானம் வாயுவின் திணிவில் தங்கியுள்ளது.

மாறாக்கனவளவு வளிவேப்பமானி

படம் 134 இல் காட்டப்பட்டுள்ள கருவி வெப்பநிலைகளைத் துணிதற்கும் உபயோகிக்கப்படுவதால், இது சொல்லியின் வளிவேப்பமானி என்றும் அழைக்கப்படும். வெப்பநிலையொன்றைத் துணிதற்கு இதனைப் பின்வருமாறு தொழிற்படுத்தலாம்.

குமிழ் வைக்கப்பட்டுள்ள முகவையைப் பனிக்கட்டியினால் நிரப்புக. இவ் வெப்பநிலையில் (0°C) B யிலுள்ள இரசமட்டம் குறித்த நிலையான மட்டத்திற்கு உயரத்தக்கதாக இரசக்கலம் D ஐ உயர்த்துக. இரசமட்ட வித்தியாசத்தை அளந்து குறித்துக்கொள்க. பின் முகவையைத் தூயநீரினால் நிரப்பிக் கொதிக்கவைத்து மீண்டும் B இன் இரசமட்டம் குறித்த அதே நிலையில் ருக்கத்தக்கதாக இரசக்கலம்

D ஐ உயர்த்துக. இவ் வெப்பநிலையிலும் ( $100^{\circ}\text{C}$ ) இரசமட்டங்களின் வித்தியாசத்தை அளந்து குறித்துக்கொள்க.



படம் 136

அழுக்கம், வெப்பநிலையுடன் எவ்விதம் மாறுகின்றதென்பதைக் காட்டும் ஒரு வரைபாக அமைகின்றது (படம் 136). இவ் வரைபை, தெரியாத வெப்பநிலைகளை அறிதற்குப் பின்வருமாறு பயன்படுத்தலாம். உதாரணமாக, தெரியாத வெப்பநிலையை  $t^{\circ}\text{C}$  எனக் கொள்க. இவ் வெப்பநிலையில் குமிழிலுள்ள வளியின் அழுக்கம் P ஐ மேற்கூறியதுபோல் கணித்தறிக. பின், படம் 136 இல் காட்டியவாறு அழுக்க அச்சில் P இன் பெறுமானத்தைக் குறிக்கும் புள்ளிக்கூடாக, வெப்பநிலை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக நேர்கோடொன்றை வரைக. இது, வரைபை Q வில் வெட்டும். இப்புள்ளி Q க்கூடாக வெப்பநிலை அச்சுக்கு ஒரு செங்குத்தை வரைக. இது அவ்வச்சினை M இல் சந்திக்கும். புள்ளி M குறிக்கும் வெப்பநிலை தெரியாத  $t^{\circ}\text{C}$  இன் பெறுமானத்தைத் தரும்.

வாயு வெப்பமானியின் அணுகுலங்கள்

1. வாயுக்கள் கூடிய விரிவுடையவை, எனவே வளிவெப்பமானி கூடிய உணர்திறனுடையதாக இருக்கும்.
2. வாயுக்களின் விரிவு ஒழுங்கானதாயும் ஒருசீரானதாயுமிருக்கிறது.
3. இது உயர்ந்த வெப்பநிலைகளையும், மிகத் தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளையும் மிகத் திருத்தமாக அளவிட உதவுகிறது.

அதன் பிரதிகூலங்கள்

1. இது பெரிய அமைப்பையுடையதாயிருப்பதால், ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோரிடத்திற்கு வசதியாகக்கொண்டு செல்ல இயலாது.

$0^{\circ}\text{C}$  இலும்  $100^{\circ}\text{C}$  இலுமுள்ள இரசமட்ட வித்தியாசங்களோடு வளிமண்டல அழுக்கம் H ஐக் கூட்டி,  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள அழுக்கம் P<sub>0</sub> ஐயும்,  $100^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள அழுக்கம் P<sub>100</sub> ஐயும் அறிக.

இப் பெறுபேறுகளை, ஒரு வரைபு தாளில் அழுக்க - வெப்பநிலை அச்சுகளை வரைந்து R, S என்னும் புள்ளிகளால் குறித்துக் கொள்க. இவ்விரு புள்ளிகளையும் இணைக்கும் நேர்கோடு

2. இதன் அளவுகளில் வளி அழுக்கமும் பிரயோகிக்கப்படுவதால் இதனோடு ஒரு பாரமானியையும் கொண்டுசெல்ல வேண்டியிருக்கும்.
3. கலோரியளவியலில் இது பயன்படுத்த முடியாதவாறு மிகப் பெரிதாக இருக்கிறது.

உதாரணம்:-

ஒரு வாயுவின் கனவளவு  $27^{\circ}\text{C}$  இலும், 80 சமீ. இரச அழுக்கத்திலும் 190 க. சமீ. ஆகும். நி. வெ. அ. இல் அதன் கனவளவு என்னவாகும்?

வாயுச் சமன்பாட்டின்படி

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

இங்கு  $P_1 = 80$  சமீ. இரசம்

$V_1 = 190$  க. சமீ.

$T_1 = 300^{\circ}\text{K}$

$P_2 = 76$  சமீ. இரசம்

$T_2 = 273^{\circ}\text{K}$

$V_2 =$  காணவேண்டிய கனவளவு

$$\frac{80 \times 190}{300} = \frac{76 \times V_2}{273}$$

$$\therefore V_2 = \frac{190 \times 273 \times 80}{300 \times 76}$$

$$= 182 \text{ க. சமீ.}$$

$\therefore$  நி. வெ. அ. இல் வாயுவின் கனவளவு = 182 க. சமீ.

### வினாக்கள்

1. போயிலின் விதியைக் கூறி, அதனை வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்குச் செய்யும் பரிசோதனை ஒன்றை விவரிக்க. வளிமண்டல அழுக்கத்திலுள்ள ஒரு குறித்த கனவளவைக் கொண்ட வளியானது, வெப்பநிலை மாருதிருக்க, பின்வரும் அழுக்கங்களில் அதன் கனவளவின் என்ன பின்னத்தை உடையதாகவிருக்கும் என்பதைக் கணிக்க.

(i) 3 வளிமண்டலம் மண்டலம்

(ii) 9 வளிமண்டலம்

(iii) 150 வளி

[விடை :- (i)  $\frac{1}{3}$  (ii)  $\frac{1}{9}$  (iii)  $\frac{1}{150}$ ]

2. ஒரு மோட்டர்க் காரின் ரயர் 30 இரூ./ச. அங். அழுக்கத்தில் 3 கன அடி வளியை அடக்கியுள்ளது. 15 இரூ./ச. அங். வளிமண்டல அழுக்கத்தில் அந்த ரயர் அடக்கும் வளியின் கனவளவு என்ன? [விடை: 6 கன அடி]

3. போயிலின் விதியைக் கூறுக.

ஓர் ஒரு சீரான ஒடுக்கமான கண்ணாடிக் குழாயினுள் வளியானது 15 சமீ நீளமுள்ள இரசவிழையால் அடைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. குழாய், திறந்த முனை மேல்நிற்க, நிலைக்குத்தாக இருக்கும்பொழுது வளிநிரல் 20 சமீ. நீளமுடையதாகிறது. குழாய் தலைகீழாக்கப்பட்டபோது வளிநிரலின் நீளம் 30 சமீ. ஆகியது. வளிநிரலின் நீளம் மாறுகின்றதென்பதை விளக்கி, வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் கணிக்க. [விடை: 75 சமீ.]

4. போயிலின் விதியைக் கூறுக. ஒரு சாதாரண பாரமானியில் அதன் இரசமட்டத்திற்கு மேல், வளி இருக்கிறதா அல்லது இல்லையாவென்பதை எவ்வாறு சோதிக்கலாம்?

ஓர் ஒருசீரான பாரமானிக் குழாயின் வெட்டுமுகப்பரப்பு 0.5 ச. சமீ; இரசமட்டத்திற்கு மேலிருக்கும் வெளியின் நீளம் 10 சமீ., 76 சமீ. அழுக்கத்திலுள்ள சிறிதளவு வளி பாரமானிக்குட் செலுத்தப்பட்டபோது, இரசமட்டம் 4 சமீ தாழ்ந்தது. குழாயினுட் புகுத்தப்பட்ட வளியின் கனவளவைக் காண்க.

[விடை:  $\frac{7}{9}$  க. சமீ.]

5. போயிலின் விதியைக் கூறுக. இதனை வாய்ப்புப் பார்க்க ஓர் ஆய்வுகூடப் பரிசோதனையை விவரிக்க.

$\frac{1}{2}$  கன அங்குல வளிக் தமிழியொன்று 51 அடி ஆழமுள்ள ஓர் ஏரியின் அடியிலிருந்து மேற்பரப்பிற்கு எழும்புகிறது. மேற்பரப்பில் அதன் கனவளவு என்ன? (வளிமண்டல அழுக்கம் = 34 அடி நீர்)

[விடை:  $1\frac{1}{2}$  க. அங்.]

6. சாள்சின் விதியைக் கூறுக. ஒரு சிறு இரசவிழையைக் கொண்ட நுண்துளைக் குழாயைப் பிரயோகித்து இவ்விதியை எவ்வாறு வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்?

அழுக்கம் மாறுதிருக்க,  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள வாய்வொன்றின் கனவளவை இரட்டிப்பதற்கு அதன் வெப்பநிலையை எவ்வளவிற்கு உயர்த்தவேண்டும்?

[விடை: 273 C]

7. கனவளவு மாறிலியாகவிருக்க, குறித்தவொரு வாயுத்திணிவின் அழுக்கத்திற்கும், வெப்பநிலைக்குமிடையேயுள்ள தொடர்பை பரிசோதனை முறையால் விவரிக்க. ஒரு வாயு உருளை  $7^{\circ}\text{C}$  இலும், 14 வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் ஓட்சிசனைக் கொண்டுள்ளது. வெப்பநிலை  $37^{\circ}\text{C}$ க்கு உயர்த்தப்பட்டால் அழுக்கம் எவ்வளவாற் கூடும்? (விடை: 1.5 வளிமண்டலம்)

8. பின்வரும் கூற்றினால் விளங்கப்படுவது என்ன?  
“மாறா அழுக்கத்தில் வாயுவொன்றின் விரிவுக்குணகம் சதம பாகை யொன்றுக்கு  $\frac{1}{273}$ ”. இக் கூற்றின் உண்மையை வளிக்கு எவ்வாறு காண்பீர்?

$24^{\circ}\text{C}$  இல் 2 கன அடி கனவளவுள்ள உருக்கு உருளை ஒன்று 10 வளிமண்டல அழுக்கத்தில் ஓட்சிசனூல் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. வெப்பநிலையானது  $42^{\circ}\text{C}$ க்கு உயரும்போது ஓட்சிசனின் அழுக்கம் என்னவாகும்? [விடை: 10.6 வளிமண்டலம்]

9. பின்வரும் வெப்பநிலைகளின் தனிவெப்பநிலைகளைக் காண்க.

(a)  $37^{\circ}\text{C}$  (b)  $-40^{\circ}\text{C}$  (c)  $104^{\circ}\text{F}$  (d)  $79^{\circ}\text{C}$

[விடை:  $310^{\circ}\text{K}$ ,  $233^{\circ}\text{K}$ ,  $313^{\circ}\text{K}$ ,  $352^{\circ}\text{K}$ ]

10. மாறாக்கனவளவு வளிவெப்பமானியை விவரிக்க. இதனைக் கொண்டு பரபினின் உருகல் வெப்பநிலையை எவ்வாறு அளக்கலாம்?

11. 380 க சமீ. கனவளவுள்ள வாயுவொன்றின் வெப்பநிலை  $91^{\circ}\text{C}$  உம். அழுக்கம் 72 சமீ. இரசமுமாகும். இதன் கனவளவு நி. வெ. அ. இல் என்னவாகும்? [விடை: 270 க. சமீ.]

12. “தனிப்பூச்சியம்” என்னும் பதத்தை விளக்குக. நி. வெ. அ. இலுள்ள 1 இலீற்றர் வாயு,  $17^{\circ}\text{C}$  இலும் 72 சமீ. இரச அழுக்கத்திலும் என்ன கனவளவை உடையதாகும்? [விடை: 1121 க. சமீ.]

### தேர்வு வினாக்கள்

(சரியான விடையைத் தெரி்க)

1. ஒரு குறித்த வாயுத்திணிவின் கனவளவை பின்வரும் எம் முறையால் அதிகரிக்கலாம்?

- (i) வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அதன் அழுக்கத்தைக் கூட்டுவதால்
- (ii) வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அதன் அழுக்கத்தைக் குறைப்பதால்
- (iii) வெப்பநிலையைக் குறைத்து, அதன் அழுக்கத்தைக் கூட்டுவதால்.
- (iv) அழுக்கம் மாறாதிருக்க, அதன் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதால்
2. ஒரு குறித்த வாயுத்திணிவின் அழுக்கம் P ஆயின், அதன் கனவளவை இரட்டிப்பதற்குப் பிரயோகிக்க வேண்டிய அழுக்கம்
- (i) 2P    (ii) 4P    (iii)  $\frac{P}{2}$     (iv)  $P^2$  ஆகும்.
3. 2 இலீற்றர் கனவளவுள்ள ஒரு வாயுவின் அழுக்கம் 2 வளிமண்டலமாகும். அழுக்கம் 1 வளிமண்டலமானால் அதன் கனவளவு
- (i) 1 இலீற்றர் ஆகும்    (ii) 4 இலீற்றர் ஆகும்    (iii)  $\frac{1}{2}$  இலீற்றர் ஆகும்.    (iv) 2 இலீற்றராகவே இருக்கும்.
4. 5 இலீற்றர் கனவளவுள்ள வாயுவொன்றின் அழுக்கம் 2 வளிமண்டலமாகும். வெப்பநிலை மாறாதிருக்க அவ்வாயுவின் கனவளவு x இலீற்றர் ஆக மாறும்பொழுது, அழுக்கம் y வளிமண்டலம் ஆகும். ஆகவே
- (i)  $xy = 10$     (ii)  $x + y = 10$     (iii)  $\frac{x}{y} = 10$     (iv)  $\frac{y}{x} = 10$
5. 4 வளிமண்டல அழுக்கத்திலும், 29°C வெப்பநிலையிலும் உள்ள ஒரு வாயு ஒரு குறித்த கனவளவுள்ள இடத்தை அடைக்கிறது. இக் கனவளவு இரட்டிப்பதற்கு பின்வருவனவற்றில் எது நிகழ வேண்டும்?
- (i) வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அழுக்கம் 2 வளிமண்டல அழுக்கமாக மாறவேண்டும்.
- (ii) வெப்பநிலை 58°C ஆகவும், அழுக்கம் 8 வளிமண்டலமாகவும் மாறவேண்டும்.
- (iii) அழுக்கம் மாறாதிருக்க, வெப்பநிலை 58°C ஆக மாறவேண்டும்.
- (iv) வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அழுக்கம் 8 வளிமண்டல அழுக்கமாக மாறவேண்டும்.

6. குறித்த திணிவுள்ள வாயுவொன்றின் கனவளவு V இலீற்றர் ஆயும், அழுக்கம் P ஆயும், வெப்பநிலை  $t^{\circ}\text{C}$  ஆயும் இருக்கிறது. பின்வரும் மாற்றல் முறைகளுள் அசாத்தியமானது எது?

(i) V மாறாதிருக்க, t கூட P கூடும்

(ii) P மாறாதிருக்க, t கூட V கூடும்

(iii) t மாறாதிருக்க, P கூட V குறையும்

(iv) P, V, t மூன்றும் மாறும்பொழுது, அதன் திணிவு மாறும்.

7. 200 இலீற்றர் வாயுவின் வெப்பநிலை  $30^{\circ}\text{C}$  ஆகும். அழுக்கம் மாறாதிருக்க, வெப்பநிலை  $60^{\circ}\text{C}$  ஆனால், கனவளவு

(i)  $200 \times \frac{60}{30}$  (ii)  $200 \times \frac{303}{333}$  (iii)  $200 \times \frac{333}{273}$

iv)  $200 \times \frac{333}{303}$  இலீற்றர் ஆகும்.

8. நி. வெ. அ. இலுள்ள 5 இலீற்றர் வாயுவின் கனவளவு  $27^{\circ}\text{C}$  இலும், 70 சமீ. அழுக்கத்திலும் என்னவாகும்.

(i)  $5 \times \frac{273}{300} \times \frac{70}{76}$  (ii)  $5 \times \frac{300}{273} \times \frac{76}{70}$

(iii)  $5 \times \frac{300}{273} \times \frac{70}{76}$  (iv)  $\frac{1}{5} \times \frac{273}{300} \times \frac{70}{76}$

9.  $23^{\circ}\text{C}$ க்கு உரிய தனிவெப்பநிலை பின்வருவனவற்றுள் எதுவாகும்?

(i)  $23^{\circ}\text{K}$  (ii)  $296^{\circ}\text{K}$  (iii)  $273^{\circ}\text{K}$  (iv)  $250^{\circ}\text{K}$

## தேர்வு வினாக்களுக்குரிய விடைகள்

### அலகு 1.

1. iii	2. ii	3. iii	4. iv	5. ii	6. ii	7. i
8. iv	9. iii	10. i	11. iii	12. ii	13. i	14. i
15. iii						

### அலகு 2.

1. iv	2. ii	3. iii	4. iii	5. iii	6. iv	7. i
8. iv	9. i	10. ii	11. iv	12. iv	13. ii	14. ii
15. i						

### அலகு 3.

1. iii	2. i	3. ii	4. iii	5. iv	6. ii	7. iii
8. iv	9. iii	10. ii	11. iii	12. ii	13. i	14. i

### அலகு 4.

1. ii	2. ii	3. iii	4. iii	5. ii	6. iii	7. i
8. iv	9. iv	10. ii	11. ii	12. iv	13. iii	14. iii
15. i						

### அலகு 5

1. ii	2. ii	3. iv	4. ii	5. iii	6. ii	7. ii
8. i	9. ii	10. iii	11. iv	12. ii	13. iii	14. iv
15. i						

### அலகு 6

1. iii	2. i	3. i	4. ii	5. ii	6. i	7. iii
8. iv	9. i	10. iii	11. iv	12. i	13. iii	14. iv

### அலகு 7

1. ii	2. i	3. ii	4. ii	5. i	6. iii	7. iii
8. i	9. iii	10. iii	11. i	12. iii	13. ii	14. iv
15. ii	16. i					

### அலகு 8

1. i	2. iii	3. ii	4. iii	5. iii	6. iv	7. i
8. ii	9. i	10. iv	11. ii	12. ii		

### அலகு 9

1. ii	2. iii	3. iv	4. iv	5. iii	6. i	7. ii
8. iii	9. ii	10. i	11. ii	12. iii	13. iv	14. ii
15. iii	16. i					

### அலகு 10

1. ii	2. iii	3. ii	4. i	5. i	6. iv	7. iv
8. ii	9. ii					

பிழை திருத்தம்: பக்கம் 96, தேர்வுவினா 9 தின் விடை (ii) இலுள்ள  
 $\frac{5}{9} \times 0.9$  ஐ,  $\frac{5}{9} \times 0.09$  என மாற்றிக்கொள்க.

### அடர்த்தி அட்டவணை

(கிராம்/க. சமீ.)

அற்ககோல் 95%	0.807	இரசம்	13.6
அலுமினியம்	2.7	பால்	1.03
பித்தளை	8.4	நிக்கல்	8.9
செம்பு	8.93	பிளாற்றினம்	21.5
கிறவுண் கண்ணாடி	2.4-2.7	கடல்நீர்	1.03
பவுண்	19.3	வெள்ளி	10.5
பனிக்கட்டி	0.917	நாகம்	7.1
இரும்பு	7.1-7.9		
ஈயம்	11.4		
மகனீசியம்	1.74		

### முறிவுக் குணகங்கள்

கிறவுண் கண்ணாடி	1.48 - 1.61
வைரம்	2.42
பனிக்கட்டி	1.31
நீர்	1.33
தேப்பந்தைன்	1.48
அற்ககோல்	1.36

## வெப்பமாறிலிகள்

பதார்த்தங்கள் தின்மங்கள்	உருகல் மறை வெப்பம் கலோ/கி.	தன் வெப் பம் கலோ/ கி/°C	உருகுநிலை (°C)	கொதி (நிலை°C)	நீட்டல் விரி
					வுக் குணகம் (C°க்கு)
அலுமினியம்	93	0.22	658	2,200	0.000023
பித்தளை	-	0.092	900	-	0.0000189
செம்பு	51	0.092	1,083	2,300	0.0000167
சுண்ணாடி (சாதா.)	-	0.16	1,100	-	0.000085
பனிக்கட்டி	80	0.50	0	-	-
இரும்பு	-	0.12	1,530	3,000	0.000012
ஈயம்	6.3	0.031	327	1,755	0.000029
இரசம்	-	0.033	-39	356.7	-
வெள்ளி	-	0.056	961	-	0.000019
தகரம்	14.4	0.055	232	2,260	0.000023
நாகம்	24.1	0.093	419	907	0.000029

தீர்வங்கள்	ஆனியா தல் மறை வெப்பம் கலோ/கி	தன் வெப்பம்	உருகு நிலை	கொதி நிலை	களவிரிவுக்
					குணகம் (°C க்கு)
அற்ககோல்	204	0.58	-130	78.3	0.00110
கிளிசரீன்	-	0.576	17	290	0.00051
மண்ணெண்ணெய்	-	0.506	-	-	-
இரசம்	70	0.033	-	357	0.000182
சல்பூரிக்கமிலம்	-	0.34	10.5	330	-
தேப்பந்தைன்	70	0.42	-	156	0.00097
நீர்	540	1.00	-	100	0.0002

# நீரின் நிரம்பலாவியமுக்கம்

(மிமீ. இரசத்தில்)

வெப்பநிலை °C	அமுக்கம் மிமீ.	வெப்பநிலை °C	அமுக்கம் மிமீ.
0	4.6	23	21.0
1	5.0	24	22.4
2	5.3	25	23.8
3	5.7	26	25.2
4	6.1	27	26.7
5	6.5	28	28.3
6	7.0	29	30.0
7	7.5	30	31.8
8	8.0	35	42.1
9	8.6	40	55.3
10	9.2	45	71.8
11	9.8	50	92.5
12	10.5	55	118
13	11.2	60	149
14	12.0	65	188
15	12.8	70	234
16	18.6	75	89
17	14.5	80	355
18	15.5	85	434
19	16.5	90	526
20	17.5	95	635
21	18.6	100	760
22	19.8		

**சரவுலர் குமிழ் சரமணி வாசிப்புக்களுக்குரிய சாரீரப்பதன்**  
(நூற்று வீதத்தில்)

உலர் குமிழின் சரவுலர் குமிழ் வாசிப்புக்களின் வித்தியாசம் °Fஇல்  
வெப்பநிலை (°F)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	55	53	50	47	45	42	40
98	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	57	54	52	49	46	44	41	39
96	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	57	54	51	48	45	43	40	38
94	96	93	89	85	81	78	75	71	68	65	62	59	56	53	50	47	44	42	39	36
92	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40	38	35
90	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	34
88	96	92	88	84	80	77	73	69	66	63	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32
86	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	52	49	45	42	39	36	33	31
84	96	92	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	51	47	44	41	38	35	32	29
82	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	56	53	49	46	43	40	36	33	30	27
80	96	91	87	83	79	74	70	66	63	59	55	52	48	45	41	38	35	31	28	25
78	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	50	47	43	40	36	33	30	26	23
76	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38	34	31	28	24	21
74	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	52	48	44	40	36	33	29	26	22	19
72	95	90	85	80	76	71	67	63	58	54	50	46	42	38	34	31	27	23	20	16
70	95	90	85	80	75	71	66	62	57	53	49	44	40	36	32	28	24	21	17	14
68	95	90	84	79	75	70	65	60	56	51	47	43	38	34	30	26	22	18	15	11
66	95	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41	36	32	21	23	20	16	12	8
64	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	30	25	21	17	13	9	5
62	94	88	83	77	72	67	61	56	51	46	41	37	32	27	23	18	14	10	5	-
60	94	88	82	77	71	65	60	55	50	44	39	34	29	25	20	15	11	6	2	-
58	94	88	82	76	70	64	59	53	48	42	37	31	26	22	17	12	7	2	-	-
56	94	87	81	75	69	63	57	51	46	40	35	29	24	19	13	8	3	-	-	-
54	93	87	80	74	68	61	55	49	43	38	32	26	21	15	10	5	-	-	-	-
52	93	86	79	73	66	60	54	47	41	35	29	23	17	12	6	-	-	-	-	-
50	93	89	79	72	65	59	52	45	38	32	26	20	14	8	2	-	-	-	-	-
48	92	85	77	70	63	56	49	42	36	29	22	16	10	4	-	-	-	-	-	-
46	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19	12	6	-	-	-	-	-	-	-

## விஞ்ஞான கணிதம்

### விகிதசமவியல்

கணிதமுறைகளுள் விஞ்ஞான விதிகள் பலவற்றுக்கு விகித சமவியல் திறவுகோலாக அமைகின்றது.

#### 1. நேர்விகிதசமக் கணியங்கள்

ஒன்றோடொன்று தொடர்புபட்டு மாறும் இரு கணியங்களின் அளவுகள் ஒரேவீதத்தில் கூடுமாயின் அல்லது குறையுமாயின், அவற்றில் நிகழும் மாறல் நேர்மாறல் எனப்படும். அதாவது அவ்விரு கணியங்களும் நேர்விகிதசமமுடையவை.

உதாரணம்:-

1. 60 மைல்-மணி என்னுஞ் சீரான கதியுடன் செல்லும் புகையிரதத்தை எடுத்துக்கொள்க. இது,

0 மணித்தியாலத்தில் செல்லும் தூரம்	0 மைல்களாகும்
1 " " " "	60 " "
2 மணித்தியாலங்களில் " " "	120 " "
3 " " " "	180 " "
4 " " " "	240 " "

இங்கு தூரம், நேரம் ஆகிய இரு கணியங்களும் நேர்விகித தொடர்புடையவையாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றிடையே நிகழும் இவ்வித மாறல் நேர்மாறல் எனப்படும்.

2. மேற்கூறிய கணியங்களுக்கிடையே மாறல் பின்வருமாறு நிகழ்வதையும் கவனிக்க.

4 மணித்தியாலங்களில் புகையிரதம் செல்லுந்தூரம் =	240 மைல்
3 " " " "	= 180 " "
2 " " " "	= 120 " "
1 " " " "	= 60 " "
0 " " " "	= 0 " "

இதில் தூரம், நேரம் ஆகியவற்றிற்கிடையே நிகழும் மாறலை நோக்கும் போது, தூரம் நேரத்துடன் நேர்விகித சமமுடைய தேன்பது வெளிப்படையாகிறது.

இவ்விரு கணியங்களுள் தூரத்தை  $y$  எனவும், நேரத்தை  $x$  எனவும் கொண்டால், இவற்றின் தொடர்பு அட்சரகணித முறைப்படி பின்வருமாறு அமையும்.

$$\text{அதாவது } y \propto x$$

$$\therefore y = k \cdot x$$

$$\text{எனவே } \frac{y}{x} = k \text{ (ஒரு மாறிலி)}$$

நேர்மாறல் அல்லது நேர்விகிதசமத் தொடர்பை அறியும் முறை

$y$ ,  $x$  என்னும் இரு கணியங்களின், ஒன்றையொன்று வகுத்து வரும் ஈவு ஒரே மாறிலிப்பருமன் உடையதாக ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் காணப்பட்டின், அவ்விரு கணியங்களுக்கு மிடையே நிகழும் மாறல் நேர்மாறல் எனத் துணியலாம்.

உதாரணம்:-

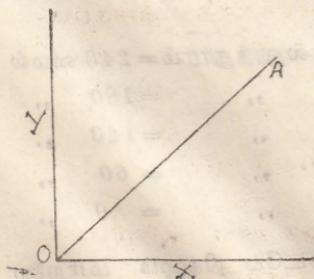
மேற்காட்டப்பட்ட இரு உதாரணங்களிலும்

$$(i) \text{ ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் } \frac{\text{நேரம்}}{\text{தூரம்}} = \frac{1}{60} \text{ ஆகும்.}$$

$$(ii) \text{ ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் } \frac{\text{தூரம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{60}{1} \text{ ஆகும்.}$$

எனவே, இரு கணியங்களும் ஒன்றையொன்று வகுக்கும் விதத்தைப் பொறுத்து ஈவு அதற்கேற்ப ஒரு மாறிலியாகவிருக்கும்.

வரைபுமூலம் நேர்மாறலைச் சோதித்தல்



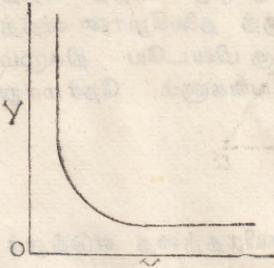
படம் 1

$y$  க் கணியங்களை நிலைக்குத்து அச்சிலும்  $x$  கணியங்களைக் கிடை அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைத்தால், அது உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும் (படம் 1). ஏதாவது இரு கணியங்களுக்கிடையே நிகழும் மாறலைக் காட்டும் வரைபு உற்பத்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமைந்தால், அவையிரண்டும் நேர்மாறல் உடையவை எனத் துணியலாம்.



வரைபு மூலம் தலைகீழ்மாறலச் சோதித்தல்

y க் கணியங்களை நிலைக்குத்து அச்சிலும், x கணியங்களைக் கிடை அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைத்தால் அது படம் 2 இல் காட்டியது போல் ஓர் அதிபரவளைவாக அமையும்.

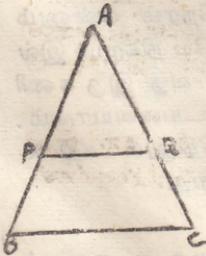


படம் 2

எனவே இரு கணியங்களை அச்சு களாகக் கொண்டு அமைக்கப்படும் வரைபு, அதிபரவளைவாக அமையின், இரு கணியங்களும் நேர்மாறு விகித சமமுடையவை அல்லது இரு கணியங்களும் தலைகீழ்மாறல் தொடர்பையுடையவை எனத் துணியலாம்.

கேத்திரகணிதத்தில் விகிதசமன்கள்

(i) கேத்திரகணிதத்தில்,



படம் 3

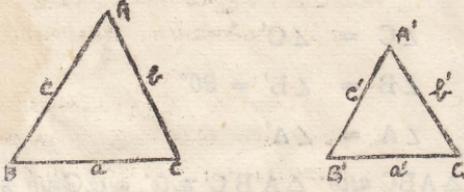
ABC எனும் முக்கோணியின் அடி BC க்குச் சமாந்தரமாக PQ எனும் நேர்கோடு வரையப்பட்டால் (படம் 3),

பின்வரும் விகிதசமம் உண்மை என நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\frac{AP}{PB} = \frac{AQ}{QC}$$

(ii) மேலும் கேத்திரகணிதத்தில், ஒரு முக்கோணியின் மூன்று கோணங்களும் முறையே இன்னொரு முக்கோணியின் மூன்று கோணங்களுக்கும் சமமாயின், அம் முக்கோணங்களின் ஒத்த பக்கங்களின் விகிதம் சமமாயிருக்கும் என நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வித முக்கோணிகள் வடிவொத்த முக்கோணிகள் எனப்படும்.

உதாரணமாக,



படம் 4

$\triangle ABC$ ,  $\triangle A'B'C'$  ஆகியவை வடிவொத்தவையாதலால்,

$$\angle A = \angle A'; \quad \angle B = \angle B'; \quad \angle C = \angle C'$$

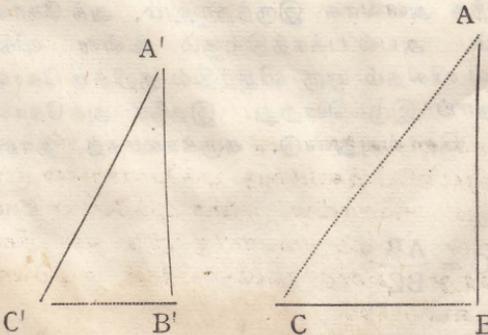
எனவே  $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$  ஆகும்.

திரிகோணகணிதத்தில் விகிதசமன்கள்

முக்கோணங்களைப் பற்றிய விஞ்ஞானம் திரிகோணகணிதமாகும். ஒரு பொருளின் உயரம், விண்ணிலுள்ள பொருட்களின் தூரங்கள், பருமன்கள் முதலியவற்றைத் துணிதற்கும் திரிகோணகணிதம் துணைபுரிகின்றது.

பொருட்களின் உயரங்களை அளவிடுவதற்கு கிரேக்கர்கள் நிழல்களையும் முக்கோணங்களைப் பற்றிய அறிவையும் பயன்படுத்தினார்கள்.

உதாரணமாக,



படம் 5

ஒரு கிடையான தளத்தில் நிலைக்குத்தாக நிற்கும் கோபுரம் என்று 42 அடி நீளமான நிழல் BC ஐ ஒரு குறித்த நேரத்தில் உண்டாக்கியது. அதே நேரத்தில் A'B' எனும் 10 அடி நீளமான ஒரு

கோல் 6 அடி நீளமான நிழலைத் தோற்றுவித்தது. இத்தகவல்களைக் கொண்டு கோபுரத்தின் உயரம் AB யைக் கணிக்கலாம். சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் சமாந்தரமாயிருப்பதால்  $AC \parallel A'C'$

$$\text{எனவே } \angle C = \angle C'$$

$$\text{மேலும் } \angle B = \angle B' = 90^\circ$$

$$\therefore \angle A = \angle A'$$

எனவே  $\triangle ABC$  யும்  $\triangle A'B'C'$  உம் வடிவொத்தவை

$$\therefore \frac{AB}{A'B'} = \frac{BC}{B'C'}$$

$$\text{அல்லது } \frac{AB}{BC} = \frac{A'B'}{B'C'}$$

$$\frac{AB}{42} = \frac{10}{6}$$

$$\therefore AB = 10 \times \frac{42}{6} = 70'$$

இக் கணிப்பில்  $\frac{AB}{BC}$  எனும் விகிதம்  $\frac{A'B'}{B'C'}$  எனும் விகிதத்திற்குச் சமம் என்பது கவனிக்க வேண்டிய ஒரு அம்சமாகும்.

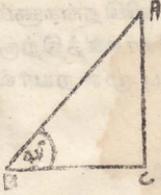
குறித்த ஒரு கூர்ங்கோணம்  $\angle C$  ஐ உடைய செங்கோண முக்கோணியின் பருமன் எந்த அளவாக இருந்தாலும், அக்கோணத்தின் எதிர்ப்பக்கத்திற்கும், ஆயல் பக்கத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு மாறிலியாகும். இவ் விகிதம் ஒரு விதத்தில் குறித்த கோணத்தின் அளவைக் குறிப்பதாய் இருக்கின்றது. இதனை அக்கோணத்தின் தான்சன் என்றும் சொல்வதுண்டு. சுருக்கமாகத் தான் C எனக் குறிப்பிடலாம்.

$$\text{தான் } C = \frac{AB}{BC}$$

ஒரு கோணத்தின் தான்சனைக் கணித்தல் உதாரணமாக,

தான்  $49^\circ$  யைக் கணிக்க வேண்டுமெனக் கொள்க.

பாகைமானியை உபயோகித்து  $49^\circ$  அமைக்க. 10 அலகு நீளமாக BC ஐ அளந்து குறித்து, செங்குத்து AC யின் நீளத்தை அளக்க (படம் 5). நமது அளவுகள் திருத்தமாகச் செய்யப்பட்டால் AC யின் நீளம் ஏறத்தாழ  $11.5$  அலகுகளாக இருப்பதைக் காணலாம்.



படம் 5

$$\text{தான் } 49^\circ = \frac{11.5}{10} = 1.15 \text{ அண்ணளவாக}$$

ஒவ்வொரு கோணத்திற்குமுரிய தான்சன் பெறுமானம் திருத்தமாகக் கணிக்கப்பட்டு, கணித அட்டவணைகளில் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனவே கோணங்களின் 'தான்' பெறுமானத்தை அட்டவணைகளில் பார்த்தும் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ஏற்றக்கோணம். இறக்கக்கோணம்.

சாதாரணமாகக் கிடையாக நோக்கும் ஒருவன் உயர உள்ள பொருட்களைக் கண்ணால் மேல்நோக்கிப் பார்க்க வேண்டியிருக்கின்றது. இவ்விதம் பொருளில் ஒரு புள்ளியை நோக்கும்போது நோக்கும் புள்ளியையும் கண்ணையும் இணைக்கும் கோட்டுக்கும் கிடைக்கோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஏற்றக்கோணம் எனப்படும்.

இவ்வாறே கீழ் உள்ள பொருளில் ஒரு புள்ளியை நோக்கும் போது கிடைக்கோட்டிற்கும், நோக்கும் கோட்டிற்கும் இடைக்கோணம் இறக்கக்கோணம் எனப்படும்.

உதாரணம்

(i) சூரியனின் ஏற்றக் கோணம்  $54^\circ$  ஆக இருக்கும் போது, 60 அடி நீளமான நிழலை உடைய கோபுரத்தின் உயரம் என்ன? (தான்  $54^\circ = 1.3764$ )

கோபுரத்தின் உயரம் = b எனக் கொள்க. (படம் 6)

நிழலின் நீளம் = a = 60'

$$\angle B = 54^\circ$$

$$\frac{b}{a} = \text{தான் } 54^\circ$$

$$\therefore b = a \text{ தான் } 54^\circ$$

$$= 60 \cdot 0 \times 1.3764$$

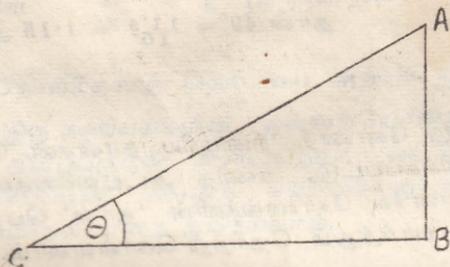
$$= 82.584$$

படம் 6

$$\therefore \text{கோபுரத்தின் உயரம்} = 82.584 \text{ அடி}$$

சைன், கோசைன்

குறித்த ஒரு செங்கோண முக்கோணியில், கோணத்தின் தான் சன் மட்டுமன்றி, வேறும் சைன், கோசைன் எனும் விகிதங்களும் பெரிதும் உபயோகமுள்ளவையாகும். ஒவ்வொரு கோணத்திற்கு முரிய சைன், கோசைன் பெறுமானங்களையும் அமைப்பு முறையால் அல்லது அட்டவணைகளிலிருந்து பார்த்தறியலாம்.



படம் 7

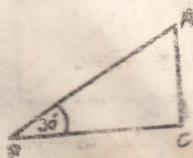
ஒரு செங்கோண முக்கோணியில் (படம் 7)

$$\text{சைன் } \theta = \frac{\text{எதிர்ப்பக்கம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{AB}{AC}$$

$$\text{கோசைன் } \theta = \frac{\text{அயல்பக்கம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{BC}{AC}$$

சைனின் உபயோகம்

(i) பட்டமொன்றை 100 அடி நீளமான நூல் விட்டு ஏற்றப் படும். போது நூல் கிடையோடு  $30^\circ$  சாய்ந்து நிற்கக் காணப் பட்டது. பட்டம் என்ன உயரத்தில் பறக்கின்றது எனக் காண்க



$$\frac{\text{உயரம் } AC}{\text{நூலின் நீளம் } AB} = \text{சைன் } 30^\circ$$

$$\frac{\text{உயரம்}}{100} = 0.500$$

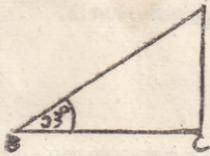
$$\therefore \text{உயரம்} = 50 \text{ அடி}$$

படம் 8

கோசைனின் உபயோகம்

(ii)  $33^\circ$  சாய்வான ஒரு மலைச்சரிவில் 1000 யார் ஏறிச்சென்ற ஒருவர், தாம் சென்ற கிடைத்தூரத்தை அளவிட விரும்பினார். இதற்கு கோசைன் உபயோகிக்கப்பட்டது (படம் 9).

$$\frac{\text{கிடைத்தூரம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \text{கோசைன் } 33^\circ$$



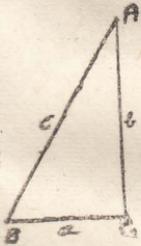
$$\frac{\text{கிடைத்தூரம்}}{1000} = 0.8387$$

$\therefore$  கிடைத்தூரம் CB = 838.7 யார்

படம் 9

A, B, C என்னும் உச்சிகளை உடைய செங்கோண முக்கோணியில் (ACB செங்கோணம்) உச்சிகளுக்குக் கெதிர்ப்புயங்கள் முறையே a, b, c எனக் கொள்க (படம் 10).

எனவே



படம் 10

$$\text{சைன் B} = \frac{\text{ZB க்கு எதிர்ப்புயம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{b}{c}$$

$$\text{சைன் A} = \frac{\text{ZA க்கு எதிர்ப்புயம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{a}{c}$$

$$\text{கோசைன் B} = \frac{\text{ZB க்கு அயற்புயம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{a}{c}$$

$$\text{கோசைன் A} = \frac{\text{ZA க்கு அயற்புயம்}}{\text{செம்பக்கம்}} = \frac{b}{c}$$

$$\text{தான் B} = \frac{\text{ZB க்கு எதிர்ப்புயம்}}{\text{ZB க்கு அயற்புயம்}} = \frac{b}{a}$$

$$\text{தான் A} = \frac{\text{ZA க்கு எதிர்ப்புயம்}}{\text{ZA க்கு அயற்புயம்}} = \frac{a}{b}$$

மேற்குறிப்பிலிருந்து,

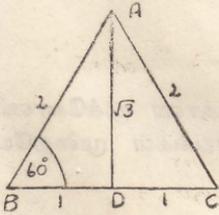
சைன் B = கோசைன் A என்பதை அவதானிக்க,

அதாவது ஒரு கோணத்தின் சைன் பெறுமானம் அக்கோணத்தின் நிரப்பும் கோணத்தின் கோசைனுக்குச் சமனாகும்.

உதாரணமாக.

$$\begin{aligned} \text{சைன் } 30^\circ &= \text{கோசைன் } (90^\circ - 30^\circ) = \text{கோசைன் } 60^\circ \\ \text{கோசைன் } 50^\circ &= \text{சைன் } (90^\circ - 50^\circ) = \text{சைன் } 40^\circ \end{aligned}$$

2 அலகு நீளமான பக்கங்களையுடைய ஒரு சமபக்க முக்கோணி ABCயை (படம் 11) எடுத்துக் கொண்டால்,  
 சைன்  $60^\circ$  } கோசை  $60^\circ$  } தான்  $60^\circ$  } ஆகியவற்றின் பெறுமதிகளை  
 சைன்  $30^\circ$  } கோசை  $30^\circ$  } தான்  $30^\circ$  } இலகுவில் துணியலாம்.



படம் 11

பைதகரசின் தேற்றப்படி,

செங்கோண முக்கோணி ADB இல்

$$\begin{aligned} AB^2 &= AD^2 + BD^2 \\ \therefore AD^2 &= AB^2 - BD^2 \\ &= 4 - 1 = 3 \\ \therefore AD &= \pm \sqrt{3} \end{aligned}$$

( $-\sqrt{3}$  ஐ இங்கு கருத்திற்கொள்ளாது விடலாம்.)

செங்கோண முக்கோணி ADB இல்,

$$\angle ABD = 60^\circ; \quad \angle BAD = 30^\circ$$

$$\text{எனவே சைன் } 60^\circ = \frac{AD}{AB} = \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$\text{சைன் } 30^\circ = \frac{BD}{AB} = \frac{1}{2}$$

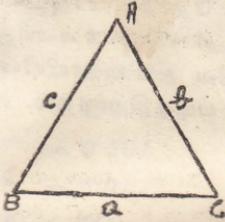
$$\text{கோசை } 60^\circ = \frac{BD}{AB} = \frac{1}{2}$$

$$\text{கோசை } 30^\circ = \frac{AD}{AB} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{தான் } 60^\circ = \frac{AD}{BD} = \sqrt{3}$$

$$\text{தான் } 30^\circ = \frac{BD}{AD} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

ஒரு முக்கோணியின் கோணங்களுக்கும் பக்கங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு



படம் 12

A, B, C, எனும் உச்சிகளையும், முறையே a, b, c, எனும் நீளமுள்ள பக்கங்களையும் உடைய ஏதாவது ஒரு முக்கோணிக்கு (படம் 12) பின்வரும் தொடர்புகள் பொருத்தமாகும்.

சைன் விதி

$$\frac{a}{\text{சைன் A}} = \frac{b}{\text{சைன் B}} = \frac{c}{\text{சைன் C}}$$

கோசைன் விதி

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \text{ கோசை A}$$

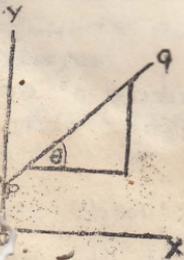
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \text{ கோசை B}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \text{ கோசை C}$$

இத் தொடர்புகளுக்குரிய நிரூபணங்களைத் திரிகோண கணித நூல்களில் காண்க. இவ் விதிகளை முக்கோணிகளின் கோணங்களையும் பக்கங்களையும் கணிக்க, உபயோகிக்கலாம்.

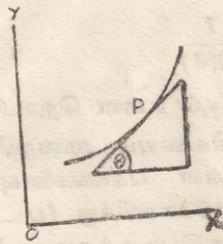
படித்திறன் (சாய்வுவீதம்)

ஒன்றோடொன்று தொடர்புபட்டு மாறும் இரு கணியங்களின் வரைபு நேர்கோடாக அல்லது ஒரு வளையப்பாக அமையலாம். x அச்சில் குறிக்கப்படும் கணியத்தில் ஏற்படும் சிறிய மாற்றம் y அச்சிலுள்ள கணியத்திலும் ஒரு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். இம் மாற்றங்களுக்குள்ள விகிதம் படித்திறன் எனப்படும். செய்முறையில், x சார்பாக y இல் ஏற்படும் மாற்றம் படித்திறன் எனக் கொள்ளப்படும்.



படம் 13

(a) வரைபு நேர்கோடாக அமையுமாயின் படித்திறன் ஒரு மாறிலியாகவிருக்கும். இது, வரைபு x அச்சின் நேர்த்திசையுடன் ஆக்கும் கோணம்  $\theta$  வின் (படம் 13) தான்சன் பெறுமானத்திற்குச் சமனாகும்.



படம் 14

(b) வரைபு வளையியாயின் அதன் படித்திறன் புள்ளிக்குப்புள்ளி மாறும். ஏதாவதொரு புள்ளியில் வளையியொன்றின் படித்திறனைத் துணிதற்கு, வளையிக்கு அப்புள்ளியில் ஒரு தொடலியை வரைக (படம் 14). இத்தொடலி x அச்சின் நேர்த்திசையுடன் ஆக்கும் கோணத்தின் தான்சனைக் கணித்தல் வேண்டும். இதுவே அவ்வளையியின் குறித்த புள்ளிக்குரிய படித்திறனாகும்.

### அடுக்குக் குறிகள்

ஒரு பொருளின் அளக்கத்தக்க உடைமைகள் யாவும் பெளதிக கணியங்கள் என்று சொல்லப்படும். உதாரணமாக ஓர் அணுவின் விட்டம், பலூனொன்றிலுள்ள வளியின் வெப்பநிலை அளக்கத்தக்க வையாதலால் பெளதிக கணியங்களாகும். இக்கணியங்கள் எப்பொழுதும் எண் பெறுமானங்களினால் குறிக்கப்படுவதால், இவற்றை எண்பெறுமானங்களினால் எவ்விதம் விளக்கலாம் என்பதனை அறிந்திருத்தல் நன்று.

ஓர் அணுக்கருவின் விட்டம் 0.000,000,000,000,001 மீற்றர் ஆகும். மிகத் தொலைவிலுள்ள ஒரு நட்சத்திரக் கூட்டத்தின் தூரம் 100,000,000,000,000,000,000,000 மீற்றர் ஆகும். இவ்வெண்களை வாசிப்பது அல்லது எழுதுவது சிரமமாகும். எனவே இவ்வெண்களைச் சலபமாக எழுதவும், இலகுவாக வாசிக்கவும் அடுக்குக் குறிகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

### இம்முறையின்படி

a இன் ஐந்தாம் அடுக்கு அல்லது a.a.a.a.a என்பது  $a^5$  என எழுதப்படுகிறது. இந்த 'a' அடி எனவும், 5 அடுக்கு எனவும் பெயர்பெறும். எனவே

10000 ஐ  $10^4$  எனவும் ( $\because 10000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10$ )

மிகத் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரக் கூட்டத்தின் தூரத்தை  $10^{16}$  மீற்றர் எனவும் எழுதலாம்.

10 இன் அடுக்குகளும் அவற்றின் பெறுமானங்களும் ( $10^{-10}$  தொடக்கம்  $10^{10}$  வரை) கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$10^{-10} = 0.000,000,0001$	$10^0 = 1$
$10^{-9} = 0.000,000,001$	$10^1 = 10$
$10^{-8} = 0.000,000.01$	$10^2 = 100$
$10^{-7} = 0.000,0001$	$10^3 = 1000$
$10^{-6} = 0.000,001$	$10^4 = 10,000$
$10^{-5} = 0.00001$	$10^5 = 100,000$
$10^{-4} = 0.000,1$	$10^6 = 1000,000$
$10^{-3} = 0.001$	$10^7 = 10,000,000$
$10^{-2} = 0.01$	$10^8 = 100,000,000$
$10^{-1} = 0.1$	$10^9 = 1000,000,000$
	$10^{10} = 10,000,000,000$

மிகப் பெரிய எண்களையும் மிகச்சிறிய எண்களையும் குறிப்பிடுவதற்கு 10 இன் அடுக்குகளைப் பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக எல்லா எண்களையும் 1 க்கும் 10 க்கும் இடையிலுள்ள ஓர் எண்ணினதும் 10 இன் அடுக்கொன்றினதும் பெருக்கமாகக் குறிப்பிடலாம்.

உதாரணமாக,

$$\begin{aligned} 400 &= 4 \times 100 = 4 \times 10^2 \\ 5680 &= 5.68 \times 1000 = 5.68 \times 10^3 \\ 0.073 &= 7.3 \times 0.01 = 7.3 \times 10^{-2} \\ 42000,000 &= 4.2 \times 10000,000 = 4.2 \times 10^7 \end{aligned}$$

இவை எண்களின் நியமவடிவு எனக் கொள்ளப்படும். நியமவடிவில் எண்களைக் குறிப்பதில் இருவிதமான நன்மைகளுண்டு. முதலாவதாக எண்முறைக் கணிப்புகள் சுலபமாக்கப்படுவதோடு, கணிப்புகளில் ஏற்படக்கூடிய தவறுகளும் பெருமளவு தவிர்க்கப்படுகின்றன.

கிரண்டாவதாக ஒரு கணியம் எந்த அளவுக்குத் திருத்தமாகக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதையும் அறியலாம்.

உதாரணமாக

பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடைத்தூரம்  $d = 236,000$  மைல்கள் என்பதனை  $d = 2.36 \times 10^5$  மைல்கள் எனக் குறிக்கலாம்.

இவ்விதம் குறிக்கும்போது திருத்தமாகக் கணித்து அறியப்பட்ட இலக்கங்கள் முதலில் குறிக்கப்படுகின்றன. இவை பொருளுடைய இலக்கங்கள் (Significant figures) எனப்படுகின்றன. இவ் உதாரணத்தில் உள்ள மூன்று பொருளுடைய இலக்கங்கள் 2, 3, 6 ஆகும்.

இம் மூன்று இலக்கங்களுமே திருத்தமாகக் கணிக்கப்பட்டவை யாகும் என்பதையும், இதற்கப்பால் உள்ள இலக்கங்கள் சரியாகக் கணிக்கப்படவில்லை என்பதையும் இதிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

அடுக்குக் குறிகளைக் கையாளும்போது பின்வரும் விதிகளைக் கைக்கொள்ள வேண்டும்.

### 1. பெருக்கல்

$$\left( \frac{a}{x} \right) \left( \frac{b}{x} \right) = \frac{a+b}{x}$$

$$\text{உம்: } \left( \frac{2}{x} \right) \left( \frac{4}{x} \right) = \frac{2+4}{x} = \frac{6}{x}$$

$$\therefore (xx) (xxxx) = xxxxxx$$

### 2. வகுத்தல்

$$\frac{x^a}{x^b} = x^{a-b}$$

$$\text{உம்: } \frac{x^5}{x^2} = x^{5-2} = x^3$$

$$\therefore \frac{xxxxx}{xx} = xxx$$

### 3. எதிர்க்குறிகாட்டி

$x^3$  ஐ  $x^5$  ஆல் வகுத்தால்,

$$\frac{x^3}{x^5} = x^{3-5} = x^{-2};$$

அல்லது

$$\frac{xxx}{xxxxx} = \frac{1}{xx} = \frac{1}{x^2}$$

$$\text{எனவே } x^{-2} = \frac{1}{x^2}$$

$$\therefore x^{-a} = \frac{1}{x^a}$$

4. பூச்சிய குறிகாட்டி

$$\frac{x^a}{x^a} = x^{a-a} = x^0$$

$$\text{ஆனால் } \frac{x^a}{x^a} = 1$$

$$\therefore x^0 = 1$$

பயிற்சிகள்

1. கீழே தரப்பட்டிருக்கும் அட்டவணையிலுள்ள பெறுமானங்களைக் கொண்டு ஒரு வரையை அமைத்து, x இற்கும், y இற்கும் உள்ள தொடர்பை ஒரு சமன்பாட்டின்மூலம் விளக்குக.

x	4	8	12	16	20
y	8	16	24	32	40

2. அட்டவணையிலுள்ள P இனதும் A இனதும் பெறுமானங்களைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் வரைபு எவ்விதமானதாகும்? P க்கும் A க்கும் உள்ள தொடர்பை சமன்பாடொன்றினால் விளக்குக.

P	1	2	3	4	8	12
A	24	12	8	6	3	2

3. பின்வரும் எண்களை 10 இன் அடுக்குகளாக எழுதுக.

- (a) 1 இலட்சம் (b) 10 இலட்சம் (c) 100000000000  
(d) 0.000001 (e) 0.0091

4. பின்வருவனவற்றைக் கணிக்க.

(a)  $10^7 \times 10^4$  (b)  $10^{-4} \times 10^{-5}$  (c)  $10^7 \times 10^{-3}$

(d)  $10^{-12} \times 10^5$  (e)  $\frac{10^9}{10^7}$  (f)  $\frac{10^3}{10^8}$  (g)  $\frac{10^{-4}}{10^{-1}}$

(h)  $\frac{10^3}{10^{-18}}$  (i)  $3 \times 3^{\frac{1}{2}} \times 3^{\frac{3}{2}}$  (j)  $(36)^{-0.5}$

5. அணு ஒவ்வொன்றினதும் விட்டம்  $10^{-10}$  மீற்றர் ஆகும். சிவப்பு இரத்தக் கலமொன்றினது விட்டம்  $10^{-5}$  ஆகும். இக் கலமொன்றின் விட்டத்தில், அருகருகே இருக்கத்தக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணிக்க.
6. கீழ்க்காணும் எண்களை நியமவடிவத்தில் எழுதுக.  
 (a) 18500 (b) 0.00042 (c)  $68 \times 10^{-3}$  (d)  $323 \times 10^4$   
 (e)  $0.042 \times 10^{-7}$  (f) 257000
7. ஒரு கோபுரத்தின் அடியிலிருந்து 160 அடி கிடைத்தாரத்தில் நிற்கும் ஒருவர் அதன் உச்சியை  $38^\circ$  ஏற்றக் கோணத்தில் பார்க்கின்றார். கோபுரத்தின் உயரத்தைக் கணிக்க.
8. ஒரு செங்கோண முக்கோணியில், செங்கோணத்தை ஆக்கும் பக்கங்களின் நீளங்கள் முறையே 4.6 அங்குலமும், 5.9 அங்குலமுமாகும். முக்கோணியின் மற்றக் கோணங்களையும், செம்பக்கத்தையும் காண்க.
- 9 (i) சைன்  $\theta = 0.4226$ ; கோசை  $\theta = 0.9063$  என்னுந் தரவுகளைக் கொண்டு தான்  $\theta$  வைக் காண்க.  
 (ii) சைன்  $\theta = \frac{3}{5}$  ஆயின், கோசை  $\theta$ , தான்  $\theta$  ஆகியவற்றைக் காண்க.
10. (i) ஒரு முக்கோணியின் பக்கங்கள் a, b, c முறையே 2", 3", 4" ஆகும். முக்கோணியின் கோணங்களைக் காண்க.  
 (ii) ABC என்னும் முக்கோணியில்  $A = 70^\circ$ ,  $C = 55^\circ$ ,  $b = 6.2$ " ஆயின் a யையும், c யையும் காண்க.

வெளியிடுவோர்:

திருமதி K. அப்பாத்துரை  
 சித்தன்கேணி.

திருமதி T. முத்தையா  
 திருநெல்வேலி,  
 யாழ்ப்பாணம்.

அச்சிடுவோர்:

த. வேலாயுதப்பிள்ளை நாமகன் அச்சகம்  
 319, காங்கேசன்துறை வீதி, யாழ்ப்பாணம்.



நாமகள் அச்சம்.  
யாழ்ப்பாணம்.

M. Rajamohan

M. Rajamohan

# EXERCISE BOOK

Subject English

Form/Std. \_\_\_\_\_

Name M. Rajamohan

Date \_\_\_\_\_

