

தேசிய உயர் கல்விச் சான்றிதழ்க்குரிய

# பொருகம்

முன்றும் பாகம்

530,  
முயல்  
SL/PR

கல்வி வெளியீட்டுத் தினைக்களாம்

தேசிய உயர் கல்விச் சான்றிதழ்க்குரிய

# பொதிகம்

3 ஆம் பாகம்

ஆ. வி. மயில்வாகனம்

M.A. (கோயில்துறை), Ph.D. (கோயில்துறை), Ph.D. (வண்டன்)

கல்வி வெளியீட்டுத் தினைக்களம்

**ஆக்கியோன்:**

கலாந்தி ஆ. வி. மயில்வாகனம்  
(இலங்கைப் பல்கலைக்கழகத்து மாண்பணிய பெளதிகப் பேராசிரியர்)

ஆங்கில முதனுற் பதிப்பாசிரியர் குழு:

ஜி. ச. விஜேஞ்சுரீய  
ஏ. எச். டபிள்யூ. யகம்பதி  
ந. வாகீசமூர்த்தி

மொழிபெயர்த்தவர்:

கலாந்தி ஆ. வி. மயில்வாகனம்

தமிழ் மொழிபெயர்ப்புப் பதிப்பாசிரியர்:

இ. முருகையன்  
ந. வாகீசமூர்த்தி

ஒவியர்:

ஆர். பி. மாவில்மட

தட்டெழுத்தாளர்:

குழந்தை இரத்தினவேல்

முதற் பதிப்பு: 1977

பதிப்புரிமை பெற்றது.

கல்வி வெளியிடுத் திணைக்களத்தினரால்  
இலங்கை அரசாங்க அச்சக்க கூடடுத்தாபாளத்தில் அச்சிடு  
வெளியிடப்பட்டது.

## பொருள்க்கம்

### மின்றும் பாகம் - வெப்பப் பெளதீகம்

#### அத்தியாயம்

#### பக்கம்

10.	வெப்பநிலையும் வெப்பநிலை அளத்தலும்	273
11.	திண்மங்கள் வெப்பத்தால் விரிதல்	286
12.	திரவங்களின் வெப்ப விரிவு	301
13.	வாயுக்களின் விரிவு	310
14.	வெப்பக் கணியம்; தன்வெப்பக் கொள்ளளவு	329
15.	நிலை மாற்றம்	344
16.	வெப்பம் இடமாறும் முறைகள்- I	375
17.	வெப்பம் இடமாறும் முறைகள்- II	388
18.	வெப்பம் இடமாறும் முறைகள்- III	392
19.	வெப்ப எஞ்சின்கள்	407



## முன்றும் பாகம் - வெப்பப் பெளதிகம்

அத்தியாயம் 10

வெப்பபநிலையும் வெப்பநிலை அளத்தலும்

### 10.1 அறிமுகம்

வெப்பப் பெளதிகத்தில் நாம் முதன்முதலாக வெப்பநிலை என்றும் எண்ணக்கரு வகையே சந்தீக்கிறோம். பொருளொன்றைத் தொடுகையில், நாம் ஒரு வகைப் புல உணர்வை அறுபவிக்கிறோம்; முதலில், அங்குள்ளவைப் பண்பறிமுறைப்படி விவரித்துக் கூறும் பொருட்டே 'பொருளொன்றின் வெப்பநிலை' என்றும் சொற்றெடுத் தீவிடியிலிருந்து கையாளப்பட்டது. எமது உணர்வுக்கேற்ப, நாம் பொருள்களின் வெம்மைத் தரத்தைக் கடுஞ்சுளிரான்', 'குளிரான்', 'வெப்பான்', 'கடுவெப்பான்' என்றவாறு குறிப்பிடுகிறோம்.

ஆனால், பொருளொன்றின் வெம்மைத் தரத்தையோ அதன் குளிர்மைத் தரத்தையோ எடுத்துஉணர்த்தும் இக்குற்றுகள் தீட்பமானவை அல்ல. மேலும், தொடுகைவழிவரும் உணர்வைக் கொண்டு பொருளொன்றின் வெம்மையை மதிப்பிடுதல் நம்பத்தக்க முறையுமன்று. அங்குள்ள எமது கையின் அண்மைக்காலத்து "வெப்ப வரலாற்றைப்" பொறுத்துள்ளமையே அதற்குக் காரணம். எடுத்துக்காட்டாக, சம்றி முன்னர் பணிக்கட்டி நீரிலிருந்து கைக்குக் குழாய் நீர் வெம்மையாகவும், வெந்நீரிலிருந்து கைக்குக் குழாய் நீர் குளிர்மையாகவும் இருக்கிறது.

எனினும், காலதாமதம் எதுவுமின்றி, நாம் பொருள்களை ஒன்றின்பின்னேன்றுக்கத் தொடுகை முறையாற் சோதித்தால், அப்பொருள்களை ஏது வெம்மை அல்லது இறங்கு வெம்மைப் பருமன் வரிசையில் ஒழுங்குபடுத்தலாம். இதனை நாம் கீழ்வருமாறு செய்யலாம்: தொடுகை முறைப்படி வெம்மையில் வேறுபடும் இரு பொருள்கள் A, B என்ப வற்றை எடுத்துக்கொள்வோம்; அவற்றின் B வெம்மை கூடியது என்க. இப்பொருள்களை A, B

என்றவாறு ஏது வெம்மை வரிசையில் வைப்போம்.

அடுத்து, முன்றுவது பொருள் C என்பதை எடுத்து, மீண்டும் தொடுகை முறையால், அதன் வெம்மையை A யின் வெம்மையுடன் ஒப்பிட்டால், முன்று வகைப் பேறுகள் கிடைக்கலாம்.

(அ) A யும் C யும் ஒரே அளவில் வெம்மையானவை; அப்பொழுது வரிசையை என்றவாறு எழுதிக் கொள்ளலாம்.

(ஆ) C ஆகது A யிலும் குளிர்மையானது. இப்பொழுது வரிசை C, A, B

என்றவாறு அமையும்:

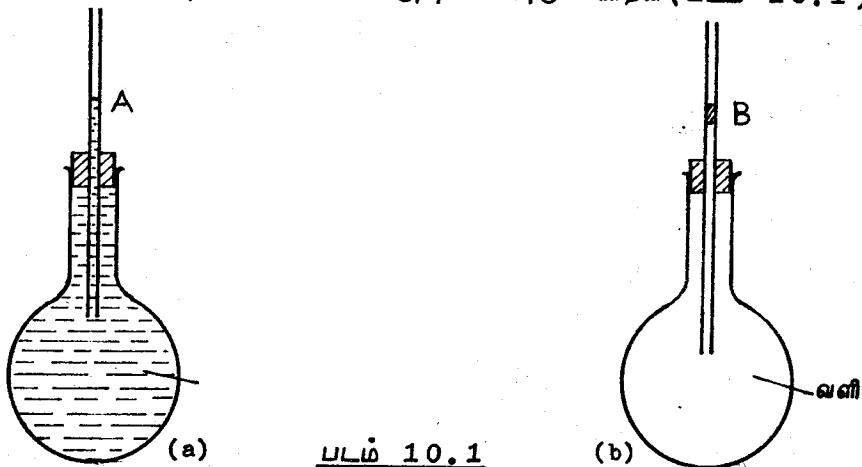
(இ) C ஆனது A யைக் காட்டிலும் வெம்மையானது; ஆனால், அது B யைக் காட்டிலும் குளிர்மையாகவோ வெம்மையாகவோ இருக்கலாம். மறக்காமல் முதலில் B, பின்னர் C என்றவாறு தொட்டு, B யுடன் C யை ஒப்பிடுக.

C ஆனது B யைக் காட்டிலும் குளிர்மையானது எனில், வரிசை A, C, B ஆகும். C ஆனது B யைக் காட்டிலும் வெம்மையானது எனில், வரிசை A, B, C ஆகும். இம்முறையைத் தொடர்ந்து வேறு பல பொருள்களுக்கும் கையாளலாம். ஆனால், தொடுகை முறையால், இதற்கப்பால், நாம் முன்னேறவே முடியாது.

வெப்பநிலை என்பதற்குச் செம்மையான வரைவிலக்கணம் இல்லாததே எமது தலையாய் பிரச்சினை. 'வெம்மைத் தரம்' என்பதற்கு வரைவிலக்கணம் இல்லாதபோது, பொருளொன்றின் வெப்பநிலையானது அப்பொருளின் வெம்மைத் தரத்தை எடுத்துக் காட்டும் எனக் கூற இயலாது. பொருளொன்றின் வெம்மைத் தரம் மாறுங்கால், அப்பொருளிற் சீல பெளதீக மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன என்பதை மட்டுமே எம்மாற் சொல்ல முடியும். பின்னர், நாம் வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையைப் படிக்குங்கால், வெப்பநிலை என்பதற்கு விளக்கம் பெறவோம்; அப்பொழுது, வெப்பநிலைக்கு வரைவிலக்கணம் கூறுமுகமாக அவ்விளக்கத்தைப் பயன்படுத்தலாம். எனினும், எம்மால் அத்தனைக்காலம் பொறுத்திருக்க முடியாது. எனவே, வெப்பநிலை அல்லது வெம்மைத் தரத்தை அளத்தற்கு நாம் அங்கு முறையைப்பற்றக் கையாளவோம்-அதாவது, இயல்தகு வெம்மைத் தரமொல்வான்றிற்கும் ஓர் எண்ணை வழங்கும் முறையைக் கையாளவோம்.

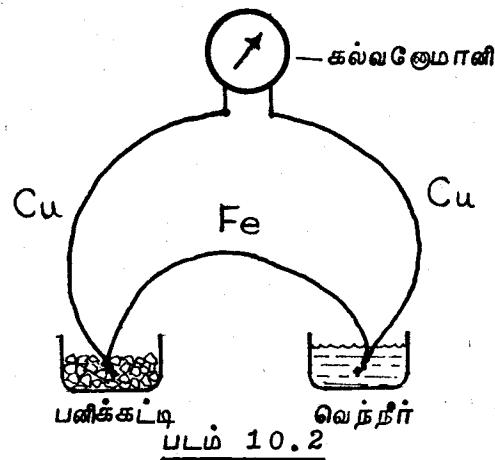
இக்கட்டத்தில், விண்ணானத்தின் பொது விதியைப்பற்ற நோபகப்படுத்திக் கொள்வோமாக-அவ்விதியானது "காரியமொல்வான்றும் வரையுத்த காரணமொன்றுலாகும்" என்பதேயாகும். விளைவை அளந்து காரணத்தை எம்மால் மதிப்பிட முடியும். இம்முறையினை வெப்பநிலை அளத்தன்ற் பயன்படுத்தலாம்-அது பயன்படுத்தப்பட்டும் வருகிறது.

செயற்பாடு 1. சமனான கனவளவுயடைய இரு குழுவைகளுக்கு ஒருங்கிய கண்ணுக்குழாய்கள் கொண்ட தக்கைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 10.1). படம்



(a) இல்லை குடுவையும் குழாயும் குறி வரைக்கும் நிறுட்டிய நீர் கொண்டுள்ளது; படம் (b) இல்லை குடுவையும் குழாயும் நிறுட்டிய சிறிய நீர் நிரலான்றுள்ள அடைக்கப்பட்டிருக்கும் வளியைக் கொண்டுள்ளன. A, B என்பவற்றின் உயரங்கள் ஏற்ததாழச் சமங்க இருந்ததல் வேண்டும். குழாயையான்வொன்றில் (cm-mm) கடதாசி அளவிடயோன்றைப் பொருத்துக. நீர்த்தொட்டியொன்றில் குடுவைகள் குடாக்கப் படுக்கான், A யும் B யும் ஏறும். இரு குடுவைகளையும் வெப்பநிலை அளக்கும் கருவிகள் அதாவது வெப்பமானிகளாகப் பயன்படுத்தலாம் என்பதை நீர் உணர்ந்து கொள்வீர். எது சிறந்தது?

செயற்பாடு 2. படம் 10.2 இந் காட்டியுள்ளவாறு, அசையுஞ் சுருள் மேசைக் கல் வலோமானியோன்றுடன் செம்புக் கம்பிகளிற்கூடியும் இரும்புக் கம்பியோன்றையும்



தொடரிலே தொடுக்க. கம்பிகளின் முடிகையை முறக்கி அவற்றைப் பொருத்தலாம். செம்புக் கம்பிக்கும் இரும்புக் கம்பிக்குமிடையே இரு சந்திகள் உருவாகும். ஒரு சந்தியைப் பணிக்கட்டியிலும் மற்றதை வெந்நீரிலும் அமிழ்த்துக. கல்வனோமானிச் சுட்டிக்கு யாது நிகழ்விற்கு என்பதைக் குறித்துக் கொள்க. நீர் தொடர்ந்து வெப்பமாக்கப்படுக்கான் யாது நிகழ்விற்கு என்பதையும் குறித்துக் கொள்க.

#### 10.2 வெப்பநிலை அளவிடகள்

முதலாவதில் ஒரு கணவளவு மாற்றம், இரண்டாவதில் ஒரு மின்னேட்டத்தின் தோற்றம் என்றவாறு பொருளொன்றின் வெம்மைத் தரம் அல்லது வெப்பநிலை மாறும்போது நாம் செயற்பாடுகள் 1 இலம் 2 இலமிருந்து குறிப்பிட்ட பெளதிக் மாற்றங்கள் நிகழும் எனக் காண்கிறோம்.

வெப்பநிலை மாற்றம் காரணமாக நிகழும் வேறு பெளதிக் விளைவுகள் பின்வருமாறு:

(அ) (மாறு அழுக்கத்தில்) நிலைத்த திணிவுகளையுடைய திரவங்கள், வாயுக்களின் கணவளவு மாற்றம்

(ஆ) (மாறுக் கணவளவில்) நிலைத்த திணிவுகளையுடைய வாயுக்களின் அழுக்க மாற்றம்

- (இ) தீரவங்களின் நிரம்பல் ஆவியழக்க மாற்றம்
- (ஈ) கம்பித் தங்குகளின் மின்தடை மாற்றம்
- (உ) வெப்பவிளைகளின் மி.இ.வி. மாற்றம்
- (ஊ) (மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையில்ளை) பொருள்கள் காலும் கதிர்ப்பின் நிறத் திடும் அளவிலும் நேரும் மாற்றம்.

எனிலும், இங்கு, காரண-காரியத் தொடர்புபற்றி எமக்கு முதற் படியில் யாதும் தெரியாது. எனவே, மேற்படி கணியங்களின் பெறுமானங்களை அங்வற்றிற்குரிய வெப்பநிலைகளுடன் எண்ணவில் இரண்டாலே நாம் செய்யவேண்டியது.

கணியமொன்றை அளத்தற்கு அலகொன்று வேண்டும் என்பது தெரிந்ததே. நீணம் அளத்தவில் மீற்றர் எனப்படும் நீள ஆயிடையோன்று தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. அதே போல, வெப்பப் பெளதிகத்தில், எமக்கு நியம வெப்பநிலை ஆயிடையோன்று அவசியம். சர்வதேச உடன்படிக்கையின்படி, உருகும் தாய் பளிக்கட்டிக்கும் கடல் மட்டத் தீவே 760 mm இரசம் என்றும் அமுக்கத்திற் கொதிக்கும் நீரிலிருந்து கிடைக்கின்ற கொதிநீராவிக்குமிடையோன் வெப்பநிலை வீச்சானது நியம வெப்பநிலை ஆயிடை எனத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது (எதற்காக இந்திப்நத ஒள்கள் வற்புறுத்தப்படுகின்றன என்பதுபற்றி நீர் கீழ்வருப்புகளிற் கற்றுக்கூட நூபகப்படுத்திக்கொள்க). நூய்மை பின்மை நீரின் கொதிநிலையை மாறச் செய்யக்கூடமாதலால், கொதிநீரன்றிக் கொதி நீராவியே பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பநிலை அளத்தவில் மேற்படி இரு வெம்மைத் தரங்களும் நிலையான புள்ளிகள் என அழைக்கப்படும். பளிக்கட்டியும் கொதிநீராவியும் எப்பொழுதும் தாய் நிலையிலும் கிடைக்கக்கூடியவையாதலால், அவை நிலையான புள்ளிகளைத் தருமுகமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மீற்றர்ச் சட்டத்தின் முனையான்றில் 0.5 எனவும் மறுமுனையில் 100 cm எனவும் குறிகள் இடப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு இக்குறியீடுகளின் இடைத்தொரம் 100 செண்டிமீற்றர்களாகவும் ஒன்றொரு செண்டிமீற்றரும் 10 மில்லிமீற்றர்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால், நீண்களை 0.5 mm திருத்தத்தடி என்கில் அளக்கலாம். இதேமாதிரி வெப்பநிலையையும் நாம் அளக்க வேண்டும். வெப்பநிலையை வறிதே அளத்தல் போதியதன்று. அதைத் தீருத்தமாகவும் அளத்தல் வேண்டும். ஆனால், நீள அளவையும் வெப்பநிலை அளவையும் ஒரு விடயத்திலே தம்முள் வேறுபடும். மீற்றரொன்றை மீறும் நீண்களை அளக்குமிட்டு, எமக்கு வேண்டிய தடவைகள் மீற்றர்ச் சட்டத்தை அடுத்தடுத்த வைத்து, சுற்றிலுள்ள குறையை அச்சட்டத்தில் வாசிப்போம். வெப்பநிலையைத் தவில் இவ்வாறு செய்தல் இயலாது என்பது வெளிப்பட்டது. வெப்பநிலையோன்று நியம வெப்பநிலை ஆயிடைக்குப் புறத்தே விழுமாயின், நாம் ஒன்றில் புறச்செருகல் செய்தல் வேண்டும்; அல்லது வேறொரு முறையைக் கையாளவேண்டும்-புறச்செருகலை எப்போதும் செய்யுடியாது. (உ-ம்.கண்ணுடியுள் இரச வெப்பமானியால் இரசத்தின் உறைநிலைக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலையைன்றை அளத்தல்.)

வெப்பநிலை அளவிடையில் நிலையான புள்ளிகளுக்கு எண்களை அளிப்பதற்கென முன்று வேறு வழக்குகள் உள்ளன. இவை அட்டவணை 10.1 இற் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

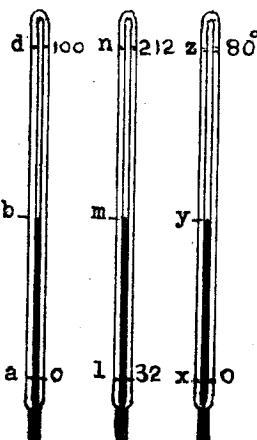
வெப்பநிலை அளவிட	தாழ்ந்த நிலையான அல்லது பளிக்கட்டிப் புள்ளி	உயர்ந்த நிலையான அல்லது கொதிநீராவிப் புள்ளி
பர ஈற்று	32°F	212°F
செல்சீயல் (அல்லது சதமப்படி)	0°C	100°C
சேற்று	0°R	80°R

ஆட்டவணை 10.1

முதன்முதல் பர ஈற்று அளவிட வழக்கில் வந்தபோது, பளிக்கட்டியாலும் உப்பாலுமான உறைகலவையின் வெப்பநிலையே எம்மால் அடையக்கூடிய மிகத் தாழ்ந்த வெப்பநிலை என நம்பப்பட்டிருந்தது; ஆகவே, அவ்வெப்பநிலை 0°F எனக் குறிக்கப்பட்டது. கொதிநீராவியின் வெப்பநிலை 212°F என அழைக்கப்பட்டது. இவ்வளவிடயில், பனிபுற நிலை 32°F ஆகும். பிரித்தானியாவிலும் ஆங்கிலமொழி வழக்கில்லை நாடுகளிலும், எந்திரவியிலும் மருத்துவத்திலும் இவ்வளவிட பெருமளவிற் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன் எது; ஆனால், இப்பொழுது மீற்றர் அளவிட்டு முறை வழக்கில் வந்துள்ளது. எனவே, பர ஈற்று அளவிடயின் இடத்தைச் செல்சீயல் (சதமப்படி) அளவிட எடுத்துவிட்டது. சேற்று அளவிடயானது முதன்முதலே விவசாயத்துக்கை வழக்கிற் புதுத்தப்பட்டது; ஆனால், அது இன்று வழக்கொறிந்துள்ளது.

இயம் வெப்பநிலை ஆயிடயானது செல்சீயல் அளவிடயில் 100 சம பகுதிகளாக ஏம் பர ஈற்று அளவிடயில் 180 சம பகுதிகளாகவும் சேற்று அளவிடயில் 80 சம பகுதிகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளதென அவ்வெண்வேறு அளவிடகளின் நிலையான புள்ளி

C      F      R'



கருக்கு அளிக்கப்பட்டுள்ள எண்களிலிருந்து புலனுகும்.

இம்முன்று அளவிடக்குக்கிணாட்டேயான தொடர்பானது படம் 10.3 இந் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

ad = செல்சீயல் அளவிடயில் அடிப்படை ஆயிட

In = பர ஈற்று அளவிடயில் அடிப்படை ஆயிட

xz = சேற்று அளவிடயில் அடிப்படை ஆயிட

b, m, y என்பன வெப்பமானிகளின் இரச மட்டங்களாகும்.

$$\frac{ab}{ad} = \frac{1m}{In} = \frac{xy}{xz}$$

என்பது படம் 10.3 இலிருந்து தெரியு; இங்கு,

ab ஆனது செல்சீயல் அளவிடயில் வெப்பநிலையும்

In ஆனது பர ஈற்று அளவிடயில் வெப்பநிலையும்

xy ஆனது சேற்று அளவிடயில் வெப்பநிலையும் ஆகும்.

படம் 10.3. வெப்பநிலை அளவிடக்குக்கிணாட்டு தொடர்பு

முறையே இம்முனிற அளவிடகளிலும் C, F, R என்பன வெப்பநிலைகளைக் குறிக்கும் என்கின்,

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{R}{80}$$

எமக்குத் தெரிந்த பெளதீக இயல்புகளின் மாற்றை வெப்பநிலை அளத்தற்குப் பயன் படுத்த முடியும் என நாம் ஏற்கெனவே கண்டுகொண்டோம். இவ்வாறு பயன்படுத்தப் படும் பெளதீக இயல்பானது வெப்பமான இயல்பு எனவும், பயன்படுத்தப்படும் பதார்த்தம் வெப்பமானப் பதார்த்தம் எனவும் கூறப்படும். பொது வழக்கிலுள்ள வெப்பமான இயல்புகளும் வெப்பமானப் பதார்த்தங்களும் அட்டவணை 10.2 இலே தரப்பட்டுள்ளன.

வெப்பமானியின் பெயர்	வெப்பமான இயல்பு	வெப்பமானப் பதார்த்தம்
1. கண்ணடியுள் திரவ வெப்பமானி	கனவளவு	இரசம் அந்கோல்
2. (மாருக் கனவளவு) வாடு வெப்பமானி	அழுக்கம்	வளி நெதரசன் ஐதரசன் சலியம்
3. (மாறு அழுக்க) வாடு வெப்பமானி	கனவளவு	வளி நெதரசன் ஐதரசன் சலியம்
4. ஆவி அழுக்க வெப்பமானி	நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம்	நீர் சலியம்
5. தடை வெப்பமானி	மின்தடை	இரும்பு பிளாற்றினம்
6. வெப்பவிலை வெப்பமானி	வெப்பவிலையின் வெப்ப மி.இ.வி.	இரும்பு-செம்பு பிளாற்றினம்-பிளாற்றினம் உரோஷயம் கலப்புலோகம்
7. முழுக் கதிர்ப்புத் தீமானி	முழுக் கதிர்ப்பின் செறிவு	கரும் பொருளின் கதிர்ப்பு
8. மறையும் இழைத் தீமானி	குறிப்பிட்ட அலை நீளமுடைய கதிர்ப்பின் செறிவு	கரும் பொருளின் கதிர்ப்பு

அட்டவணை 10.2

நியம வெப்பநிலை ஆயிடபற்றி அறிந்தாயிற்று. இனி, முறையே குறிப்பிட்ட நிலையான இரு புள்ளிகளைவான்றிலும் தெரியா வெப்பநிலையொன்றிலும், தேர்ந்தெடுத்த

பெளதீக இயல்பின் பெறுமானங்களைப் பயன்படுத்தி, அத்தொரியா வெப்பநிலைக்கு ஓர் என் வழங்கவேண்டியதாகிறது. செல்சீயில் அளவிட மட்டும் கருதப்படும்; ஏனெனில், பெளதீகத்தில் அது மட்டுமே முதன்மை வாய்ந்தது.

$$\text{சர்வதேச உடன்படிக்கையின்படி, என் வழங்கலுக்கான விதி } t = \frac{Q_t - Q_0}{Q_{100} - Q_0} \times 100 \quad (1)$$

இங்கு  $t$  ஆனது தொரியா வெப்பநிலையும்,  $Q_0$  ஆனது பளிக்கட்டி நிலையில் வெப்பமான இயல்பின் பெறுமானமும்,  $Q_{100}$  ஆனது கொதிநீராவி நிலையில் வெப்பமான இயல்பின் பெறுமானமும்,  $Q_t$  ஆனது தொரியா வெப்பநிலையில் வெப்பமான இயல்பின் பெறுமானமும் ஆகும்.

இவ்விதி எதேச்சையானது. நிலையான புள்ளிகள் நீங்கலாக, வெறங்கலும் எந்த இரு வெப்பமானிகளும் ஒன்றேடொன்று பொருந்தமாட்டா; ஏனெனில், வெப்பநிலையுடன் வெப்பமான இயல்பு மாறும் முறையானது இயல்புக்கு இயல்பு, பதார்த்தத்தைக்குப் பதார்த்தம், வேறுபடலாம்.

### 10.3 வெப்பமானிகளில் விரும்பப்படும் பண்புகள்

(1) வெப்பமானிகள் கையடக்கமாக இருத்தல் வேண்டும். வாயு வெப்பமானிகள் கையடக்கமற்றவை; ஆகவே, அவை பெரும்பாலும், நியமமாக்கும் ஆய்கூடங்களில் வேறு வெப்பமானிகளைப் படிவலுத்தற்காகவே பயன்படுகின்றன.

(2) அது, வெப்பநிலை அளக்கப்படவேண்டிய பொருளுடன் படும்போது பொருளில் வெப்பநிலையைத் தாழ்த்தலாகாது.

(3) வெப்பமானியின் அமிழ்ப்புப் பாகம் குடியுரை சிறிதாகவே இருத்தல் வேண்டும்; ஏனெனில், ஒரு கனவளவிலுள்ள சராசரி வெப்பநிலையையன்றி, ஒரு புள்ளியிலுள்ள வெப்பநிலையைக் காண்பதே நம் நோக்கமாதல்கூடும்.

(4) விரைவில் மாறும் வெப்பநிலைகளை (எடுத்துக்காட்டாக, குளிர்ப் பரிசோதனைகளில்) அளக்க நேரிடலாமாதலால், வெப்பமானி விரைந்து தொழிற்படவேண்டும்.

(5) வெப்பமானி உணர்திறவு உடையதாயிருத்தல் வேண்டும்; அதாவது, சிறு வெப்பநிலை மாற்றங் காரணமாக அதிக வாசிப்பு மாற்றம் விளைதல் வேண்டும்.

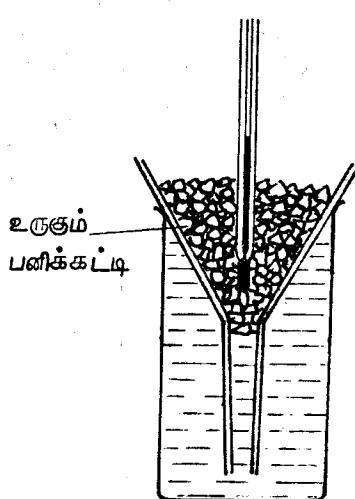
(6) வெப்பமானியின் வீச்சு பரந்ததாயிருத்தல் வேண்டும். கண்ணடியுள் இரச வெப்பமானியின் வீச்சானது இரசத்தின் உறைநிலை ( $-39^{\circ}\text{C}$ ) இலிருந்து அதன் கொதிநிலை ( $357^{\circ}\text{C}$ ) வரையுள்ளது. எனவே, அதனை  $-39^{\circ}\text{C}$  இற்குக் கீழேயோ  $357^{\circ}\text{C}$  இங்கு மேலேயோ பயன்படுத்த முடியாது. அந்கோலின் உறைநிலை  $-112^{\circ}\text{C}$  ஆதலால், நாம் அந்கோல், வெப்பமானிய  $-112^{\circ}\text{C}$  வரை பயன்படுத்த முடியும்; ஆனால், அந்கோலின் கொதிநிலையாகிய  $78^{\circ}\text{C}$  இற்கு மேலே அதனைப் பயன்படுத்த முடியாது. வாயு வெப்பமானிகளில் வெப்பமானப் பதார்த்தங்களாகப் பயன்படும் வாயுக்களின் அவதி வெப்பநிலைகளுக்குக் கீழே அவ்வள் வெப்பமானிகளைப் பயன்படுத்தல் இயலாது.

அச்சடிப்பட்ட வேளைகளில் நாம் ஆவியறுக்க வெப்பமானிகளை நாடுகளிலே இங்கு ஒரே வாடு வெப்பமானப் பதார்த்தமாகப் பயன்படும்).

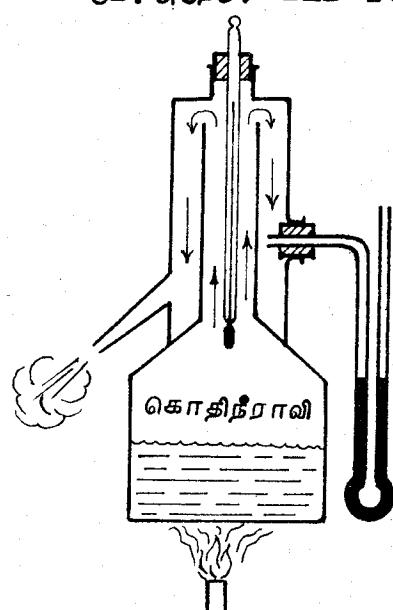
பொதுவாகக் குறியிட்டு, கண்ணுடையுள் இரச வெப்பமானியே பயன்படுத்தப்படும்; செம்மை தேவைப்படின், அதற்கு அளவிடை திருத்த வளையி வேண்டியதாகிறது.

#### 10.4 கண்ணுடையுள் இரச வெப்பமானியை ஆக்கலும் அதற்கு அளவுகோடிடலும்

மயிர்த்தலைக் குழாயொன்றின் ஒரு முனை ஆலைக் குழாய்மூலம் அடைத்தொட்டப் பட்டு, அம்முனை வெம்மையாக இருக்கும்போதே மற முனையிடாக அதி, குழிமூன்று ஆக்கப்படும். மயிர்த்தலைக் குழாயின் திறந்த முனையில், புன்னொன்றைக் குறுகிய நப்பர்க்க குழாயாலே தொடுத்த, அதனால் இரசம் இடப்படும். மயிர்த்தலைக் குழாய் மிக வும் ஒடுக்கமாயிருக்கிறபடியால் அதனால் இரசம் நழையாது; ஏனெனில், இரசம் இந்து வதற்கு வளி வெளியேறி இடங்கொருக்க முடியாது. எனவே, பன்கள் கவாலையிற் குழித் தீவிராகச் சூடாக்கப்படும். குழிவிருக்கும் வளி விரிந்து, இரசத்தினாடாகக் குழிவிடிவத்திற் களைப்பி, வெளியேறும். குழிமூலக் குளிரவிட்டால், அதனால் இருக்கும் வளி ஒடுங்கி, சீறிகளும் இரசம் மயிர்த்தலைக் குழாயுட் புகும். குழிமூலக் குடாக்கினால், வளியை இன்னும் வெளியேற்றலாம். இவ்வாறு, மாறி மாறிச் சூடாக்கியும் குளிரச் செய்தும், குழித் தீவிரால் நிரப்பப்படும். இரசம் உயர் கொதிநிலையுடையது அதலால், அதனை மேல் நிலையான புள்ளிக்கு மேலே மிகக் குதுலாகச் சூடேற்ற முடியும். இத்தகைய வெப்பநிலைக்குக் குழித் தீவிரப்பட்டால், குதுலாகச் சூடேற்றப்பட்டால், மயிர்த்தலைக் குழாயின் திறந்த முனை குதுலாகப்பட்டு அடைத்தொட்டப்படும். அதற்கு, படம் 10.4



படம் 10.4. கீழ் நிலையான புள்ளி



படம் 10.5. மேல் நிலையான புள்ளி

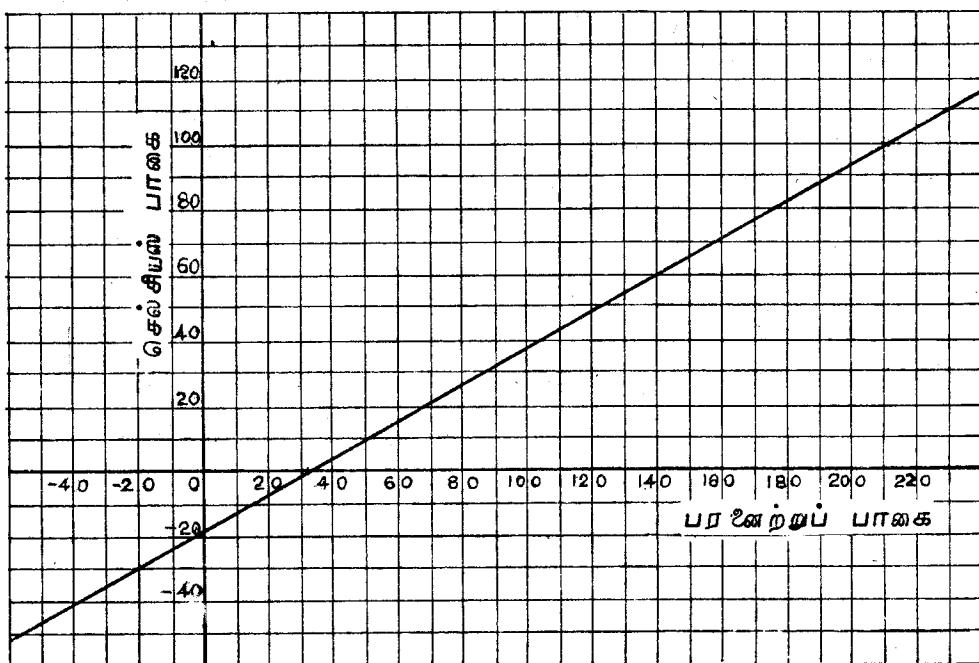
இந் காட்டியுள்ளவாறு, குழிமானது உருகும் தூய பனிக்கட்டியில் வைக்கப்பட்டு, குழாயில் இரசப் பிறையுருவின் மட்டம் பொறிக்கப்படும். இப்பொறிப்பே வெப்பமானிகளில் கீழ் நிலையான புள்ளியாகும். குழிமூச் சுற்றே உயர்த்தி, மட்டம் மாறுதிருந்தால் அது உறுதியானது என முடிவு செய்யலாம்.

உயரமானி எனும் உபகரணத்தைக் கொண்டு மேல் நிலையான புள்ளி தனியப்படும் (படம் 10.5). இதில், இரசம் கொண்ட குழிமானது கொதிநிராவியாற் குழப்பட்டு இருக்கிறபடியால், இரசம் விரிந்து மயிர்த்த இனக் குழாயுட் புகும். பிறையுரு மட்டம் உறுதியாக இருக்கும்போது அதன் நிலை குழாயிற் பொறிக்கப்படும். இதுவே வெப்பமானியின் மேல் நிலையான புள்ளியாகும். மயிர்த்த இனக் குழாயில், இவ்விரு பொறிப்பு கஞ்சிடையோன தூரம் 100 சம பாகங்களாகப் பிரிக்கப்படும். இப்பொறுது செல்சியஸ் அளவிடையில்,  $0^{\circ}\text{C}$  இற்கும்  $100^{\circ}\text{C}$  இற்கும் இடையே வெப்பநிலையை அளக்கும் வெப்பமானி கிடைத்தல்லது.

#### 10.5 வெப்பமானிகளில் இரசத்தின் பயன்பாடு

வெப்பமானிகளில் இரசம் பெருமளவிற் பயன்படுத்தப்படுவதற்குக் காரணம், சீரிய வெப்பநிலை மாற்றமொன்றின்போது அது பெரிய விரிவைத் தருதலேயாம். மேலும், அது கண்ணுடைய நினைக்கமாட்டாது; அல்லாமலும், அது தேவைப்படும் வெப்பநிலையை விடுவதில் அடைந்துவிடும்.

செயற்பாடு 3. முகவையொன்றில்லை நீரில், செல்சியஸ் வெப்பமானியொன்றின் குழிமூசும் பரைந்து வெப்பமானியொன்றின் குழிமூசும் அமிழ்த்தக. நீரைச் சூடாக



படம் 10.6. அளவிட மாற்றல் வளையி

குக; அதனைச் சீராகக் கலக்குக; செல்சீயில் வெப்பமானியில்,  $5^{\circ}$  ஆயின்டகளில், இரு வெப்பமானிகளையும் வாசிக்க.  $^{\circ}\text{F}$  இற்று எதிரே  $^{\circ}\text{C}$  ஜக் குறிக்க. வரைபைப் பயன்படுத்தி, ஓர் அளவிட வெப்பநிலைகளை மற்றைய அளவிடக்கு மாற்றுக. உமது பேறுகளைக் கணிப்பு முறையால் வாய்ப்புப் பார்க்க. நீர் பெற்ற வரை பானது படம் 10.6 இற் காட்டியுள்ளது போல்வதானும்.

#### 10.6 விசேட தேவைகளுக்கான வெப்பமானிகள்

##### 10.61 உடல் வெப்பமானி

ஒருவருக்குக் காய்ச்சல் இருக்கிறதோ என்ற அறிவதற்கு, அவருடைய நெற்றியிற்கை வைத்துப் பார்ப்பது பொதுவழக்கு. ஆனால், எமது புனரிவானது பிழையான முடிபுகளுக்கு இட்டுச் செல்லுமென நாம் பிரிவு 10.1 இந் கண்ணுள்ளோம். எனவே, மனிதவடிவின் வெப்பநிலையையும், இன்னும் சொல்வதானால், தொழுகை முறைக்கு இடங்கொடுக்காத மென் மயிர் உடைய கால்நடை, நாய் என்பவற்றின் வெப்பநிலையையும் செம்மையாக அளத்தற்கு நம்பிக்கையான கருவி முறையொன்று வேண்டியதாகிறது. ஸுன்ற காரணங்களையிட்டு, சாதாரண கண்ணுடியுள் இரச வெப்பமானியானது இங்கு பயன்படமாட்டாது. அக்காரணங்களாவன:

(1) நோயாளியின் உடலின்று வெப்பமானியை வெளியே எடுத்ததும், இரச நிரலா ஏது இறங்கத் தொடங்கிவிடும்; வாசிப்பு எடுக்குமுன்னர் அது உணரத்தக்க அளவில் இறங்கிவிடும்.

(2) நோயாளியின் உடல் வெப்பநிலையிற் சீறு மாறல்களை அளத்தற்கு அதன் செம்மை வரிசை போதியதன்று.

(3) கையாள்வதற்கு அது பருமனிக்கது.

இக்குறைபாடுகளை நீக்குமுகமாக, சீறப்பு வகைப்பட்ட கண்ணுடியுள் இரச உடல் வெப்பமானியொன்று தீட்டமிடப்பட்டுள்ளது (படம் 10.7).



படம் 10.7. உடல் வெப்பமானி

இவ்வெப்பமானியின் மயிர்த்துளைக் குழாயில், அதன் அமிகுக்குச் சுற்றே வலப்பக்கமாக நுண்ணிய முறக்கொண்டுள்ளது. குழிம் சூடேறங்கால், இரசம் விரிவடைந்து முறக்கி அடாகத் தள்ளிக்கொண்டு குழிமிருந்து வெளியேறும். குழிம் குளிருங்கால், அதன் வலப்பக்கத்திலுள்ள இரச நிரல் திரும்பி வருவதை முறக்குத் தடுக்கும்; இவ்வாறு முன் ஏர் குறியுள்ள முதலாவது குறைபாடு நீக்கப்படும். வெப்பமானியைச் சட்டெணக்குலக்கி இரச நிரலைக் குழிமுட் செலுத்திவிடலாம்.

ஆய்க்கட்டிற் பயன்படுத்தப்படும் சாதாரண கண்ணுடியுள் இரச வெப்பமானியானது ஏற்றதாழ  $-10^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து  $110^{\circ}\text{C}$  வரை அளவுகோடிடப்பட்டிருக்கும்; அதன் அளவிடயின் நீளம் ஏற்றதாழ 25 cm ஆகும். எனவே அடுத்தடுத்துள்ள பாகைகளுக்கிடையேயான தூரம் ஏற்றதாழ 2.0 mm ஆகும். மனிதவடிவின் தண்ணியல்பான வெப்ப

நிலை  $37^{\circ}\text{C}$  ( $98.4^{\circ}\text{F}$ ) ஆதலால், உடல் வெப்பமானியால் அளக்கப்படும் வெப்ப நிலைகள் எப்பொழுதும்  $35\text{--}45^{\circ}\text{C}$  என்றும் வீச்சின்பாற்படும். இவ்வீச்சிலைகள் வெப்ப நிலைகளை மட்டுமே அளத்தற்றத் தேவையான நீண்ததில் இவ்வெப்பமானி ஆக்கப்படும்; இவ்வாறு முன்குறிப்பிட்ட முன்றுவது குறைபாடு நீக்கப்படும்.  $35^{\circ}\text{C}$  குறிக்கும்  $45^{\circ}\text{C}$  குறிக்கமீட்டயோன தாரம் ஏறத்தாழ  $10\text{ cm}$ . எனவே, அடுத்தடுத்துள்ள பாகைக் குறிகள் ஏறத்தாழ  $10\text{ mm}$  விட்டுவிட்டிருக்கும். ஏறத்தாழ  $1$  மில்லிமீற்றர் இடைத் தாரங்கள் விட்டுக் குறிகளை எளிதில் ஆக்க முடியுமாதலால், நாம்  $0.1^{\circ}\text{C}$  (அல்லது  $0.2^{\circ}\text{F}$ ) திருத்தத்துடன் உடல் வெப்பநிலைகளை அளக்க முடியும். எனவே, வெப்ப நிலை  $1^{\circ}\text{C}$  ஏறுமிடத்து, ஆய்கூடத்து வெப்பமானி தரும் எழுச்சியைக் காட்டிலும் இங்கு ஏறத்தாழ ஐந்து மடங்கான எழுச்சி கண்டக்கப்பெறும் எனக் காண்கிறோம். இவ்வாறு, உயர் செம்மை வாரிசை அடையப்படுகிறது; அத்தன்மை இரண்டாவது குறைபாடும் நீக்கப்படும்.

இதிலிருந்து, மயிர்த்து இளையின் விட்டம் மாறுதிருக்க, உடல் வெப்பமானியின் குழின்து கணவளவு ஆய்கூட வெப்பமானியினதைக் காட்டிலும் ஏறத்தாழ ஐந்து மடங்காதல் வேண்டும் எனக் காணப்படும். ஆனால், இத்தகைய வெப்பமானி வசதியானதொன்றன்று. எனவே குழின் கணவளவும் மயிர்த்து இளையின் விட்டமும் குறைக்கப்படும். ஆனால், மயிர்த்து இளையின் விட்டம் குறைக்கப்பட்டால், வெப்பமானியின் கண்ணுடியடாக இரச நிரலைக் காண்பது மிகவும் கடினம். இப்பிரச்சினையைத் தவிர்க்குமுகமாக, துளைக்கு நீள் வளையக் குறுக்குவெட்டு வழங்கப்படும்; அப்பொழுது இரச நிரல் நாடா போன்ற தாழும்.

மேலும், வெப்பமானியின் தண்டு ஒரு பக்கத்தில் தடிப்பு மிக்கதாயிருக்கிறபடியால், அதன் காலர் உருளை வில்லைபோன்ற தொழிற்பட்டு, நண்ணிய இரச நிரலை உருப்பெருக்கும்.

செயற்பாடு 4. உடல் வெப்பமானியின் குழிநை ஒரு நிமிடம் அளவில் வாயில் வைத்து, பின் வெளியே எடுத்து, அதை வாசிக்கப் பார்க்க.

ஒரு குறித்த நிலையில் வெப்பமானியின் தண்டைச் சூழ்நிய வைத்தாலே இரசநிரலைக் காண்முடியும் என்பதை உணர்வீர். ஏன்? கொழுப்பு நிமிட நீர்த்தை

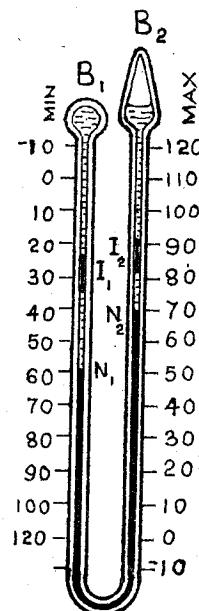
சில உடல் வெப்பமானிகள் "ஒரு நிமிட வெப்பமானிகள்" எனவும் வேறு சில "1 நிமிட வெப்பமானிகள்" எனவும் எதற்காக அழைக்கப்படுகின்றன?

#### 10.62 சிக்கிஸ் உயர்விழு வெப்பமானி

வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலையானது வானிலையைப் பாதிக்கிற முதன்மைவாய்ந்த ஒரு காரணியாகும். வானேக்ககங்களால் வெளியிடப்படும் தினசரி அறிவிப்புகளில், கடந்த 24 மணித்தியாலத்தில் வளிமண்டல வெப்பநிலைபற்றிய செய்தி உள்ளடங்கியிருக்கும். வானேக்ககங்களிலும் வேலைத்தலங்களிலும் தினசரி உயர்விழு வெப்பநிலைகளை அளத்தற் பொருட்டு, ஏறத்தாழ  $200$  ஆண்டுக்குக்குமுன் சிக்கிஸ் என்பாராலே தீட்டமிடப்பட்ட வெப்பமானியான் பயன்படுத்தப்படும் (படம் 10.8).

முற்றுக்க் கண்ணடியால் ஆக்கப்பட்ட இக்கருவியானது ப- குழாயொன்றைக் கொண்டுள்ளது; அக்குழாயின்டைய புயங்களின் முனைகளில் முறையே குழிழ்கள்  $B_1$  ம்  $B_2$  ம் உள்ளன. ப- குழாயின் கீழ்ப்பகுதி இரசத்தால் நிரப்பப் பட்டுள்ளது. குழிழ்  $B_1$  ம் அதனுடன் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குழாயும் அற்ககோலால் முற்றிலும் நிரப்பப்பட்டுள்ளன.  $B_2$  உடன் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குழாய் முற்றிலும்,  $B_2$  அரைகுறையாகவும் அற்ககோலால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.  $I_1$  ம்  $I_2$  ம் மெல்லிய உருக்கு விற்கள் பொருந்திய இரு உருக்குப் பஞக்கருவிகள். இவ்விற்கள் குழாய்ச் சுவர்களின்மீது அழுத்திப் பஞக்கருவிகள் இன் நிற்கச் செய்யும்.

24 மணித்தியால் காலத்தின் தொடக்கத்தில், வெளிக் காந்தமொன்றைப் பயன்படுத்தி,  $I_1$  ம்  $I_2$  ம் முறையே இரசப் பிழையுக்கள்  $N_1$ ,  $N_2$  ஆகியவற்றைத் தொழுமாற கொண்டுவரப்படும். வெப்பநிலை இறங்கும்போது,  $B_1$  இவ் உள்ள அற்ககோல் ஒடுங்குவதால், இரசப் பிழையுரு  $N_1$  ஏறும்; அப்பொழுது, பஞக்கருவி  $I_1$  ஆனது  $N_1$  ஆற் செவத் தப்பட்டு அதனேடு அசையும். வெப்பநிலை ஏறும்போது  $B_1$  இவள்ள அற்ககோல் விரியும்; அப்பொழுது  $N_1$  ஆனது  $I_1$ , ஜ அச இருந்த இடத்தில் விட்டு, கீழ்முகமாக அசையும். அதே வேளை, மற்றைய புயத்திலுள்ள இரசப் பிழையுரு  $N_2$  ஆனது உயர்விழிவு வெப்பமானி ஏவதோடு  $I_2$  ஜ மேன்முகமாகத் தள்ளும்.



படம் 10.8.

உயர்விழிவு வெப்பமானி

24 மணித்தியால் காலம் முடிவடைந்ததும், அக்காலத்தில் முறையே அடைந்துள்ள இழிவு வெப்பநிலைக்கும் உயர்வு வெப்பநிலைக்கும் ஒத்த தானங்களில்  $I_1$  ம்  $I_2$  ம் கூடுக்கும்; இரு புயங்களுக்கும் பின்னாலுள்ள அளவிடைகளில் மேற்படி வெப்பநிலைகளை வாசிக்கலாம். அதே 24 மணித்தியால் காலத்துக்கு முன்னேற்பாடாக, காந்தத் தைப் பயன்படுத்தி,  $I_1$  ம்  $I_2$  ம் அவ்வற்றின் தொடக்க நிலைக்கு மீட்டும் கொண்டுவரப்படும்.

இக்கருவியால் அளக்கக்கூடிய மிகச் தாழ்ந்த வெப்பநிலையும் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையும் எவ்வ?  $B_2$  உடன் தொடுக்கப்பட்ட புயத்திலும் (அரைகுறையாக)  $B_2$  இவும் எதற்காக அற்ககோல் பயன்படுத்தப்படுகிறது?

### அத்தியாயம் 10 இற்கான பிரசினங்கள்

1. வெப்பநிலை அளவிட என்பது யாது?  $1^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை உயர்வு என்பதன் கருத்தினை விளக்கு.
2. பாடசாலை ஆங்கடத்தில், ஒரு வகுப்பைச் சேர்ந்த முஞ்சு மானுகர் ( $-10^{\circ}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  விச்செடைய) வெப்பமானியான்றை வாசித்தத் தனித்தனியே தத்தம்

வாசிப்புகளைக் கீழ்வருமாறு பதில் செய்துள்ளனர் :

(அ)  $27^{\circ}\text{C}$       (ஆ)  $27.0^{\circ}\text{C}$       (இ)  $27.00^{\circ}\text{C}$

சரியான நோக்கல் யாது?

(விடை:  $27.0^{\circ}\text{C}$ )

3. அளவுகோடிடாத ஒரு வெப்பமானி, உருகும் ஊய் பனிக்கட்டிகள், உயரமானி என்பன உமக்குத் தரப்பட்டுள்ளன. கெல்சியஸ் அளவிடையில் நீர் இவ்வெப்ப மானிக்கு எவ்வாறு அளவுகோடு இருவீர்?

4. வெப்பமானப் பதார்த்தம் என்ற வகையில், இரசத்துடன் அற்ககோலை ஒப்பிட்டு நயநட்டங்களைக் காடு.

5. செண்டிரீற்றர் அளவிட பொருத்தப்பட்ட வெப்பமானியோன்று உருகும் பனிக்கட்டி யில் வைக்கப்பட்டபோது  $7.6\text{ cm}$  ஜூம் கொதிநீராவியில் வைக்கப்பட்டபோது  $22.6\text{ cm}$  ஜூம், உறைகலவையொன்றில் வைக்கப்பட்டபோது  $3.4\text{ cm}$  ஜூம் காட்டிற்று. உறைகலவையில் வெப்பநிலை யாது?

(விடை:  $-28^{\circ}\text{C}$ )

6. மாறுக் கணவளவு வாயு வெப்பமானியோன்றில்லை ஜதரசனின் அமுக்கமானது உருகும் பனிக்கட்டி வெப்பநிலையில்  $72.0\text{ cm}$  இரசமாகவும் நியம அமுக்கத்திலே கொதிநீராவியில் வெப்பநிலையில்  $104.4\text{ cm}$  ஆகவும் இருந்தது. வெப்பமானியின் குழிமானது திரவமொன்றிலே அமிழ்த்தப்பட்டபோது நோக்கப்பட்ட அமுக்கம்  $82.5\text{ cm}$  இரசமாக இருந்தது. திரவத்தின் வெப்பநிலையைக் காண்க.

(விடை:  $32.41^{\circ}\text{C}$ )

தண்மங்கள் வெப்பத்தால் விரிதல்

11.1 சூடாக்கப்படும்போது தண்மங்கள் விரியும்

நம் அன்றை வாழ்விலே, சில நோக்கங்களை முன்னிட்டு நாம் தண்மப் பொருள்களைச் சூடாக்குவிரும். கொல்லர் வண்டிகளின் மரச் சில்லுகளிற் சரி கணக்காகப் பொருந்தமாறு அவற்றின் இரும்பு வளையங்களைச் செய்யமாட்டார்கள். வளையங்களைச் சில்லுகளைக் காட்டிலும் சற்றே சிறிதாகச் செய்து, பின்னர் சில்லுகள் மீது சரி கணக்காக நழுவிப் பிடிக்குமாறு அவற்றைச் சூடாக்கி, சில்லுகளிற் போட்டு, கடைசியாக நிரை வார்த்தைக் குளிருமாறு செய்வார். இதன் விளைவாக, வளையங்கள் சில்லுகளை இறுக்கிப் பிடிக்கிறபடியால், அவை எளிதிற் கழுவமாட்டா. மேஜும், சீலவேளைகளில், போத்தலொன்றின் வாயிலிருந்து அதனது உலோகத் திருகு முடியைக் கழுற்றுவது உமக்குக் கடினமாக இருந்திருக்கும். முடியை வலிந்து கழுற்றும் முறைகள் யாவும் பலிக்காத போது, சுவாலையொன்றின்மீது முடியைச் சில செக்கன்களுக்குப் பிடிக்க அது எளிதிற் கழுன்று வந்ததைக் கண்டு வியப்புற்று இருப்பீர்.

முதலாவதில் வளையும் இரண்டாவதில் உலோக முடியுமாகிய இவ்விரண்டு எடுத்துக் காட்டுகளிலும் குடேற்றிய தண்மப் பொருள் விரிவுற்றது எனக் காண்கிறோம். விரிவுற்ற வளையமானது சீல்விளையில் இருங்கி, குளிரும்போது சுருங்கிறது; இறுக்கமாகப் பொருந்தியிருந்த திருகு முடியுங்கூட, குடேற்றும்போது விரிவுற்றது. அது காரணமாக முடி தளர்ந்தது. உமது அநுபவத்தில், இவைபோன்ற எடுத்துக்காட்டுகளை நீர் ஒரு வேளை கண்டிருக்கக்கூடும்.

செயற்பாடு 1. விரத்த கம்பித் தண்டொன்றுல் தடமொன்றை ஆக்குக; விட்டம் ஏற்றதாழ 1 cm ஆகவின்ன உருக்குக் கண்டுப் போதிகையொன்று அத்தடத்திணாடாகச் செல்லச் சற்றே தவறும் அளவில் அதன் விட்டம் இருத்தல் வேண்டும். கண்டுப் போதிகையை மேசையில் வைத்து, பன்சன் சுவாலையிலே தடத்தைச் சூடாக்கி, அப்போதிகையீது வைக்க. தடம் இருங்கிறது?

அடுத்து, மேற்படி போதிகை சரி கணக்காகச் செல்லக்கூடிய அளவில் இன்னுமொரு தடத்தைச் செய்து, அதன் தளம் கிடையாக இருக்குமாறு ஒரு பிடிகருவியில் இறுக்குக. போதிகையைக் குற்றொன்றும் பிடித்து, அதைப் பன்சன் சுவாலையிற் சூடாக்கி, தடத்தின்மீது வைக்க. இப்பொழுது போதிகை தடத்திணாடாக இருங்கு வீறாதா?

இப்பரிசோத னைகளிலிருந்து என்ன முடிவுக்கு நீர் வருவீர்?

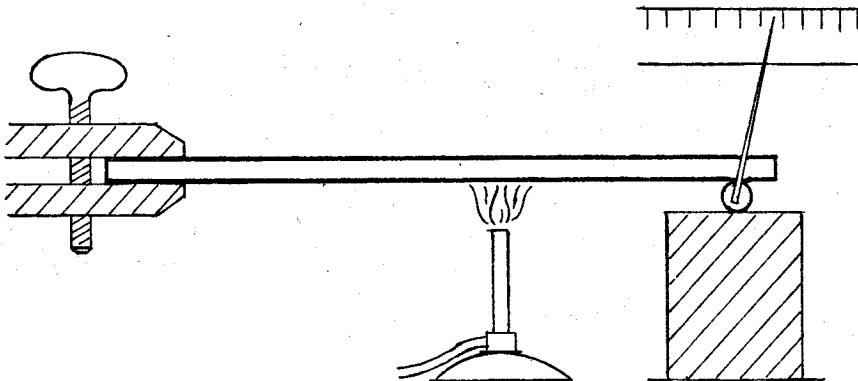
தண்மத் திரவியத்தாலான செவ்வகக் குற்றியொன்றைக் கருதுவோம்; அது நீளமும் அகலமும் தடிப்பும் உடையது. எனவே, அதற்கு நீளமும் மேற்பரப்பளவும் கனவளவும் உண்டு. குற்றி சூடாக்கப்படுமித்து அதன் நீளம் விரிவுறும் எனக் காட்ட முடிந்தால், அதேவேளை அதன் அகலமும் தடிப்பும் விரிவுறும் என முடிவு செய்யலாம்; ஏனெனில்,

அவற்றுள் எதையும் நீளமாகக் கடுதலாம்.

எனவே, குற்றி குடாக்கப்படுங்கால் அதன் நீளமும் பரப்பளவும் கணவளவும் விரியும் என்பது தெளிவு. நீளத்திலும், பரப்பளவிலும், கணவளவிலும் உண்டாகும் விரிவுகள் முறையே நீட்டல் விரிவு எனவும், பரப்பு விரிவு எனவும், கணவளவு விரிவு எனவும் கூறப்படும்.

நீட்டல் விரிவு தெரிந்ததும் பரப்பு விரிவையும் கணவளவு விரிவையும் கணித்துக் கொள்ள முடியுமாதலால், நாம் நீட்டல் விரிவை விவரமாக ஆராய்வோம்.

செயற்பாடு 2. நீட்டல் விரிவை நோக்கும்பொருட்டு, படம் 11.1 இற் காட்டி யுள்ள ஒழுங்குமுறையைப் பயன்படுத்தக். ஏத்தாழ 75 cm நீளமுடைய, வினாறப் பான் பித்தளைக் கோலொன்றின் சுயாதனை முனை (இரும்பாவி போன்ற) உருவி யொன்றின்மீது கிடக்குமாறு அதைப் பிடிக்கருவியில் இறக்குக; உருளியானது செப்பஞ்



ပုလ္မာ ၁၁.၁

செய்யக்கூடிய மேசுசெயான்றிற் சிடக்கும். கோவுக்கும் உருளிக்குமிடையே கெட்டி யான தொழுகையிருக்குமாறு மேசுசெய்ச் செப்பஞ் செய்க்; உருளியின் (தட்டை யான முகமொன்றில்) சுட்டியொன்றைப் பொருத்தக்.

ମେତପାତି ଉଦ୍‌ଘର୍ଷଣରେ ଯାଏପି ପଯଂପରାତ୍ମନି,

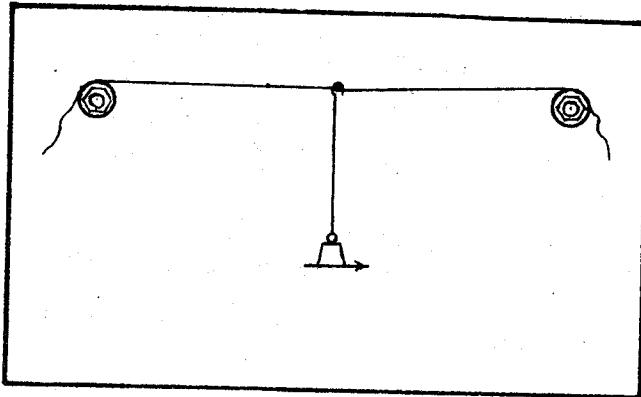
- (1) கோவிள் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது

(2) கோவிள் வெவ்வேறுண நிலங்கள் ஒரே வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படுமிடத்திலே

(3) ஒரே நிலமுடைய, ஒன்று வெவ்வேறுண பதார்த்தங்களாலான கோவிள்கள் ஒரே வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படுமிடத்துக்குக் கிருக்கிறதை அவதானிக்க.

செயற்பாடு 3. மரப்பலகையொன்றிலே ஏறத்தாழ 50 cm இடைத்தாரம் விட்டு, இரு திருகு முடிவின்களை இறக்குக (படம் 11.2). பலகையை நிலைக்குத்தாகப் பிடிக்குவியொன்றில் இறக்குக. ஏறத்தாழ 60 cm நீளமுடைய மங்களின் அல்லது

கொண்குதாந்தனவான் கம்பியோன்றின் ஒரு நுனிய ஒரு முடிவிடத்திற் கந்தி அதன் கறையை இறுக்குக்; கம்பியின் மது நுனிய மற்ற முடிவிடமீத இறுக்கி இழுத்து, அதன்

படம் 11.2

கறையையும் இறுக்குக். முடிவிடமொவ்வான்றிலுமிருந்து கம்பியின் சீல சென்றிமீற்றர் நீளம் தொங்க வேண்டும். ஈர்க்கப்பட்டிருக்கும் கம்பியின் நடுப்புள்ளிலே கொஞ்சக் கொண்ட விநாப்பான் ஒரு கம்பியில் சீறிய நிறையொன்றைத் தொங்க விடுக. வசதியையிட்டு, இந்நிறையுடன் கூட்டாயான காட்டியொன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கலாம். கம்பியுடன் தொடரிலே கார் மின்கலவழுக்கு, இறையோதற்று, செருகு சாவி ஆகிய வற்றைத் தொடுக்கு.

உட்டம் (1) தொடக்கி வைக்கப்படும்போது

(2) நிறுத்தப்படும்போது

(3) மாற்றி வைக்கப்படும்போது

நிகழ்விற்கை அவதானிக்க.

உமது நோக்கல்களிலிருந்து நீர் ஆசிப்பது யாது? எத்தேவைக்கு இவ்வொழுங்கைப் பயன்படுத்தலாம்?

### 11.2 நீட்டல் விரிவுத்திற்கு

கோவொன்று குடாக்கப்பட்டபோது அதன் நீள அதிகரிப்பு அல்லது நீட்டல் விரி வானது

(1) கோவினது வெப்பநிலை ஏற்றம்

(2) கோவினது தொடக்க நீளம்

(3) கோவினது பதார்த்தம்

என்பவற்றைப் பொறுத்துள்ளது என நீர் செயற்பாடு 2 இலிருந்து ஆகிற்கிருப்பீர்.

கோவின் நீள்த்தையும் வெப்பநிலை ஏற்றத்தையும் சாராக் கணியமொன்று விரும்பற் பாலது; கோவின் நீளம் எதுவாகவும் அது எவ்வெப்பநிலை வீச்சினாடாகச் சூடாக்கப் பட்டாலும் அக்கணியத்தைக் கொண்டு கோவின் விரிவுக் கண்துக் கொள்ளலாம். இத்தகைய கணியமானது கோவின் நீட்டல் விரிவுத்திறன் எனப்படும்; அது கோவினது திரிவியத்தை மட்டுமே பொழுத்துள்ளது.

கோவலான்றின் நீட்டல் விரிவானது அக்கோவின் நீள்துக்கு நேர் விகிதசமன் என்பது வெளிப்படை. கோவின் இரு பாதிகளும் ஒரே வெப்பநிலை வீச்சினாடாகச் சூடாக்கப் படும்போது, அவையொவ்வாண்றும் ஒரே அளவில் விரியும் (இயற்கையின் சீர்மை) ஆதலால், முழுக்கோல் அவ்விரிவின் இரு மடங்கு விரியும் என்றஞ் செய்தியிலிருந்து இத்தீடுக்கப்பெறும். எனவே,

நீட்டல் விரிவு  $\alpha$  கோவின் நீளம் (1)

என்ற நாம் எழுதலாம்.

நீட்டல் விரிவு  $\alpha$  வெப்பநிலை ஏற்றம்  
என்ற எழுத எம்மைத் தாண்டுகிறது. ஆனால், இவ்வாறு செய்தற்கு முன்னது எதுவான நியாயம் இல்லை. சடப்பொருள் இயல்புகள் வெப்பநிலையுடன் நீட்டல்சாரா முறையில் மாறுதல் கூடும். எனினும், சிறிய வெப்பநிலை ஏற்றங்களுக்காயிலும்  
நீட்டல் விரிவு  $\alpha$  வெப்பநிலை ஏற்றம்  
என்ற எடுத்துக்கொள்வோம்.

மேற்படி இரு விகிதசமவியல்புகளையும் ஒன்றுகே சேர்த்து

நீட்டல் விரிவு  $\alpha$  தொடக்க நீளம்  $\times$  வெப்பநிலை ஏற்றம் (2)

என்ற எழுத முடியும்.

$$I_1 = \text{தொடக்க நீளம்}, I_2 = \text{இறுதி நீளம்}, e = (I_2 - I_1) = \text{நீட்டல் விரிவு}, \theta_1 = \text{தொடக்க வெப்பநிலை}, \theta_2 = \text{இறுதி வெப்பநிலை எனின், அப்பொழுது } \\ e \propto I_1(\theta_2 - \theta_1)$$

$$\text{அல்லது } e = \alpha I_1(\theta_2 - \theta_1) \quad (3)$$

எனப் பெறுவோம்; இங்கு,  $\alpha$ , ஒரு விகிதசம மாறிலி. (3) இல்லாத நீட்டல் விரிவு  $\alpha$  எனின் வெப்பநிலையில் இருந்து பெறப்படும்.

$$\alpha = \frac{e}{I_1(\theta_2 - \theta_1)} \quad (4)$$

இப்பிரிவின் தொடக்கத்தில் நாம் நாடிய கணியம் இதுவே; ஏனெனில்,  $\alpha$  ஆனது கோவில் ஓர் அலகு நீள்த்தின் விரிவு ஆதலால், அது கோவின் நீள்த்தைச் சாரமாட்டாது; அன்றியும், அது வெப்பநிலையில் ஓர் அலகுப் பாகை ஏற்றத்தாலாகும் விரிவு ஆதலால் அது வெப்பநிலை ஏற்றத்தைச் சாராது (ஆனால், ஏற்கெனவே குறியுள்ளவாறு, அது வெப்பநிலையின், சிறப்பாக உயர் வெப்பநிலை வீச்சுகளில், மாறக்கூடியது). எனினும் நாம் இதைப் பொருட்படுத்தவதென்னிலை). ஆகவே  $\alpha$  ஆனது கோவினது திரிவியத்தின் நீட்டல் விரிவுத்திறன் எனப்படும். அது கோவின் திரிவியத்திலே தங்கியிருக்கும்.

(4) இல், e யிற்குப் பதிலாக,  $(l_2 - l_1)$  என்பதை இட்டு,

$$\alpha = \frac{(l_2 - l_1)}{l_1(\theta_2 - \theta_1)} \quad (4')$$

என்பதைப் பெறகிறோம்; அது

$$l_2 = l_1 \{1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)\} \quad (5)$$

என்பதற்கு இட்டுச் செல்லும்.

(4') இன் வலப் பக்கத்திலே, தொகுதியெண்ணில்  $(l_2 - l_1)$  என்னும் ஒரு நீளமும் பகுதியெண்ணில்  $l_1$  என்னும் மற்றுமொரு நீளமும் உள்ளமையால், அச்சமன்பாட்டில் நீளத் தின் அலகு மறையும். ஆனால், பகுதியெண்ணில் வெப்பநிலை வித்தியாசமொன்று உள்ளது ஆதலால், e இற்கான அலகு  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  ஆகும்.

இரு காரணங்களையிட்டு நீட்டல் விரிவுத்திறங்குத் தடத்தின் முக்கியமான ஒரு வெப்ப இயல்பாகும்.

(1) அதற்குப் பயன்ன பிரயோகங்கள் உள்ளன. மேலும், பல சந்தர்ப்பங்களில் (உ-ம் ஆக, புகையிரதப் பாதைகளில்) விரிவுக்கென இடங்கொடுத்தல் வேண்டும்.

(2) உயர்தரத்து வெப்பப் பெளதிகம் படிக்கும்போது, இக்கணியம் சடத்தின் வேறு இயல்புகளுடன் தொடர்புள்ளது எனக் காணப்படும்.

ஆகவே, பல்வகைப் பதார்த்தங்களின், குறிப்பாகப் பொதுப் பயன்பாட்டில் உள்ள இயற்கை அல்லது செயற்கை வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்ற, பதார்த்தங்களின் மூலத்தில் விரும்பற்பாலது.

செயற்பாடு 2 இல், விரிவை வெளிப்படுத்தும் பொருட்டு உருப்பெருக்கும் ஒழுங்கு முறையொன்று பயன்படுத்தப்பட வேண்டியிருந்தது. அதிலிருந்து மூலத்தில் மீதம் கிருக்கியிருக்கும் உயர்வாம். எனவே, e என்பதைத் தனியுடும் செயல்முறை நடப்பமானது, ஏனெனில் நாம் இங்கு அளக்கவேண்டியவை மிகச் சிறிய கட்புலங்கா நீள மாற்றங்கள்.

இங்கு பிரிதொரு பிரச்சினை எழுங்கிறது; மூலத்தில் கிருக்கியமாதலால், அதன் விரிவு அளக்கத்தக்கதாய் வருதற்கு, வெப்பநிலை ஏற்றம் போதுமான பெரிதாதல் வேண்டும். எனவே, நாம் மூலத்தில் வெப்பநிலையொன்றில் அளப்பதல் விரும்பும். அதற்குப் பதிலாக அதனை ஒரு அந்த வெப்பநிலை வீச்சில் (எடுத்துக் காட்டாக  $30^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ ) அளக்க நேரிடும். எனவே, சிடைக்கும் பேற்றுடன்  $30^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$  வீச்சில், செம்பிஸ் சராசரி மூலத்தில்  $^{\circ}\text{C}$  இங்கு  $17 \times 10^{-6}$  என்றவாறு கூற வேண்டிய சேர்த்துச் சொல்லல் வேண்டும்.

### 11.21 நீட்டல் விரிவுத்திறன் துணிகல்

(அ) உலோக (எடுத்துக்காட்டாகப் பித்தனை)க் கோவொன்றின் சராசரி நீட்டல் விரிவுத்திறன் துணிகர்கான ஓர் ஆய்வு முறை

சமன்பாடு (3) ஐக் கருதுக; அது இத்துணிகீலிற் பயன்படுத்தப்படும்.

$$e = \alpha l_1 (\theta_2 - \theta_1)$$

அளத்தலக்குப் போதிய அளவில் e பெரிதாக இருப்பதற்கு,  $1_1$  உம் ( $\theta_2 - \theta_1$ ) உம் பெரிதாக இருக்குமாறு செய்தல் வேண்டும். ஆனால்,  $1_1$  ஆனது ஏற்றாழ 1 மீற ரைர மீறலாகாது; மீறின், ஆய்கருவி பருமன்மிக்கதாகவிடும்; குடேற்றும் ஒருங்கு முறை ஆக்கலாகவிடும்.

மீற்றர்ச்சட்டமொன்றைப் பயன்படுத்தி நீளங்களை நாம்  $\frac{1}{2} \text{ mm}$  திருத்தத்துடன் அளக்கலாம். எனவே, மீற்றர்ச் சட்டத்தைப் பயன்படுத்தி 1 ம் நீளமுடைய கோலைன் ரின் நீளத்தை அளக்குமிடத்து எழக்கூடிய பின்ன வழு  $\frac{1}{2} = \frac{1}{1000} \text{ ஆகும்};$  அப்பொழுது சதவீத வழு

$$\frac{1}{2000} \times 100 = \frac{1}{20} \% \text{ ஆகும்.}$$

ஆய்கூடத்தில், கோலைச் சூடாக்கக்கூடிய வெப்பநிலை வீச்சு (பனிக்கட்டி வெப்பநிலை)  $0^{\circ}\text{C}$  இலிருந்து (கொதிநீராவி வெப்பநிலை)  $100^{\circ}\text{C}$  வரை, அதாவது  $100^{\circ}\text{C}$  ஆகும். இரச வெப்பமானியைக் கொண்டு  $1^{\circ}\text{C}$  திருத்தத்துடன் வெப்பநிலையை அளக்கலாம்.

எனவே, வெப்பநிலை அளத்தவில் ஆகும் பின்ன வழு  $\frac{1}{2} = \frac{1}{100} = \frac{1}{200} \text{ உம் சதவீத வழு}$   $\frac{1}{200} \times 100 = \frac{1}{2} \% \text{ உம் ஆகும்.}$

இனி, துகிதல் எதுவாகவும், அதில் வரும் கூறுகளாகிய கணியங்களை அளத்தவில் எழும் சதவீத வழுக்கள் கூடி, இதுபீல் பேற்றின் சதவீத வழுவைத் தரும். எனவே, வெப்பநிலை வித்தியாசத்தை  $1^{\circ}\text{C}$  திருத்தத்துடன் மட்டுமே அளக்க முடிகிறபோது, அக் கோலைன் நீளத்தை  $1/20 \text{ cm}$  திருத்தத்துடன் அளத்தல் அர்த்தமற்றது; அதை  $\frac{1}{2} \text{ cm}$  திருத்தத்துடன் அளந்தால், கணிசமான வழுவேதும் தோன்றமாட்டாது.

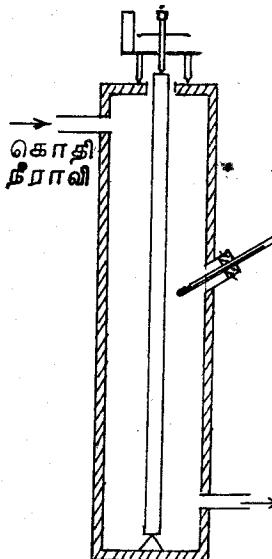
e கண்டிப்பாய்ச் சிறியது; அது வெறுங் கண்ணுக்குப் புலப்படாது; ஆகையால், அது இலை அளத்தல் சிரமமாகும். அத்தியாயம் 1 ( $\pm 1.41$ ) இல் நீர் கோளமானி பற்றிப் படித்திருக்கிறீர். இக்கருவியின் திருத்த வரிசை  $1/1000 \text{ cm}$  ஆகும். ஒருவேலை அக்கருவியைக் கொண்டு சிறிய விரிவாகிய e யை அளக்கலாமல்லவா?

பயன்படுத்தப்பெறும் ஆய்கருவியானது படம் 11.3 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.

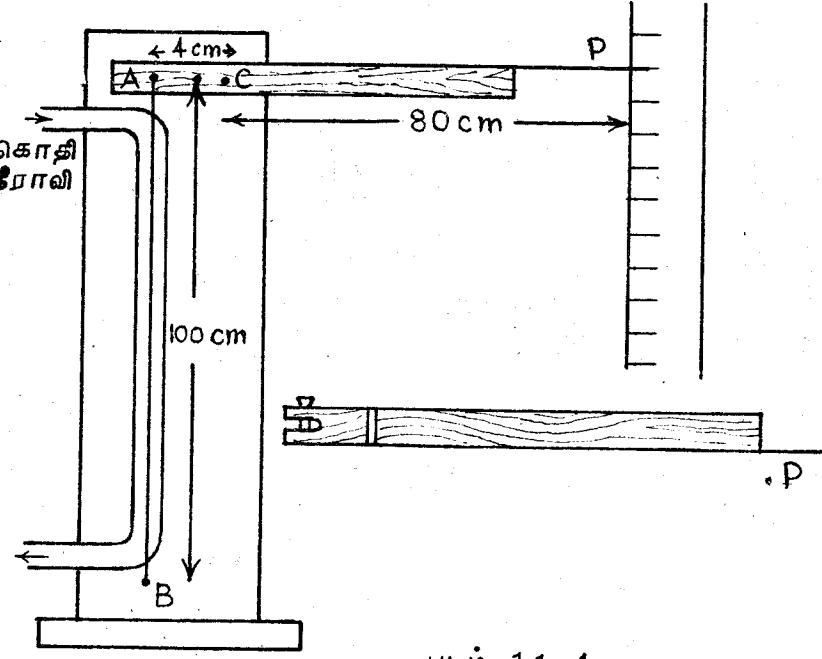
ஆய்கருவி அறை வெப்பநிலையிலிருக்கும்போது, கோளமானி படம் 11.3 இற் காட்டி யுள்ளவாறு வைக்கப்பட்டு, செம்புக்கோலின் முடியைச் சரி கணக்காகத் தொழுமாறு அதன் நடுக்கால் திருக்கப்படும்; அப்பொழுது கோளமானியில் வாசிப்பு எடுக்கப்படும். அதை, சூடாக்க லையும் அதன் வழிவரும் விரிவையும் தவிர்க்குமுகமாக, கோளமானி அடுத்து, அக்கருவியைக் கொண்டு வைக்கப்படும்.

அடுத்து, கொதிநீராவியறையுட் கொதிநீராவி செலுத்தப்படும். வெப்பமானி உறுதி வெப்பநிலையைக் காட்டும்போது, கோளமானிய மீண்டும் வைத்து, கோலைன் முடியைச் சரி கணக்காகத் தொழுமாறு கோளமானியின் நடுக்கால் செப்பஞ் செய்யப்படும். கோளமானியின் இப்போதுள்ள வாசிப்பும் வெப்பமானியின் வாசிப்பும் எடுக்கப்படும். கோலைக் குளிரவிட்டு, மீற்றர்ச் சட்டத்தால் அதன் நீளம் 1, அளக்கப்படும்.

வெப்பமானியினது இரு வாசிப்புகளின் வித்தியாசம் வெப்பநிலை ஏற்றம் ( $O_2 - O_1$ ) ஜியும், கோளமானியினது இரு வாசிப்புகளின் வித்தியாசம் விரிவு செய்யும் தரும்.



படம் 11.3



படம் 11.4

இப்பெறுமானங்களைச் சமன்பாடு (4) இல் இட்டு, ஒவ்வொம்.

(ஆ) மெல்லிய கம்பி வடிவத்தினால் உலோகமொன்றின் சராசரி நிட்டல் விரிவுத் திறனைத் தனித்திற்கான ஒரு முறை

மெல்லிய கம்பி வடிவத்தினால் உலோகமொன்றின் நிட்டல் விரிவுத்திறனைத் தனித்திற்கான ஒரு முறை படம் 11.4 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆங்கருவியானது நிலைக்குத்துப் பலகையொன்றில் ஏற்றப்பட்டுள்ளது; கம்பியின் கீழ் முனை பலகையிலே தீருச்சியிருக்கும் ஆணி B யிற் கட்டப்பட்டுள்ளது; அதன் மேல் முனை நெம் பிலே இறுக்கியிருக்கும் ஆணி A யுடன் கட்டப்பட்டுள்ளது. ஆணி C யைச் சுழலையாகக் கொண்ட நெம்பு இலேசாக இருத்தல் வேண்டும்; அதேவேளை, கம்பி இறுக்கமாக இருத்தால் அது போதிய நிறை உடையதாயிருத்தல் வேண்டும். நெம்பின் முனையிலே பொருத்தப்பட்டிருக்கும் வினாப்பான கம்பித் தன்டொன்று காட்டியாகப் பயன்படும். மற்பர்க்க குழாயொன்று கொதிநீராவிக் கஞ்சகமாகும்; குழாயிலே தளைத்த சீரிய தளைகள் வழியே கம்பியின் இரு முனைகளும் வெளியே செல்லும்.

முதலிலே ஆறை வெப்பநிலையும் நிலைக்குத்த அளவிடையிற் காட்டி P யின் வாசிப்பும் எடுக்கப்படும். அடுத்து, குழாயின் மேல் முனை வழியாக (ஏன் கீழ் முனை அன்ற?) கொதிநீராவி செலுத்தப்படும். காட்டி உறுதியாக இருக்கும்போது அதன் வாசிப்பு

எடுக்கப்படும்.

படம் 11.4 இற் காட்டியுள்ள ஆய்க்கருவினையக் கொண்டு நடத்திய பரிசோத ஈயில் அறை வெப்பநிலை  $30^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. போதிய நேரம் கொதிந்றாலில் செலுத்தப் பட்டபோத காட்டி  $2.4\text{ cm}$  அசைந்த உறுதியாக இருந்தது. படத்திலே தரப்பட்டுள்ள தரவுகளைக் கொண்டு  $30^{\circ}\text{C}$  இற்கும்  $100^{\circ}\text{C}$  இற்குமிடையே கம்பியினது திரவியத் தனிக் கராசரி நீட்டல் விரிவுத்திற இனக் கணிக்க.

ஒரே வெப்பநிலை வீச்சினாடாகச் சூடாக்கப்படுமிடத்து, வெவ்வேறுன பதார்த்தங்களாலான திண்மங்கள் வெவ்வேறுன அளவில் விரிவும். எமக்கு அதிகமாகத் தெரிந்த மூலகங்கள், கலப்புலோகங்கள், திரவியங்கள் ஆகியவற்றின் கராசரி நீட்டல் விரிவுத் திறன்கள் ( $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$  என்கும் வீச்சில்) அட்டவணை 11.1 இலே தரப்பட்டுள்ளன.

பழக்கமான உலோகங்களும் கலப்புலோகங்களும்	$K^{-1} \times 10^6$ இல்	வேறு பழக்கமான திரவியங்கள்	$K^{-1} \times 10^6$ இல்
இன்வார்	0.1	மரம்	±0.3
பிளாற்றினம்	9.0	உருக்கற் படிகம்	0.4
உருக்கு	12.0	பைறைக்கச் சுட்டுத் தன்மை	3.0
செம்பு	17.0	சோடாக் கண்மை	8.5
பித்த இளை	19.0	செங்கல்	±9.0
		பிளாஸ்டிக்	±22.0

### அட்டவணை 11.1

(பளிங்கல்லாத) உருக்கற் சீலிக்காவும் இன்வார் எனப்படும் கலப்புலோகமும் மட்டான வெப்பநிலை வீச்சுகளில் உரைத்தக்க அளவில் விரிவுதில் இல்; இதற்காகவே, இவை வெப்ப விரிவு விரும்பப்படாத சில விஞ்ஞான உபகரணங்களிற் பயன்படுத்தப் பெறும்.

### 11.22 விரிவு காரணமாக எழும் பிரச்சினைகள்

பகல் வேளையில் வெப்பநிலை மாற்ற காரணமாகப் புகைவண்டிப் பாதையிலுள்ள தண்டவாளங்கள் நீட்டல் விரிவும் எனக் கீழ்வகுப்பொன்றில் நாம் படித்திருக்கிறோம்.

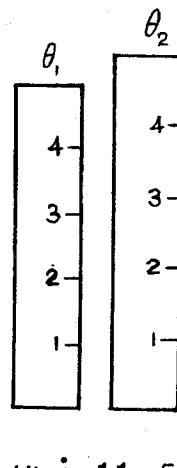
தண்டவாளங்கள் ஒன்றேடொன்று முட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டிருந்தால், மேற்படி விரிவால் மகத்தான விசைகள் ஆக்கப்பட்டு, தண்டவாளங்கள் இடப்பெயர்ச்சியுறும். அதனால், புகைவண்டிகள் தடம்புறான். இதனையிட்டு விரிவுக்கு இடங்கொடுக்குமுகமாக, தண்டவாளங்களுக்கிடையே சிறிய இடைவெளி விடப்பட்டிருக்கும்.

நீள அளவுகோல்கள், மணிக்கடுகள், கைக்கழிகாரங்கள் போன்ற அளவு கருவிகளில் எவ்வாறு விரிவால் வழுக்கள் தோன்றும் என்பதைக் காண்போம்.

(அ) நீள அளவுகோல்களில் வழுக்கள்

சென்றியீற்றர் குறிக்கப்பட்ட உருக்கு அளவுகோலை அல்லது உருக்கு நாடாவைக் கருதவோம். அது ஒரு குறித்த வெப்பநிலையில் (அது  $\theta_1$ , என்க) அளவுகோடிடப்பட்டுள்ளது; ஆனால், அது வேறொரு வெப்பநிலையில் (அது  $\theta_2$  என்க) பயன்படுத்தப்பெறுகிறது.  $\theta_2 > \theta_1$  எனக் கொள்க (மற்ற மாதிரியாகவும் அது இருக்கலாம்). மேற்படி ஒரு வெப்பநிலைகளில், சென்றியீற்றர் அளவுகோடுகளின் நிலைகளைப் படம் 11.5 எடுத்துக்காட்டுகிறது.

அடுத்துத்தன்ன அளவுகோடுகளுக்கு இடையேயான தாரமானது  $\theta_1$  இல் இருந்ததைக் காட்டிலும்  $\theta_2$  இல் நீண்டாக இருப்பதை நீர் காண்பீர்.  $\theta_2$  இல் இந்த இடைத்தாரம் ஒரு சென்றியீற்றராகவும்; அது, உண்மையில்,  $1 \times [1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)]$  ஆகும்; இங்கு  $\alpha$  ஆகை உருக்கின் நீட்டல் விரிவுத்திருக்கிறது. ஆகவே, இவ்வளவிடையில், ஒரு நீளம் 1 cm என வாசிக்கப்பட்டால், அந்நீளத்தின் மெய்யான பெறுமானம்  $1 [1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)]$  cm. திருத்தம் செய்யப்படாவிட்டால், வழுவானது  $1\alpha(\theta_2 - \theta_1)$  ஆகும். 1 பெரிதாக இருந்தால், இல்லை, கீழே வரும் என்னுதாரணம் காட்டுமாறு உறைத்தக்க அளவில் இருக்கும்.



தாரணம் 1. நெடுஞ்சாலையையுள்ளிட மைற் கற்கள் ஜன்றியபோது,  $15^{\circ}\text{C}$  இல் அளவுகோடிட்ட உருக்கு நாடாவைன்று,  $30^{\circ}\text{C}$  இற் பயன்படுத்தப் பெற்றது. உருக்கின் நீட்டல் விரிவுத்திருக்கும்  $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  எனில், ஒரு "மைல்" தாரத்திலுள்ள வழு எவ்வளவு?

$$\begin{aligned} \text{வழு} &= \alpha \times 1 \times (\theta_2 - \theta_1) \\ \alpha &= 12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \text{ உம் } 1 = 5280 \text{ அடியும் } \theta_2 - \theta_1 = (30 - 15)^{\circ}\text{C} \text{ உம் ஆதலின்,} \\ \text{வழு} &= 12 \times 10^{-6} \times 5280 \times 15 \text{ அடி} \\ &\quad \div 10 \text{ அடி} \end{aligned}$$

எனவே, மைற் கற்கள் ஏறத்தாழ 10 அடி வழுவுடன் ஜன்றப்பட்டுள்ளன.

கேம்பிரிட்ஜ் நகருடாகச் செல்லும் பிரதான நெடுஞ்சாலை உறன்றிடன் வீதி எனப்படும்; அது ஏறத்தாழ 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன் இங்கிலாந்து நாட்டைக் கீழ்ப்படுத்திய உரோமராற் போடப்பட்டது. வளைந்த வீதிகளிற் செல்லக்கூடிய வண்டிகளைச் செய்யத் தெரியாத உரோமர் அவ்வீதியைச் சரிநேராகப் போட்டனர்.

கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகள் இருவர் (இவர்களுள் ஒருவர் உதவி பெள்ளிகப் படிப்பில் நீர் சந்திக்கக்கூடிய பல பரிசோத ஈனகளைத்

திட்டமிட்ட கலாநிதி சேள் என்பார்) ஒரு நோயிற்றுக்கீழமை, வேறு யாதும் வேலை இல்லாதபடியால், மதிநுட்பம் வாய்ந்த முறையொன்றுல் உறன்றின்டன் வீதியில் ஈன்றப் பட்டுள்ள மைற் கற்கள் திருத்தமாக வைக்கப்பட்டுள்ளனவா என்பதைச் சோதிக்கத் தீர்மானித்தனர். இருவரிடமும் சர்வசமனான சைக்கிள்கள் இருந்தன. ஒவ்வொன்றிலே கீயரைச் சுற்றே மாற்றினர்; ஒவ்வொரு சைக்கிளிலும் முன் சீல்வின் ஆரைக்கம்பி (spoke) ஒவ்வொன்றுக்குச் சீலப்பு நீறந்திட்டனர். தொடக்கத்தில், இரு சைக்கிள்களின் நிறந் தீட்டிய ஆரைக்கம்பிகளும் நிலைக்குத்துக் கீழ்முகமாக இருந்தன எனக் கொள்வோம். அப்பொழுது, விரைவான சீல்லை ஒரு முழுச் சுற்றுச் சுற்றியதும் மொத்தான சீல்லை அதனினும் குறைவாகவே சுற்றியிருக்குமாதலால், அது முறை சீல்லைக் குறித்துப் பின்னடையும். இரு சைக்கிள்களும் வரையறுத்தவொரு தாரம் சென்றதும் அவற்றின் நிறந்தீட்டிய ஆரைக்கம்பிகள் மீண்டும் கீழே சுட்டும். இம்முறையால், இவ்விரு விண்ணாளிகளும் ஒரு குறித்த மைற் கல்லானது ஒரு சீல ஆடி அளவு தள்ளி வைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கண்டு கூறினர். இவர்கள் இதை எவ்வாறு செய்துகாட்டினர்?

#### (ஆ) ஆசல் மணிக்குடுகளில் வழுக்கள்

எளிய ஆசலெலான்றின் அலைவுக் காலமானது

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g}}$$

என்னாக சூத்திரத்தாலே தரப்படும்; இங்கு 1 ஆசலின் நீளம். எனவே, வெப்பநிலை ஏற்போது, 1 குமும்; அதன் விளைவாக அலைவுக் காலமும் குமும். அப்பொழுது மணிக்குடு பிந்தும்.

சீல ஆசல் மணிக்குடுகளில், சூசற் குண்டைத் திருகொன்றினுல் உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ முடியும்; அப்பொழுது வெப்பநிலை மாற்றத்தால் உண்டாகும் நீள மாற்றத்தை ஈடுசெய்யுமுகமாகத் தேவையான அளவுக்குச் செப்பஞ் செய்யலாம். ஆனால், இம்முறைதொல் லையானது தற்பாடாகச் சரிசெய்யும் ஆசலிருப்பன் அது வசதியாகும். அப்பொழுது, வெப்பநிலை எதுவாகிறும், ஆசலின் நீளம் மாற்று பேணப்படும்.

இத்தேவையையிட்டு உறரிசன் என்பாராலே திட்டமிடப்பட்டதும் இரும்பு - நெய்யர் ஆசல் எனப்படுவதுமான ஆசலில் (படம் 11.6) உலோகங்களின்டின் (எடுத்துக்காட்டாகப் பித்தனை, உருக்கு) நீட்டல் விரிவுத்திறங்கள் வித்தியாசமானவை என்னும் உண்மை பிரயோசிக்கப்படுகிறது.

உருக்குக் கோல்களின் விரிவு ஆசல் சூசற் குண்டின் மையத்தை இறக்கும் எனவும் பித்தனைக் கோல்களின் விரிவு அதை உயர்த்தும் எனவும் படத்திலிருந்து காணப்படும். ஏதாவதொரு வெப்பநிலையில் இவ்விரு விரிவுகளும் ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்யுமுகமாக மேற்படி இரு வகைக் கோல்களின் நீளங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டிருந்தால், எல்லா வெப்பநிலையிலும் விரிவுகள் ஈடுசெய்யப்படும்.

மூத்த உருக்குக்கு  $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ஆகவும் பித்தனைக்கு  $19 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ஆகவும் இருப்பதனும், ஈடுசெய்தனக்கு உருக்குக்கோலின் நீளம் பித்தனையின் நீளத்தைக் காட்டி

மும் பெரிகாக இருத்தல் வேண்டும்.

சுடுசெய்யும் நீளங்களைக் கணக்கலாம். உருக்குக் கோல்களின் மொத்த நீளம்  $l_s$  மும் உருக்கின் விரிவுத்திறன்  $\alpha_s$  மும் பித்த லைக்கு மேற்படி கணியுங்கள் முறையே  $l_b$  மும்  $\alpha_b$  மும் ஆகட்டும்.

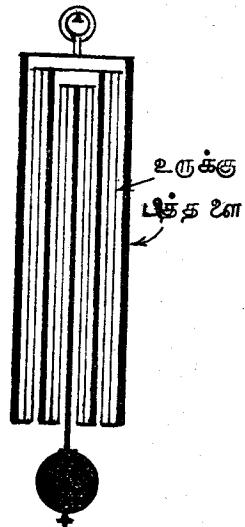
உருக்கின் விரிவால் ஆசற் குண்டு  $\alpha_s l_s$  அளவு இறங்கும்; பித்த லையின் விரிவால் அது  $\alpha_b l_b$  அளவு ஏற்கும்; இங்கு  $t$  ஆணத் தெள்பநிலை ஏற்றமாகும். எனவே,  $\alpha_s l_s = \alpha_b l_b$  எனில், செப்பமான சுடு செய்கை கிடைக்கப்பெறும்.

$$\alpha_s = 12 \times 10^{-6} {}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_b = 19 \times 10^{-6} {}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\therefore \frac{l_s}{l_b} = \frac{19}{12} = 1.6 \text{ (ஏற்ததாழ).}$$

படத்தில்  $\frac{l_s}{l_b} = \frac{3}{2} = 1.5$ . உண்மையில், இது சுற்றே குடுதலாக ( $1.6$  இறஞ அந்ததாக) இருத்தல் வேண்டும்; ஏனெனில் பித்த லைக் கோல்கள் உருக்குக் கோல்களைக் காட்டிலும் நீளம் சிறியவை.

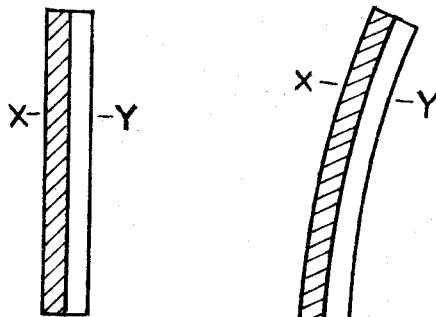


படம் 11.6.

### 11.23 விரிவின் பிரயோகங்கள்

ஈருவோகக் கீலம் என்பது நட்டல் விரிவின் ஒரு பிரயோகமாகும். இது வென்வேறு உலோகங்கள் X, Y என்பவற்றுலான கீலங்களைக் கொண்டுள்ளது; அவை, படம் 11.7 இற் காட்டியுள்ளவாறு, காய்ச்சி இணக்கப்பட்டிருக்கும்.

$\alpha_X > \alpha_Y$  ஆகட்டும். வெப்பநிலை ஏற்கும் கால், X ஆணத் தெளிவாக காட்டிலும் குடுதலாக விரிவுறும். X மும் Y மும் காய்ச்சி இணக்கப்பட்டிருக்கிறபடியால், சேர்மானமானது, படம் 11.8 இல் இருப்பது போன்ற, X புறழுகமாக வளைவுறும்.



அண்மைக்காலம்வரை, மணிக்குருகள் கைக்கடிகாரங்கள் ஆசியவற்றினுடைய சமநிலைச் சீல்லுகளின் வெப்ப விரிவை சுரு வோகக் கீலங்களைப் பயன்படுத்தி சுரு செய்தனர். ஆனால், இந்றைநாள் மணிக்குருகளிலும் கைக்கடிகாரங்களிலும் சமநிலைச் சீல்லானது, புறக்களிக்கத்தக்க விரிவுத்திறஞ்சையதென நாம் ஏற்கெனவே படித்த, இன்னார் என்னும் கலப்புவோகத்தால் ஆக்கப்படுவதற்கு.

படம் 11.7

படம் 11.8

மேலே விவரித்துக் கூறப்பட்டுள்ள இந்த ஈருலோகக் கீலத்தைப் பயன்படுத்தி, வெப்பமாக்குக் கூற்றூண்டிலே ஒரு குறித்த பெறுமானத்தை வெப்பநிலை மீறும்போது மின்னேட்டத்தை நிறுத்தவும் அசு இறங்கம்போது ஓட்டத்தைத் தொடக்கி வைக்கவும் முடியும்.

அடைகாப்புப் பெட்டி, மாரு வெப்பநிலைத் தொட்டி என்பவற்றின் வெப்பநிலை களை மாறுது பேற்றும் வெப்பநிலைநிறுத்திகளை அமைப்பதற்கு இவ்வொழுங்கு முறை பயன்படும். இதன்பொருட்டுச் சுற்றூண்றைத் தீட்டமிட உம்மால் முடியுமா? தீ எச்சரிக்கை உபகரணங்களிலும் ஈருலோகக் கீலங்கள் பயன்படுத்தப் பெறகின்றன.

### 11.3 மேற்பரப்பு (ஆல்லது பரப்பளவு) விரிவு

கோவொன்றின் நீளம் வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கும் எனக் கண்டுள்ளோம். எனவே, ஒரு திரவியத்தாலான தாள் குடாக்கப்படுமிடத்து, அதன் நீளமும் அகலமும் அதிகரிக்கும் என்பது தெளிவு; இவ்விரிவு காரணமாகத் தாளின் பரப்பளவும் அதிகரிக்கும். இவ்விரிவானது மேற்பரப்பு அல்லது பரப்பளவு விரிவு எனப்படும்.

511.2 இலை நீட்டல் விரிவு என்கும் விடயத்தில் நாம் ஆய்ந்து பெற்றது போல, இங்கும்

பரப்பளவு விரிவு  $\propto$  தொடக்கப் பரப்பளவு  $\times$  வெப்பநிலை ஏற்றம் என்ற பெற்றுடியும்.

$$\therefore \text{பரப்பளவு விரிவு} = \frac{\text{தொடக்கப் பரப்பளவு}}{\text{தொடக்கப் பரப்பளவு}} \times \text{வெப்பநிலை}$$

பரப்பளவு விரிவு

$$\therefore \beta = \frac{\text{தொடக்கப் பரப்பளவு}}{\text{தொடக்கப் பரப்பளவு}} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}$$

இ எந்த கணியம் பதார்த்தத்தின் மேற்பரப்பு விரிவுத்திறன் எனப்படும்.

செயற்பாடு 4. பரிமாணங்கள் 10 cm  $\times$  10 cm  $\times$  2 mm (தடிப்பு) உடைய ஓர் அசு

மினியத் தகட்டின் மூலையான்றிலிருந்து 3 cm  $\times$

3 cm அளவான சுறுரத் துண்டொன்றை வெட்டி

எடுக்க (படம் 11.9). தட்டிலே மேற்படி

தண்டுக்குச் சரி ஈடான சுறுரத் தொளை

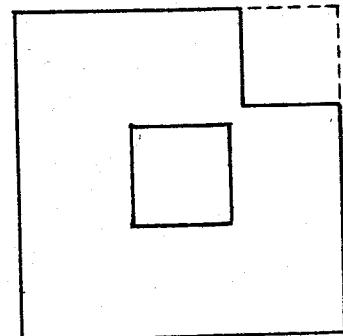
யோன்றை ஆக்குக. தகட்டையும் (அதன்மீது

வசதியாக வைத்திருக்கும்) சுறுரத் தண்டையும்

பன்கள் கவா லையிற் குடாக்குக. தண்டு

தொளையிலே பொருந்துகிறதோ எனச்

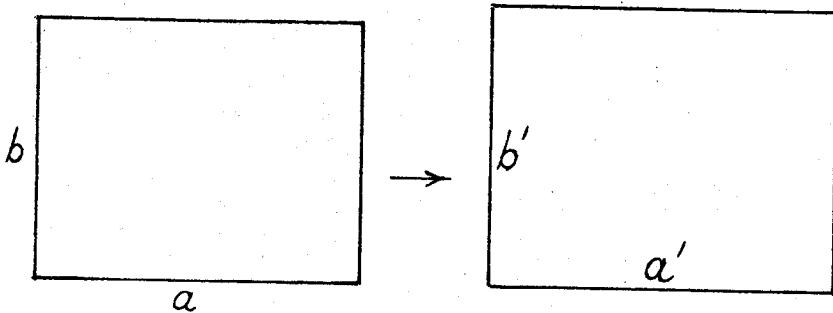
சோதிக்க.



படம் 11.9

11.31 நீட்டல், பரப்பளவு விரிவுத்திறங்களுக்கிடையேயான தொடர்பு

பதார்த்தமொன்றுலான, பரிமாணங்கள்  $a \times b$  யை உடைய செவ்வகத் தகடோன் கறக் கருதுக; அது வெப்பநிலை ஏற்றம்  $\alpha$  விரோடாகச் சூடாக்கப்பட்டும்.

படம் 11.10

தகட்டின் புதுப் பரிமாணங்கள்  $a'$ ,  $b'$  ஆகட்டும் (11.10). அப்பொழுது

தொடக்கப் பரப்பளவு =  $a \times b$ ; இதிலிருந்து பரப்பளவு =  $a' \times b'$ . ஆனால், சமன்பாடு (5) இன்படி

$$a' = a(1 + \alpha\theta) \text{ உம்}$$

$$b' = b(1 + \alpha\theta) \text{ உம் ஆகும்.}$$

$$\therefore a' b' = ab(1 + \alpha\theta)^2 = ab(1 + 2\alpha\theta + \alpha^2\theta^2)$$

$$\therefore \text{பரப்பளவு அதிகரிப்பு} = ab(2\alpha\theta + \alpha^2\theta^2)$$

ஆனால்,  $\alpha$  ஆனது  $10^{-5} {}^\circ\text{C}^{-1}$  பருமன் வரிசையின்பாற்படும் மிகச் சிறியதோரு கணிய மென நாம் கண்ணுள்ளோம்.

$\therefore \alpha^2$  ஆனது  $10^{-10}$  பருமன் வரிசையிற் கிடக்கும். எனவே  $\alpha^2$  ஜக் கொண்ட உறப்பு புறக்களிக்கத்தக்கது.

எனவே,

$$\begin{aligned} \text{பரப்பளவு விரிவு} &= \text{பரப்பளவின் அதிகரிப்பு} \\ &= ab(2\alpha\theta) \end{aligned}$$

எனவே, ஏற்கெனவே தரப்பட்டுள்ள வரைவிலக்கணத்திலிருந்து

$$\beta = 2\alpha$$

அதாவது, திரவியமொன்றின் மேற்பரப்பு விரிவுத்திறங்கு அத்திரவியத்தை நீட்டல் விரிவுத்திறனின் இரு மடங்காகும்.

11.4 கனவளவு விரிவு

தீண்மப் பொருளெளான்றை, எடுத்துக்காட்டாகச் செல்வகக் குடாக்கினால் அது விரிவுறும்.

முன்னர்போன்று,

கனவளவு விரிவு  $\propto$  தொடக்கக் கனவளவு  $\times$  வெப்பநிலை ஏற்றம்

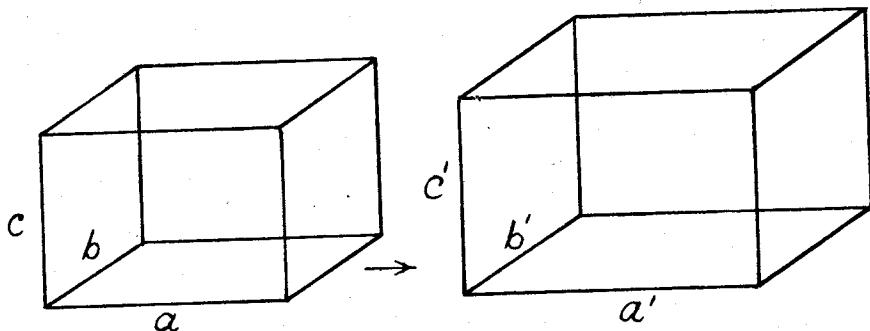
ஆகவே கனவளவு விரிவு  $= \gamma \times$  தொடக்கக் கனவளவு  $\times$  வெப்பநிலை ஏற்றம்

$$\text{எனவே } \gamma = \frac{\text{கனவளவு விரிவு}}{\text{தொடக்கக் கனவளவு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}}$$

$\gamma$  ஆனது திண்மத்தினது திரவியத்தின் கனவளவு விரிவுத்திறன் எனப்படும்.

11.41 நிட்டல், கனவளவு விரிவுக்குக்கீடுயோன தொடர்பு

பரிமாணங்கள்  $a \times b \times c$  யை உடைய செல்வகக் குறுதக (படம் 11.11). அது வெப்பநிலை ஏற்றம்  $\alpha$  வினாகாகச் சூடாக்கப்பட்டும்; அப்பொழுது



படம் 11.11

குற்றியின் புதுப் பரிமாணங்கள்  $a' \times b' \times c'$  ஆகட்டும் (நிட்டல் பரிமாணமொல்வான் ரும் அதிகரிந்துள்ளது).

$$\text{குற்றியின் தொடக்கக் கனவளவு} = abc$$

$$\text{அதன் இறுதிக் கனவளவு} = a' b' c'$$

$\therefore$  நிட்டல் விரிவுக்கான சூத்திரத்தின் படி

$$a' b' c' = a(1+\alpha\theta) b(1+\alpha\theta) c(1+\alpha\theta)$$

$$= abc (1+\alpha\theta)^3$$

$$\therefore a' b' c' = abc (1+3\alpha\theta + 3\alpha^2\theta^2 + \alpha^3\theta^3)$$

$$= abc (1+3\alpha\theta); \alpha^2, \alpha^3 \text{ ஆகியவற்றைக் கொண்ட}$$

உறுப்புகள் புறக்கணிக்கத்தக்கவை ஆதலின்.

$$\therefore \text{கனவளவின் அதிகரிப்பு} = a'b'c' - abc \\ = abc \times 340$$

$$\therefore \gamma = \frac{\text{கனவளவின் அதிகரிப்பு}}{\text{தொடக்கக் கனவளவு} \times 100} = 34.$$

எனவே, "திண்மப் பொருளான்றின் கனவளவு விரிவுத்திறமுது அப்பொருளினது நீட்டல் விரிவுத்திறவின் மும்மட்டஞ்சு" ஆகும் என்றும் செய்தியைப் பெறகின்றோம்.

### அத்தியாயம் 11 இற்கான பிரசினங்கள்

1.  $0^{\circ}\text{C}$  இல் அளவுகோட்டு உருக்கு அளவுகோலான்று  $30^{\circ}\text{C}$  இல் நீண்களை அளத் தற்கப் பயன்படுத்தப்பெற்றது. இவ்வளவுகோவிள்படி, பித்தைக் கோலான்றின் நீளம்  $30\text{ cm}$  எனக் காணப்பட்டது. (அ)  $30^{\circ}\text{C}$  இல், (ஆ)  $60^{\circ}\text{C}$  இல் இப் பித்தைக் கோவிள் மெய் நீளம் எவ்வளவாகும்?

$$\begin{aligned} \text{பித்தையின் நீட்டல் விரிவுத்திறன்} &= 19 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1} \\ \text{உருக்கு நீட்டல் விரிவுத்திறன்} &= 12 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

(விடை: (அ)  $30.011\text{ cm}$ ; (ஆ)  $30.028\text{ cm}$ )

2. மணிக்குடோன்றின் ஆசலானது பித்தையாலானது.  $30^{\circ}\text{C}$  இல் அதன் அலைவுக் காலம் 1 செக்கன் ஆகும். பித்தையின் நீட்டல் விரிவுத்திறன்  $19 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  எனில்,  $28^{\circ}\text{C}$  இலே இம்மணிக்குடு நிலைமும் எத்தனை செக்கன் முந்தம் அல்லது பிந்தம்?

(விடை: 1.64 செக்கன் முந்தம்)

## அத்தியாயம் 12

### திரவங்களின் வெப்ப விரிவு

#### 12.1 தனி விரிவும் தோற்ற விரிவும்

உமத தாயார் ஒருபோதும் கேத்திலை விரிம்புவரை நிரப்பி அடுப்பில் வைப்ப தில் லை என்பதைக் கவனித்திருக்கிறோ? விடயம் தெரியாத ஒருவர் இம்முன்னேற்பாட்டைச் செய்யலிலையென்று, அடுப்பிற் கேத்தில் வைக்கப்பட்டுச் சீரிது நேரம் ஆகும் கேத்தில் நீர் பொங்கி வழிந்து நெருப்பை அனைத்துவிடும். சூடாக்கப்பட்டபோது கேத்தில் நீர் பொங்கி வழிந்தது ஏன்?

சூடாக்கப்படுமிடத்து, திரவங்களும், திண்மங்கள்போன்ற, விரிவும். ஆனால், தீண்மங்களுக்கும் திரவங்களுக்குமிடையே ஒரு வேறுபாடு உண்டு. திண்மங்கள் நீளமும் பரப்பளவும் கணவளவும் உடையவை; திரவங்களுக்கு நீளம் என்பதேயில் லை; அதன் பரப்பளவு கொள்கலத்தைப் பொறுத்தன்றது. எனவே, சூடாக்கப்படுமிடத்து திரவங்கள் கணவளவில் மட்டுமே விரிவற்றியும்.

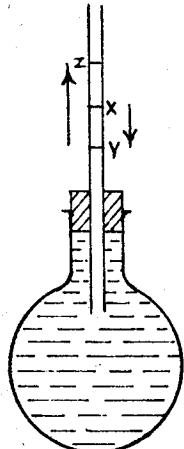
இருந்தாலும் பிரச்சினையொன்று எழுகின்றது. திரவங்களுக்குக் கொள்கலம் வேண்டும் அல்லவா? நாம் ஏற்கெனவே கண்டுள்ளவாறு, கொள்கலங்களும் விரிவறக்கூடும். எனவே பாத்திரமான்றில்லன திரவம் சூடாக்கப்படும்போது தோற்றும் திரவ விரிவானது திரவ விரிவு, பாத்திர விரிவு ஆகியவற்றின் தேறிய விளைவு ஆகும்.

செயற்பாடு 1. நிறமுட்டிய நீரால் நிரப்பப்பட்ட குடுவையொன்றிடன் ஒடுங்கிய கண்ணுடி இறகுக் குழாடியான்றைப் பொருத்துக (படம்

12.1). இறகுக் குழாய் பொருத்தப்பட்ட பின்,

நீர்ப் பிழையுது தக்கைக்கு மேலே ஒரு சில செண்டிரீதர் இருக்குமாறு, அக்குழாய் வழியாக

நிறமுட்டிய நீரைச் சேர்க்க. தொட்டியொன்றில் இருக்கும் வெந்தீரிற் குடுவையை முற்றிலும் அமிழ்த்துக. பிழையுது முதலிலே Y யிற்கு இறங்கி, பின் Z இற்கு ஏற்கிறது என்பதைக் காண்பீர். முதலிலே குடுவையின் குவரே சூடாக்கப்படும். நீருக்கு முன் குடுவை விரிவறத் தொடங்கிவிடும்; அது காரணமாக Y வரைக்கும் பிழையுது வீழும்; சீரிது நேரத்தில் நீரிலும் குடேறும்; அதன் விளைவாகப் பிழையுது Z இற்கு ஏற்கிறது. குடுவையின் விரிவே Y வரையுள்ள வீழ்ச்சிக்குக் காரணம். எனவே, குழாயில்,



படம் 12.1

35458

பகுதி XY யின் கனவளவானது குடுவையின் விரிவை எடுத்துக்காட்டுகிறது.

குழாயிலே, பகுதி YZ இன் கனவளவுதான் நீரின் விரிவு. இது நீரின் மெய் அல்லது தனி விரிவு ஆகும். ஈற்றிலே நோக்கப்படும் நீரின் விரிவு பகுதி XZ இன் கனவளவாகும்; அது தனி விரிவிடும் குறைந்தது. எனவே இவ்விரிவு நீரின் தோற்ற விரிவு எனப்படும்.

நீரின் தனி விரிவு = நீரின் தோற்ற விரிவு + குடுவையின் விரிவு  
என நாம் இச்செயற்பாட்டிலிருந்து பருமட்டாகக் காண்கிறோம்.

#### 12.12 திரவமொன்றின் தனி (அல்லது மெய்) விரிவுத்திறனும் தோற்ற விரிவுத்திறனும்

திண்மங்களின் விரிவுக்குத் தேவைப்பட்டதோன்று, இங்கும், மேற்படி விரிவுகளுக்கென எடுத்துக்கொண்ட திரவத்தின் கனவளவையும் ஆக்ஷிய வெப்பநிலை ஏற்றத்தையும் சாராத கணியங்கள் தேவைப்படும்.

இக்கணியங்களின் வரைவிலக்கணம் கீழ்வருமாறு:

திரவத்தினது கனவளவின் மெய்யான அதிகாரிப்பு  
திரவமொன்றின் தனி விரிவுத்திறன் (g) =

$$\text{தொடக்கக் கனவளவு} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}$$

(1)

திரவத்தினது கனவளவின் தோற்ற அதிகாரிப்பு  
திரவமொன்றின் தோற்ற விரிவுத்திறன் (g) =

$$\frac{\text{தொடக்கக் கனவளவு}}{\text{தொடக்கக் கனவளவு}} \times \text{வெப்பநிலை ஏற்றம்}$$

(2)

இவ்வரைவிலக்கணம் முந்திய அத்தியாயத்திலே திண்மமொன்றின் நீட்டல் விரிவுத்திறனுக்குத் தரப்பட்டுள்ள வரைவிலக்கணமும் ஒத்திருக்கின்றன என்பதை நீர் உணர்வீர்.

தோ இங்கும் கொள்கலத்தினது திரவியத்தின் நீட்டல் விரிவுத்திறனுக்கும் இடையான தொடர்பொன்ற பிண்ணர் பெறப்படும்.

#### 12.2 திரவமொன்றின் விரிவால் அதன் அடர்த்தியில் உண்டாகும் விளை

திரவத்திலே, திணிவு M உடைய கனவளவு V யைக் கருதுக. திரவத்தின் அடர்த்தி d எனது  $d = \frac{M}{V}$  என்பதாலே தரப்படும். இத்திரவத் திணிவு குடாக்கப்படுமிடத்து அதன் கனவளவு குடும்; எனவே அதன் அடர்த்தி நேர்மாற விகிதத்திற் குறையும்.

வெப்பநிலையானது  $\theta_1$  இலிருந்து  $\theta_2$  இங்கு உயர்த்தப்படுமிடத்து, எவ்வாறு அடர்த்தி மாறும் என்பதை ஆராய்வோம்.

தொடக்கத்தில்

இழுதியில்

திணிவு	M	M
வெப்பநிலை	$\theta_1$	$\theta_2$
கனவளவு	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
அடர்த்தி	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>

$$\text{அப்பொழுது } v_1 = \frac{M}{d_1} \quad (3), \quad v_2 = \frac{M}{d_2} \quad (4)$$

$$\text{கணவளவு அதிகரிப்பு} = v_2 - v_1$$

$$\text{வெப்பநிலை ஏற்றம்} = \theta_2 - \theta_1$$

எனவே,  $\gamma$  விண் வரைவிலக்கணப்படி,

$$\gamma = \frac{v_2 - v_1}{v_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

(3), (4) ஆகையில் முறையே  $v_1$  இற்கும்  $v_2$  இற்கும் பிரதியிட்டு,

$$\gamma = \frac{\frac{M}{d_2} - \frac{M}{d_1}}{\frac{M}{d_1}(\theta_2 - \theta_1)} = \frac{d_1 - d_2}{d_2(\theta_2 - \theta_1)}$$

எனப் பெறவோம்.

$$\therefore d_1 - d_2 = \gamma d_2(\theta_2 - \theta_1)$$

அதாவது,

$$\text{அல்லது, } d_2 = \frac{d_1}{1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)} \quad d_1 = d_2 [1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)] \quad (5)$$

இத்தொடர்பிலே திரவத்தின் தனி விரிவுத்திறன் தோற்றுகிறபடியாலும், திரவமொன்றின் அடர்த்தி கொள்கலத்தைச் சாராதபடியாலும், நாம் இரு வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளிலே திரவத்தின் அடர்த்தியைத் துணிந்து, தனி விரிவுத்திறன்  $\gamma$  விற்குப் பெற மானங்காணமுடியும்.

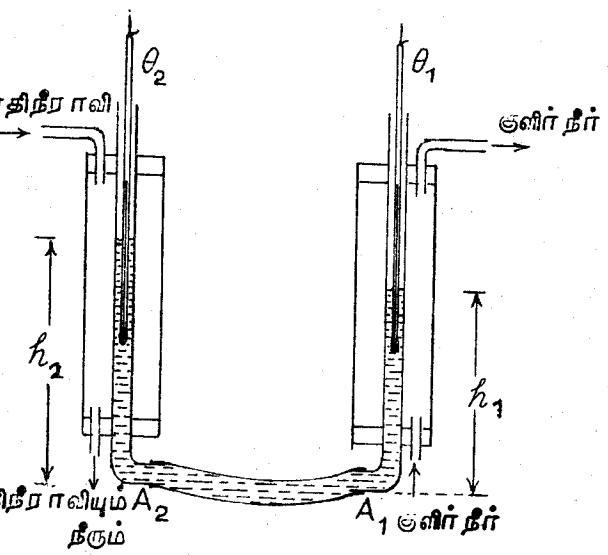
### செயற்பாடு 2. திரவமொன்றின் தனி விரிவுத்திற ஈன்த துணிகல்

ஒவ்வொன்றும் தன் முனையொன்றிற்கு அதிக்தாகச் செஞ்கோண வளைவுள்ள, இரு கண்ணுடுக்குமாய்க் கீள் எடுத்து, றப் பர்க் குழாயொன்றுல் அவற்றைத்

தொடுக்க (படம் 12.2). றப்

பர் அடைப்பான்களால், குழாய் கொதிநீராவி ஒவ்வொன்றிற்கும் கண்ணுடுக் கஞ்சுக் கக் குழாய் வழங்குக் கூடைப்பான் ஒவ்வொன்றிறும் புகுவழி (அல்லது வெளிவழி)க் குழாய் பொருத்தப் பட்டிருத்தல் வேண்டும். முழுத்

தொகுதியையும் மரப்பலகையொன்றில் ஏற்றி, நிலைக்குத்தாக நிலை நிறுத்துக் கூடுதல் திரவத்தை (எடுத்துக் காட்டாக தெங்காய் என்னையை அல்லது அனிஸை), குழாய்ட் புகுத் துகை; இரு திரவ நிறல்களும் கஞ்சுக் கத்திலும் நன்கு குழப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். குழாயொன்றிறும்,



படம் 12.2

திரவத்தில் நன்கு அழிந்திருக்குமாறு, இழுயினால் ஒவ்வொரு வெப்பமானியத் தொங்கவிடுக. கஞ்சகமொன்றிற் கொதிநீராவியைக் கீழ்முகமாகவும் மற்றதில் நீரை மேல்முகமாகவும் (என் மேல்முகமாக?) செலுத்தக.

நிலைக்குத்தத் திரவ நிரல்கள் இரண்டின் நீளங்களும் உறுதிநிலை அடைந்ததம், அவற்றை மீற்றர்க்கே வொலான்றுல் அளக்க; அந்தீளங்கள் முறையே  $h_1$  உம்  $h_2$  உம் ஆகட்டும்; இவற்றிற்கு ஒத்த வெப்பநிலைகள்  $\theta_1$  ஜியும்  $\theta_2$  ஜியும் வாசிக்க. ( $\theta_2$  ஜி என்  $100^{\circ}\text{C}$  ஒக எடுத்தலாகாத?)

முறையே  $\theta_1, \theta_2$  என்றும் வெப்பநிலைகளிலே, திரவத்தின் அடர்த்திகள்  $d_1$  உம்  $d_2$  உம் ஆகட்டும்.

அப்பொழுது அழுக்கமானது  $A_1$  இல்  $d_1 h_1$  யிற்கும்  $A_2$  இல்  $d_2 h_2$  யிற்கும் சமன்.

திரவம் ஒய்விலிருக்கின்றபடியால், ஒரே கூடக் கோட்டிலிருக்கும் புள்ளிகள்  $A_1, A_2$  ஆகியவற்றில் அழுக்கம் சமன்.  $\therefore d_1 h_1 = d_2 h_2$

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

ஈனும்,  $\frac{d_1}{d_2} = 1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)$ ; இங்கு,  $\gamma$ , திரவத்தின் தனி விரிவுத்திறன்.

$$\therefore 1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1) = \frac{h_2}{h_1} \quad \therefore \gamma = \frac{h_2 - h_1}{h_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

வெப்பமானிகளைக் கஞ்சகங்களுக்குட் புகுத்தாது, திரவத்தைப் புகுத்தியிருக்கிறீர்.

இது தவறு?

### 12.3 நீரின் சீரில் விரிவு

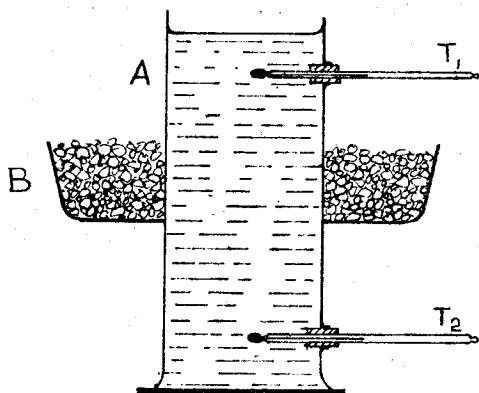
குடாக்கப்படுமிடத்தத் திரவங்கள் (கனவளவில்) விரிவும் என ஏற்கெனவே கூறப்பட்டுள்ளது. நிரும் (அந்தமினி, ஈயம் என்பன கொண்ட கலப்புவோகம் ஆகிய) அச்சு வோகம், ஈயம் முதலியவையும், சில குறித்த வெப்பநிலை வீச்சுகளிலாவது, முற்றிலும் இக்கற்றிற்கு அமைந்து நடப்பதில் இல. குடாக்கப்படும்போது இத்திரவியன்கள் முழுநேர மும் விரிவுறவுற்றில் இல.

வெப்பநிலை உயர்த்தப்படுமிடத்து, நீரின் இத்தனித் தன்மைப்பட்ட ஒழுகலாற்றைக் காட்டுமுகமாக, ஹோப் எஃபார் எனிய பரிசோத ஈன்யோன்றை நடத்தினார்.

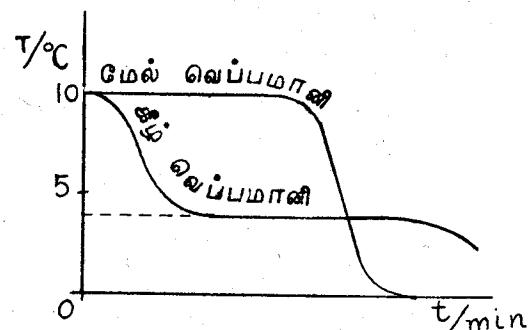
உயர்ந்த, பொள்ளான, உலோக உருளை A யிலே, படம் 12.3 இற் காட்டியுள்ளவாறு, தட்டையான உலோக உருளை B பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது; முறையே A யின் மேற்பகுதியிலும் கழிப்பகுதியிலும் இரு இரச வெப்பமானிகள்  $T_1$  உம்  $T_2$  உம் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.  $T_1$  இற்கு நன்கு மேலே வரும்வரை A ஆனது ஏற்தாழ  $10^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில்லை நீரால் நீரப்பப்பட்டது. (வெப்பநிலை ஏற்தாழ  $-6^{\circ}\text{C}$  இல்லை) பளிக்கட்டி-உப்பு உறைகலவையானது B யில் இடப்பட்டது; அக்கலவையானது A யின் மையப் பகுதியில்லை நீரைக் குவிரச் செய்தது.

அவ்வப்போது வெப்பமானிகள்  $T_1$  ம்  $T_2$  ம் வாசிக்கப்பட்டன. ஆரம்பத்திலே  $T_1$  இன் வாசிப்பானது  $T_2$  இன் வாசிப்பும் சற்றக் குறுதலாக இருந்தது. பின்னர் அது  $0^\circ\text{C}$  இற்குப் படிப்படியாக வீழ்த் தொடர்ச்சியடை. அப்போது நீர் மேற்பரப்பிற் பளிக்கட்டி உண்டாகலாயிற்று எனவும்,  $T_2$  ஆனது  $4^\circ\text{C}$  வரை மட்டுமே வீழ்ச்சியுற்ற அதன்பீட்டு உறுதியாக இருந்தது எனவும் காணப்பட்டது (படம் 12.4). நாம் இவ் வொழுகலாற்றைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்:

B யிலே உறைகலவை பிரயோசிக்கப்படும்போது, A யிலிருக்கும் நீரை இக்கலவை குழந்து கொள்வதனால், அந்தநீர் குளிர்ச்சியடையும். இதன் விளைவாக அதன் கனவளவு குறையும்; குறைய, அதன் அடர்த்தி குடும். இதன் விளைவாக அது A யின் அடிப்புறத்திற்கு அமிழ்ந்து, அங்குள்ள வெப்பநிலை குடிய, ஆகவே அடர்த்தி குறைந்த, நீரை



படம் 12.3



படம் 12.4

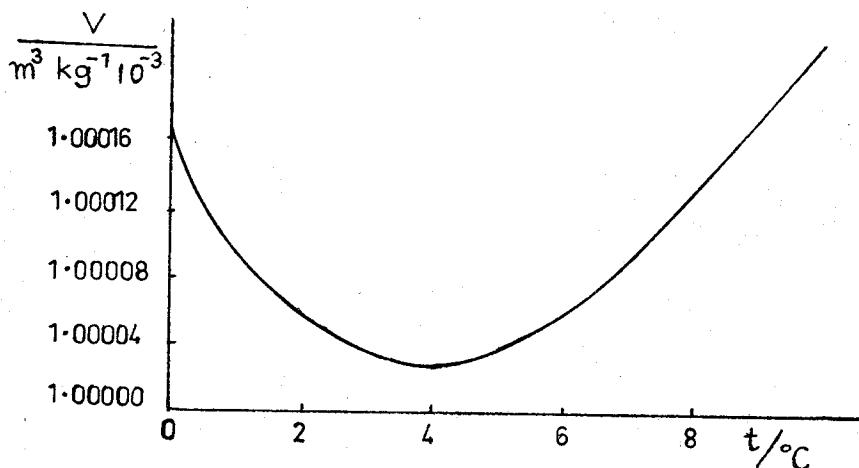
இடம்பெயர்க்கும். இவ்வாறு, உருளையின் கீழ்ப்பாதியில் ஓர் உடன்காவுகை ஓட்டம் உண்டாக்கப்பட்டு,  $4^\circ\text{C}$  வெப்பநிலை எத்தப்படும்வரை உடன்காவுகையினால் அக் கீழ்ப்பாதி குளிர்விக்கப்படும்.  $T_2$  இன் வாசிப்பு உறுதியாக  $4^\circ\text{C}$  இல் இருக்கிறது என்னும் செய்தியானது, இவ்வெப்பநிலையில்லை நீரின் அடர்த்தி, அதைவிடக் குறைவான வெப்பநிலையிலே அதற்கு மேலேயுள்ள நீரின் அடர்த்தியிலும் அதிகமெனக் காட்டுகிறது.

இனி உருளையின் மேற்பாதியில் நடப்பவற்றை நோக்குவோம். A யின் மையப்பகுதி யிலுள்ள நீரைவிட அதற்கு மேலுள்ள நீர் அதிக வெப்பநிலையில் உள்ளது. அதனால், A யின் மையப்பகுதியிலுள்ள நீர் அடர்த்திகுடியதாக உள்ளது. ஆதலால், இந்தநீர் மேல் எழுந்து செல்லாது. எனவே, ஆரம்பத்திலே உருளையின் மேற்பாதியில் உடன்காவுகை நிகழாது; அதனால் அங்கு உடன்காவுகை மூலம் குளிர்ச்சி ஏற்படாது; கடத்தல் மூலமே ஏற்படும். ஆனால், நீர் அரிசிற் கடத்தியாக்கயால் குளிரல் மெழுவாகவே நிகழும். ஆகவே, உருளையின் கீழ்ப்பாதியிலுள்ள எல்லா நீரும்  $4^\circ\text{C}$  இற்குக் குளிர்ச்சியானும் வரைக்கும்  $T_1$  இன் வாசிப்புப் படிப்படியாக வீழும். அக்கட்டம் அடையப்பட்டதும் உருளையின் நடுப்பகுதியிலுள்ள நீர் மேஜும் குளிர்ச்சியடைவதனால் நீர் உயரும். இதன்

விளைவாக ஏற்படும் சுற்றேட்டம் மேலே மேலே பரவிச் சென்று உச்சியிலுள்ள படையை அடையும். தாழியாற் குழப்பட்ட பிரதேசத்திலே  $4^{\circ}\text{C}$  இலம் குறைவான வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்ச்சியாக்கப்படும் நீர் உச்சியைச் சென்றடைவதால் அங்கள் நிரும்  $4^{\circ}\text{C}$  இற்குக் கீழே குளிரும். ஆகவே, இக்கட்டத்தில்,  $T_1$ இன் வாசிப்பானது  $0^{\circ}\text{C}$  இற்கு விரைந்து குறையும்; உச்சியிலே பளிக்கட்டி உண்டாலும்.

$T_2$ ஆனது  $4^{\circ}\text{C}$  வரை இறங்குகிறது என்னால் செய்தியானது அவ்வெப்பநிலைவரை நீரின் அடர்த்தி படிப்படியாகக் குருகிறது என்பதை உணர்த்துகிறது.

$T_2$ ஆனது தொடர்ந்து  $4^{\circ}\text{C}$  ஆக இருக்க,  $T_1$ ஆனது  $4^{\circ}\text{C}$  டாக 0°C வரை இறங்குகிறது என்னால் செய்தியானது,  $4^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$  வீச்சில், நீரின் அடர்த்தி  $4^{\circ}\text{C}$  இலுள்ளதைக் காட்டிலும் குறைந்தது என்பதை உணர்த்துகிறது.  $4^{\circ}\text{C}$  இற்குக் கீழே வெப்பநிலை இறங்கும்த்து நீர் தொடர்ந்து சுருங்குமாயின், அதன் அடர்த்தி அதிகரிக்க வேண்டும்; அப்பொழுது நீர் உருளையின் அடியை அடைந்து  $T_2$  ஜ  $4^{\circ}\text{C}$  இற்குக் குறைவான வெப்ப நிலைகளைக் காட்டத் தாண்டும்.



படம் 12.4(a). நீரின் சீரில் விரிவு

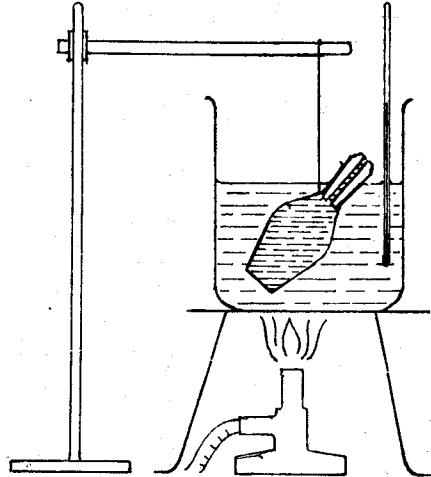
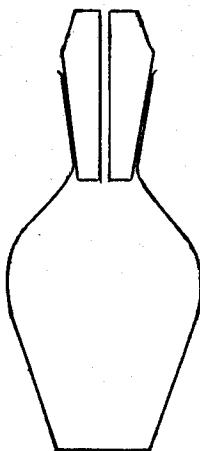
எனவே,  $4^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$  என்னும் வீச்சில், நீர் சுருங்காது விரிகிறது என்பது தெளிவு.  $0^{\circ}\text{C}$  வரை நீர் தொடர்ந்து சுருங்கவேண்டும் என்று நாம் எதிர்பார்க்கிறபடியால் மேற்படி ஒழுகலாறு சீரில்லாதது. இது காரணமாக இத்தோற்றப்பாடு நீரின் விரிவு என்பதும் (படம் 12.4 (a) ஜப் பார்க்க).

செயற்பாடு 3. தன்மீர்ப்புப் போத்தலொன்று பயன்படுத்தி, திரவமொன்றின் தோற்று விரிவுத்திறன் தீர்க்கல்

தரப்பட்ட எந்த வெப்பநிலையிலும் வரையறுத்தவொரு தீர்க்கிடைய திரவத்தைக் கொள்ளுமாறு ஆக்கப்பட்ட போத்தலானது தன்மீர்ப்புப் போத்தல் என்பதும். இது படம் 12.5 இற் காட்டியுள்ள வடிவம் உடையது; இதற்கு மயிர்த்தனை அடைப்பாளன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அடைப்பானும் போத்தலைக் கழுத்தின் உள் மேற்

பறப்பும் தமக்கிடையிற் பொசிலில்லாப் பொருத்தம் பெறுமாறு தேய்க்கப்பட் டிருக்கும். போத்தலைத் திரவத்தால் வாய்வரை நிரப்பி அதன் அடைப்பானைப் பொருத்தினால், திரவம் மயிர்த் தீளையில் ஏற, மிகையான திரவம் பொங்கி வழிந்தோ வும். போத்தலும் தீளையும் முற்றிலும் திரவத்தால் நிரப் பப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

நன்கு தப்புரவாக்கப்பட்ட, முற்ற முழுக்க உலர்ந்த தன் ஸிரப்புப் போத்தல் ஒன்றை நிறுக்க; நிறை  $m_1$  ஆகட்டும். அதை அறை வெப்பநிலை ( $\theta_1$ ) இலே திரவத்தால் நிரப்புக; அடைப்பானின் மயிர்த்தீளையும் திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். மீண்டும் நிறுக்க; படம் 12.5  
இப்பொழுது நிறை  $m_2$  என்க.



படம் 12.6

படம் 12.6 இந் காட்டி யுள்ளவாறு, நீர் கொண்ட முகவையொன்றிற் போத்தலைத் தொங்கவிட்டு, வெப்பநிலை  $\theta_2$  வரை அதைச் சூடாக்குக.

- எச்சரிக்கைகள்: (1) போத்தலின் வாயும் அடைப்பானும் நிருள் அமிழ்ந்திருக்க வாகாது.  
 (2) போத்தலின் வெளி மேற்பரப்பில் வளிக் குழிழிகள் உண்டா தற்கு இடங்கொடுத்தலாகாது. (என்க?)  
 (3) போத்தலானது முகவையைத் தொடலாகாது. (என்க?)  
 (4) போத்தலும் திரவமும் போதிய நேரத்திற்கு  $\theta_2$  இல் நிலை நிறுத்தப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். (என்க?)

போத்தலை முகவையிலிருந்து வெளியே எடுத்து, அடைப்பான் வழியாக வெளிப்படும் திரவத்தைத் தடைத்து, போத்தல் அறை வெப்பநிலையை அடையுமாறு விடுக (என்க?). போத்தலின் புறப்பக்கத்தை உலர்த்திப் போத்தலை நிறுக்க. இந்திறை  $m_3$  என்க. இப்பரிசோத இனியில், தொடக்கத்திலே ( $\theta_1$ , இல்) எடுத்த திரவத்தின் நிறை =  $m_2 - m_1$ . வெப்பநிலை  $\theta_2$  இலே போத்தலில் எழுசிய திரவத்தின் நிறை =  $m_3 - m_1$ . போத்தலானது  $\theta_1$  இற்குக் குளிர்ந்தபோதும் இதே நிறை அதில் இருந்தது. எனவே, வெளியே சென்ற திரவத்தின் நிறை =  $m_2 - m_3$ . திரவத்தின் தோற்ற விரிவுத்திறன்  $\frac{4}{3}$ தோன்க (இது கண்ணுடையைக் குறித்தத் திரவத்தின் விரிவு ஆகும். இங்கு, கண்ணுடையியாதபோது ஏற்படும் திரவ விரிவும்  $\frac{4}{3}$ தோ உம் ஒன்றே).

திரவத்தின் அடர்த்தியானது  $\theta_1$  இலை  $d_1$  உம்  $\theta_2$  இலை  $d_2$  உம் ஆகட்டும்.

கூடாக்கப்படும்போகு கண்ணுடப் போத்தல் விரிவதில் லை என்றும் அடிப்படையில்,  $V$  ஆனது போத்தலின் (மாருக்) கனவளவு என்ன,

$$(d_1 \text{ இற் போத்தலை நிரப்பும் திரவத்தின் திரிவு } m_2 - m_1 \text{ ஆதலின்}) d_1 = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

$$(d_2 \text{ இற் போத்தலை நிரப்பும் திரவத்தின் திரிவு } m_3 - m_1 \text{ ஆதலின்}) d_2 = \frac{m_3 - m_1}{V}$$

எனவே, சமன்பாடு (5) இவிருந்து,  $d_2 = d_1 / [1 + \delta_{\text{தொ}} (\theta_2 - \theta_1)]$

$$d_1 \text{ இங்கும் } d_2 \text{ இங்கும் பிரதியிடு, } \frac{m_3 - m_1}{V} = \frac{(m_2 - m_1)/V}{1 + \delta_{\text{தொ}} (\theta_2 - \theta_1)}$$

$$\text{அ-து. } (m_3 - m_1)[1 + \delta_{\text{தொ}} (\theta_2 - \theta_1)] = m_2 - m_1$$

$$\text{அ-து. } \delta_{\text{தொ}} (\theta_2 - \theta_1)(m_3 - m_1) = m_2 - m_3$$

$$\text{அ-து. } \delta_{\text{தொ}} = \frac{m_2 - m_3}{(m_3 - m_1)(\theta_2 - \theta_1)}.$$

#### 12.4 திரவமொன்றின் தனி விரிவுத்திறஞ்சுக்கும் தோற்ற விரிவுத்திறஞ்சுக்கும் இடையேயான தொடர்பு

செயற்பாடு 3 இற் பயன்படுத்தியுள்ள அதே குறியீடுகள் இங்கும் பயன்படுத்தப்படும். ஆனால், போத்தலின் விரிவு இப்பொழுது கணக்கீல் எடுக்கப்படுகிறது.

$\theta_1$  இலை போத்தலின் கனவளவு  $V_1$  உம்  $\theta_2$  இலை அது  $V_2$  உம் ஆகட்டும். அப் பொழுது

$$d_1 = \frac{m_2 - m_1}{V_1} \quad (6) \quad d_2 = \frac{m_3 - m_1}{V_2} \quad (7)$$

$$d_1 = d_2 [1 + \delta (\theta_2 - \theta_1)] \quad [(5) \text{ இன்படி}] \quad (8)$$

$$V_2 = V_1 [1 + 3\delta (\theta_2 - \theta_1)] \quad (9)$$

( $\because$  தீண்மொன்றின் கனவளவு விரிவுத்திறன்  $= 3 \times$  அதன் நீட்டல் விரிவுத்திறன் ஆதலின்).

(8) ஜ (9) தந் பெருக்கி

$$d_1 V_1 [1 + 3\delta (\theta_2 - \theta_1)] = d_2 V_2 [1 + \delta (\theta_2 - \theta_1)]$$

எனப் பெறுகிறோம்.

முறையே (6), (7) ஆகியவற்றிலிருந்து  $d_1 V_1$  இங்கும்  $d_2 V_2$  இங்கும் பிரதியிடப்பால்,

$$(m_2 - m_1) [1 + 3\delta (\theta_2 - \theta_1)] = (m_3 - m_1) [1 + \delta (\theta_2 - \theta_1)]$$

$$\text{அ-து. } (m_2 - m_1) - (m_3 - m_1) + 3\delta (m_2 - m_1) (\theta_2 - \theta_1) = (m_3 - m_1) \delta (\theta_2 - \theta_1)$$

$$\therefore \delta = \frac{m_2 - m_3}{(m_3 - m_1)(\theta_2 - \theta_1)} + \frac{3\delta (m_2 - m_1)}{(m_3 - m_1)}$$

வலக்கைப் பக்கத்திலுள்ள முதலாவது உறுப்பு  $\delta_{\text{தொ}}$  ஆகும்.

இரண்டாவது உறுப்பு  $= 3\delta \times \frac{\text{போத்தலின் இட்ட திரவத்தின் திரிவு}}{\text{எடுசும் திரவத்தின் திரிவு}}$

எஞ்சம் திரவத்தின் திணிவு போதலிற் புதுத்திய திரவத்தின் திணிவுக்கு ஏற்றாழச் சமன்.

எனவே, மேற்படி சமன்பாட்டை

$$\delta = \delta_{\text{தொ}} + 3\%$$

என்றாலும் எழுதலாம்.

அத்தியாயம் 12 இற்கான பிரச்சினைகள்

1. பெற்றேல் பெளசரொன்று இரவிலே வெப்பநிலை  $25^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தபோது நிரப்பப்பட்டது. மறநாள் நண்பகலில், வெப்பநிலை  $35^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. இக்காலத்தின், வெளியே பாய்ந்த பெற்றேல் எத்தனை சதவீதமானும்?

$$\text{பெற்றேலின் தனி விரிவுத்திறன்} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\text{தாங்கியினது ஆக்கப்பொருளின் நீட்டல் விரிவுத்திறன்} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

(விடை: 1.07%)

2. கண்ணுடுக்கு குடுவையொன்றிலிருக்கும் வளியின் கனவளவை, எல்லா வெப்பநிலைகளிலும், மாறுதிருக்குமாறு செய்யவேண்டியிருக்கிறது. குடுவையில் ஒரு குறித்த அளவு இரசத்தைப் புதுத்தி இதனைச் செய்யலாம். புதுத்த வேண்டிய இரசத்தின் கனவளவை, குடுவையினது கனவளவின் பின்னமாகக் கணிக்க.

$$\text{இரசத்தின் தனி விரிவுத்திறன்} = 0.180 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\text{கண்ணுடியின் நீட்டல் விரிவுத்திறன்} = 8.5 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

(விடை: 0.14)

வாயுக்களின் விரிவு

13.1 வாயுக்களின் அமுக்கம், கனவளவு, வெப்பநிலை

வாயுக்களானவை, திரவங்களைப் போல்லாது, தம் கொள்கலத்தின் கனவளவு எவ்வளவு பெரிதாக இருந்தாலும் அதனை நிரப்பும் அற்றவுடையன. எடுத்துக்காட்டாக, நிலத்திலே சிறிது நீரை அற்றினால், அது தரையிலே சிறிய பரப்பளவு மட்டுமே பரவும். ஆனால் வாயு அடைப்பைச் சுற்றே திருந்த முடினால், சிறிது நேரத்தில், அறையின் எப்பகுதியிலும், வாயு மணக்கும். எனவே, கொள்கலம் எவ்வளவு பெரிதாக இருந்தாலும் அதை நிரப்பும் ஆற்றல் வாயுக்களுக்கு உள்ளதாதலால், அவற்றிற்கு வரையறுத்த கனவளவு இல்லை என்றே சொல்ல வேண்டியதாகிறது.

மிக மிகச் சிறிய திணிவுடைய வாயுவொன்றினங்கட பல அலை கோடி மூலக்கூறுகள் உண்டு என உயர் வகுப்புகளில் நாம் படிப்போம். எனவே, வாயுவின் தனி மூலக்கூறுகளு இயக்கத்தை ஆராய்தல் இயலாது; அதற்குப் பதிலாக, முழு வாயுவையும் ஆராய்தல் வேண்டும்.

பாத்திரமொன்றின் வாயுவொன்றுக்கு, அதன் திணிவு (y) மட்டுமே வரையறுத்த கணியம்; அதன் கனவளவு (V) கொள்கலத்தின் கனவளவுக்குச் சமன். வளிமண்டலம் அமுக்கம் உள்றுகிறது என்பது எமக்குத் தெரிந்ததே; ஆகவே, வாயுக்களுக்கும் அமுக்கம் உள்றும் என நாம் முடிவு செய்யலாம். கடைசியாக, வாயுக்களைச் சூடாக்கவோ அளிராக்கவோ முடியும்; எனவே, வாயுக்களின் வெப்பநிலைபற்றிப் பேசவும் முடியும். எனவே, குறித்த திணிவு மற்றுடைய வாயுவொன்றின் அளக்கத்தக்க இயல்புகள் அதன் "கனவளவு" V, அமுக்கம் p, வெப்பநிலை t ஆகும் என நாம் கூறுகிறோம். p, V, t என்பன தரப்பட்ட திணிவு மற்றுடைய வாயுவொன்றின் பணிப்பு இயல்புகள் எனலாம்.

வாயுவொன்றின் பெளதிக் குறிலையை p, V, t ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களாற் குறிப்பிடுகிறோம். வாயுவின் திணிவைத் தனிப்படக் குறிப்பிடுவதில்லை. காற் பந்தொன்றின் அதற்கெபக்கோ சைக்கிளொன்றின் குழாய்க்கோ காற்றாடிக்கும்போது அவை ஆகும். காற்றாடிக்கப்படும்போது, நாம் அவ்வப்போது அதற்பையை அல்லது குழாயைக் கைவிரலால் அழுத்தி, அவற்றை அமுக்கம் அதிகரிக்கிறது என உணரலாம். அதாவது, காற்றை அடிக்க அடிக்க உள்ளிருக்கும் அமுக்கம் கூடுகிறது. எனவே, திணிவு மாற்றம் பற்றி யாதும் சொல்லப்படாவிடின், கொள்கையிற் கருதப்படும் அல்லது பரிசோத இனிப் பயன்படுத்தப்பெறும் வாயுவொன்றின் திணிவு மற்று மாறுதிருக்கிறது எனக் கொள்ளப்படும்.

p, V, t என்பவற்றிற்கிடையான தொடர்பைப் பரிசோத இன் முறையால் ஆராய நாம் விரும்புகிறோம். ஆனால், இம்முன்று கணியங்களையும் ஒருங்கே மாறவிட்டால் இந்த ஆராய்ச்சி தொல்லையானது. எனவே, கணியமொன்று மாறுதிருக்கக், மற்றைய இரு

கணியங்களுக்கிடையான தொடர்பு ஆராயப்படும். அதாவது, கணியங்களை ஒருகால் இரண்டு என்றவாறு எடுத்து, (இம்முன்று) கணியங்களுக்கிடையான தொடர்பை ஆராய் வோம். பரிசோத இன் முழுதிலும் வாயுவின் திணிவு மாறுதிருத்தல் வேண்டும் என்பது மீண்டும் வற்புறுத்தப்படுகிறது. வாயுவை வாயுவிறக்கமான அடைப்பொன்றிலே வைத் திருந்தால் இந்திப்பந்த இன் திருப்தியாக்கப்படும்.

### 13.11 மாறு வெப்பநிலையில் அமுக்கத்தக்கும் கனவளவுக்குமிடையான தொடர்பு

முதலில் வெப்பநிலை மாறுதிருக்கட்டும்.

செயற்பாடு 1. ஒரு மீற்றர் நீளமும் ஏறத்தாழ 3 mm விட்டமும் உடைய, இரு மூன்று கணும் திறந்த இருக்க குழாயொன்றை எடுத்து, அதில் ஏறத்தாழ 25 cm நீளமுள்ள இரச நிரலொன்றை உறிஞ்சிப் புகுத்தக. குழாய் கிடையாகக் கூடக்க, இரச நிரல் குழாயின் மத்திய பாகம் அளவில் இருக்குமாறு செய்து பன்சன் கவா லையில் அதன் மூன்றொன்றைச் சூடாக்கி மூடுக. இப்பொழுது, நிலைத்த திணிவுடைய வளி இரச நிரலால் உள்ளடக்கப்பட்டிருக்கிறது. அறை வெப்பநிலை உறைத்தக்க அளவில் மாறுதிருந்தால், அடைபட்ட வளியின் வெப்பநிலையும் அண்ணவாய் மாறுதிருக்கும். எனவே, மாறு வெப்பநிலையில், நிலைத்த திணிவுடைய வாயுமிகுள்ள அழுக்கம் மாற்றப்படுமிடத்து அவ்வாயுவின் கனவளவு மாற லை எம்மால் இப்பொழுது ஆராய முடிகிறது.

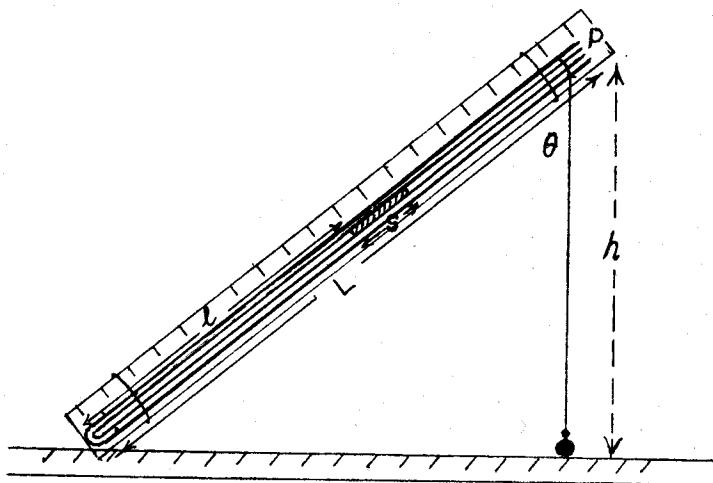
இறங்குக் குழாயிலிருக்கும் வளியிகுள்ள அமுக்கமானது பங்களவில் இரச நிரலாடாகச் செலுத்தப்படுவது, பாரமானியில் வாசிக்கக்கூடியதமான வளிமண்டல அமுக்கம் ஈயினும், பங்களவில் இரச நிரலினும் ஆகும்.

குழாயின் உள்விட்டம் சீராயின், உள்ளடக்கிய வளிக் கனவளவானது வளி நிரவின் நீளத்தக்கு நேர் விகிதசமானதும். இரு ரட்பர்ப் பட்டைகளால் மீற்றர்ச் சட்ட மொன்றைக் குழாயுடன் இணைத்து இந்தீளத்தை அளக்கலாம்; அதன்பொருட்டு, குழாயின் முடிய மூன்று சட்டத்தின் பிச்சியத்துடன் பொருந்தியிருத்தல் வேண்டும்.

குழாயின் முடிய மூன்று மேசைமீது எப்பொழுதும் தாங்கப்பட்டிருக்க, நிலைக்குத்துடன் அதன் சாய்வு செப்பஞ்செய்யக்கூடியதாக இருக்குமாறு குழாயை நிலைநிறுத்தக (படம் 13.1).

குழாயின் மூன்று P யிலிருந்து நாளைமூயொன்று கொண்டு தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் உலோகக் குண்டு (அதாவது குண்டு நால்) ஒன்றைத் தொங்கவிடுக; குண்டானது மேசைமீது வைக்கப்பட்டிருக்கும் இரண்டாவது மீற்றர்ச் சட்டமொன்றுக்குச் சாரிகணக்காக மேலே இருத்தல் வேண்டும்.

வளிமண்டலத்தாலாகும் அமுக்கம்  $\pi \text{ cm}^2$  இரசமாகும். இரச நிரலாலாகும் அமுக்கம்  $= S$  கோசெ  $\theta = S \times \frac{h}{L}$ ; இங்கு  $S$  உம்  $h$  உம்  $L$  உம் படத்திற் காட்டி அள்வாஜும். எனவே, உள்ளடக்கிய வளியின் மொத்த அமுக்கம்  $= \pi + \frac{Sh}{L}$ .

படம் 13.1

இவை  $0^\circ$  இலிருந்து  $180^\circ$  வரை மாற்றி குழாயின் பல நிலைகளில்,  $h$ ,  $l$  ஆகிய வற்றின் பெறுமானங்களை அளக்க. பேறுகளை அட்டவணை 13.1 இற் காட்டிய வாறு பதில் செய்க.

$\frac{l}{h}$	$h$	$\frac{Sh}{L}$	$\pi + \frac{Sh}{L}$
			(இது உள்ளடக்கிய வளியின் அமுக்கமாகும்)

அட்டவணை 13.1

(1)  $l$  இற்கு எதிரே  $\left(\pi + \frac{Sh}{L}\right)$  ஜியும்

(2)  $\frac{l}{h}$  இற்கு எதிரே  $\left(\pi + \frac{Sh}{L}\right)$  ஜியும்

முறித்து, அவ்வொவ்வாரு வகையிலும் குறித்துள்ள கணியங்களுக்கிடையே ஓர் எளிய தொடர்புள்ளதோ என ஆய்ந்து, அத்தகையதொன்று இருக்குமாயின் அத இன் உய்த்தறிக்.

செயற்பாடு 2. படம் 13.2 இற் காட்டியுள்ள ஆய்க்கருவியானது அமுக்கத்துக்கும் கணவளவுக்குமின்னடியுள்ள தொடர்பை, செயற்பாடு 1 ஜிக் காட்டினம் நேராகவும்

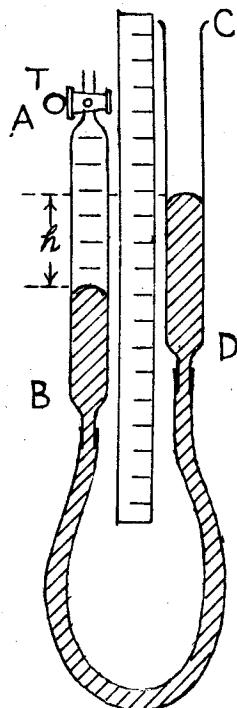
இன்னும் வசதியாகவும் காண்பதற்குப் பயன்படும்; வாயுவொன்றின் அமுக்கத்துக்கும் கனவளவுக்குமிடையான தொடர்பை முதன்முதல் ஆராய்ந்த விஞ்ஞானி போயில் என்பவர் ஆதலால், இவ்வாய்க்கருவியானது போயின் ஆய்க்கருவி எனப்படுகிறது.

AB யும் CD யும் தடித்த ரப்பர்க் குழாய்களாலே தொடுக்கப்பட்ட இரு கண்ணுடக் குழாய்கள். முந் தியதி தலைகீழாக்கப்பட்டதோர் அளவி போன்றது; அது மில்லிமீற்றரில் அளவுகோடிடப்பட்டு, முடியிலே திருப்பிடிட ட யைக் கொண்டுள்ளது. ரப்பர்க் குழாய் முழுவதும், இரு கண்ணுடக் குழாய்கள் பங்களிலும், இரசத்தால் நிரப்பப் பட்டிருக்கும்.

திருப்பிடிட ட யைத் திறக்க. அப்பொழுது குழாயால் வொன்றிலும் வளிமண்டல அமுக்கம் நிலவும்; ஆகவே, இரசப் பிறையுருக்கள் ஒரே மட்டத்தில் இருக்கும். இனித் திருப்பிடியை முடுக. வரையறுத்த ஒரு வளித் தலைவானது குழாய் AB யில் உள்ளடக்கப்பட்டிருக்கும். ரப்பர்க் குழாய் இடங்கொடுக்கக்கூடிய மிகத் தாழ்ந்த நிலைக்குத் திறந்த குழாயைத் தாழ்த்துக. மீற்றர்ச் சட்டத்தில், வளிக் கனவளவையும் இரு இரசப் பிறையுரு மட்டங்களையும் வாசிக்க; அம்மட்டங்களின் வித்தியாசம் h என்க. முடிய குழாயிலுள்ள வளிக் கனவளவு ஏற்ததாழ 2 ml இனால் குறையுமாறு திறந்த குழாயை உயர்த்துக. மீண்டும் வளிக் கனவளவையும் இரசப் பிறையுருக்களின் மட்ட வித்தியாசத்தையும் வாசிக்க. ரப்பர்க் குழாயின் நீளம் விட்டுக்கொடுக்கும் அளவுக்குத் திறந்த குழாய் அடையும் மிகவுயர்ந்த நிலைவரை இவ்வாறு தொடர்ந்து செய்க. பாரமானியில் வளிமண்டல அமுக்கத்தை (ா) காண்க. அட்டவணை 13.2 இல் உள்ளவாறு பேறுகளை அட்டவ ஈணப்படுத்துக.

திறந்த குழாயிலுள்ள இரசப் பிறையுரு முடிய குழாயிலுள்ள இரசப் பிறையுருவைக்காட்டிலும் உயர்வாக இருந்தால்,  $r = \pi + h$  எனவும், மற்றவாறு இருந்தால்  $r = \pi - h$  எனவும், நீர் எனிலீர் காண்பீர்; (1) V யிற்கு எதிரே r யையும் (2)  $\frac{1}{V}$  இற்கு எதிரே r யையும் குறிக்க (படம் 13.3).

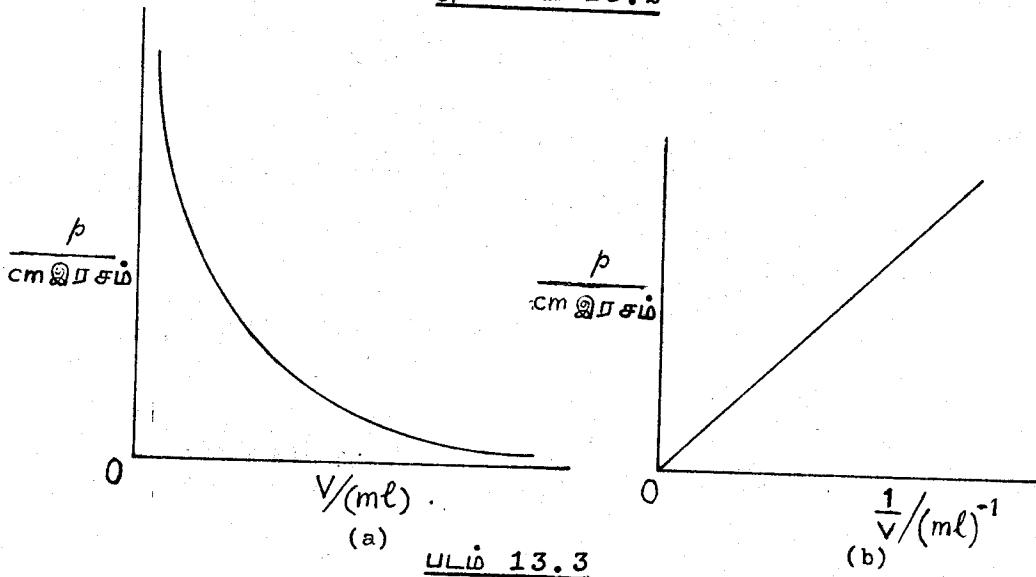
இவ்வளையிகளைச் செயற்பாடு 1 இற் பெற்றவற்றிடன் ஒப்பிடுக. பரிசோத இனயின் தொடக்கத்தில், பல முறை திறந்த குழாயை மிக மிகத் தாழ்ந்த நிலைக்கு இருக்குவதும் பின் மிக மிக உயர்ந்த நிலைக்கு ஏற்றவதும், குழாயை இருக்கும் பொழுது ரப்பர்க் குழாயைத் தட்டுவதும் அதிமுக்கியம். ரப்பர்க் குழாயிற் சிறைப் பிடிக்கப் பட்டிருக்கும் வளிக் குழாயிலை விருவிக்கும் பொருட்டே இவ்வாறு செய்யப்படுகிறது; பரிசோத இனயின் போது, முடிய குழாயில் உள்ளடக்கப்பட்ட வளியின் திணிவு மாருமல்



படம் 13.2.

#### போயின் ஆய்க்கருவி

வளிபிள்ளை களவளவு ( $\text{ml இல்}$ ) $V$	தமந்த மூழாயில் இரச மட்டம் ( $\text{cm இல்}$ )	முடிய மூழாயில் இரச மட்டம் ( $\text{cm இல்}$ )	மட்ட வித்தியாசம் ( $\text{cm இல்}$ ) $h$	வளிமுக்கம் ( $\text{cm இரசத்தில்}$ ) $p = \pi \pm h$	$(\text{ml}^{-1})$ இல் $\frac{1}{V}$

அட்டவணை 13.2

இருக்க வேண்டுமாதலால், பரிசோத இன் தொடர்வியதும் முடிய மூழுள் வளிக்குமிழிகள் சேரலாகாது. முடிய உறுப்பினால் இரசத்தினாடாக வளிக்குமிழிகள் ஆபுருவிச்செல்லாத கட்டம் வந்ததும் பரிசோத இனையத் தொடர்க்கலாம். படம் 13.3 (a) இல்லை வளையி செங்கோண அதிபரவளைவு என்பதும். இதன் இரு ஈழக்கும் ஒள்கற்ற அச்சுக்களை அனுங்கும்; அதாவது, அச்சுக்கள் வளையிப்பின் அனுங்கோடுகள் ஒன்றும்.

படம் 13.3(b) இவள்ள வரைபு உற்பத்தியிடாகச் செல்லும் ஒரு நேர்கோடாகும்; எனவே அதன் சமன்பாடு

$$p = \frac{k}{V} \quad (1)$$

என்னும் வடிவத்தில் அமையும்; இங்கு,  $k$ , ஒரு மாறிலி. எனவே, "வெப்பநிலை மானுதிருக்க, நிலைத்த திணிவுடைய வாயுவொன்றின் கனவளவானது அதன் அழக்கத்துக்கு நேர்மாற விசித்தசமன்" என நாம் உய்த்தறியலாம். இதுவே போயின்ஸ் விதி ஆகும்.

### 13.12 மாறு அழக்கத்திலே, நிலைத்த திணிவுடைய வாயுவொன்றின் கனவளவுக்கும் வெப்பநிலைக்குமிடையான தொடர்பு

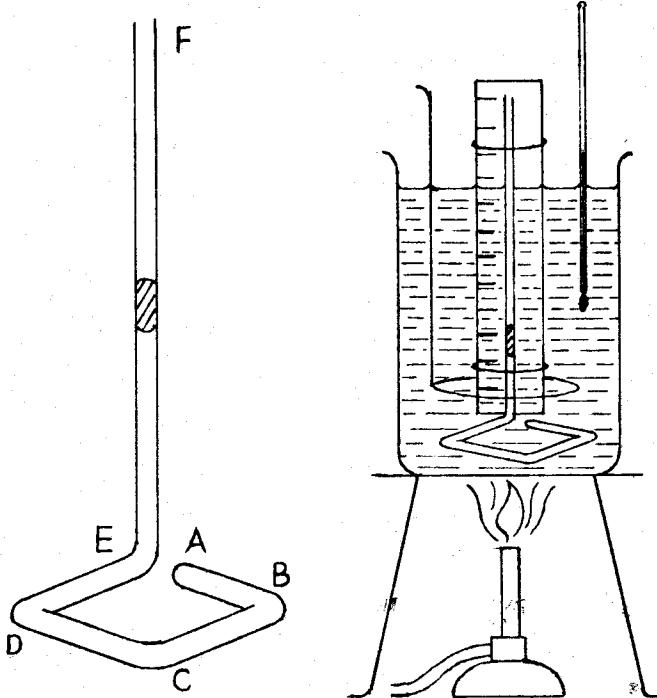
செயற்பாடு 3. ஏறத்தாழ 50 cm நீளமுடைய கண்ணுடி இறகுக் குழாய்த் துண்டொன்றை எடுத்து அதைப் படம் 13.4 இற் காட்டியுள்ள வடிவத்தில் வளைக்க. ஏறத்தாழ 3 mm நீளமுடைய குறுகிய

இரச நிரலை EF இலை புதுத்தி அதை EF இன் நடுப் பாகத்துக்குக் கொண்டுவருக. அடுத்து, குழாயினுடைய மூன்றாவது மூலக். cm இலும் மூன்றும் அளவுகோடிட்ட கண்ணுடி அளவுச் சட்ட மொன்றை நப்பர்ப் பட்டைகளால் உற்படு கூடிய உடன் இறுக்குக. சட்டத் தின் புச்சியத்தைன் E பொருந்துமாறு சட்டத் தைச் செப்பால் செய்க. படம் 13.5 இற் காட்டியுள்ளவாறு துய்கருவியை அமைக்க.

இரச நிரலால் அடைக் கப்பட்ட வளியின் அழக் கம்=வளிமண்டல அழுக்கம்

+ இரச நிரலாலாலும் அழுக்கம். எனவே, நிலைத்திருக்கும் திணிவுடைய இவ்வளியின் அழுக்கம் மாறுதிருக்கும்.

இறகுக் குழாய் மற்றும் அழித்தப்பட்டிருக்குமாறு முகவையில் அறை வெப்பநிலையிலுள்ள நீரை இட்டு, வெப்பநிலையையும் உற்படு கூடாக்கு;  $40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 90^\circ, 100^\circ$  ஆகிய வெப்பநிலைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு சில நிதிம் வெப்பநிலை உறுதியாக இருக்கு



படம் 13.4

படம் 13.5

மாற செப்பஞ் செய்து, அவற்றிற்கு எதிரே உறுப்பு EF இல்லா வளி நிரல்களின் நீளங்களை வாசிக்க. இதன்போது நீர் நன்கு கலக்கப்பட வேண்டும்; மூலாய்மீது வளிக் குழியிகள் ஒட்டியிருக்கலாகாது (என்?). ஈற்றில், இறங்க மூலாயை வளியே எடுத்து, அது குளிர்ந்தபின் பகுதி ABCDE யின் நீளத்தை அளந்து, அதை முன்னர் பெற்ற நீள அளவிடு ஒவ்வொன்றுதான் சேர்த்து, அவ்வாவல்வாரு சந்தர்ப்பத்திலும் வளி நிரவின் நீளத்தைப் பெறக. அட்டவணை 13.3 இல் உள்ளவாறு முடிபுகளை அட்டவ இணப்படுத்துக.

${}^{\circ}\text{C}$ இலே வெப்பநிலை	மைலே வளி நிரவின் நீளம்
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	

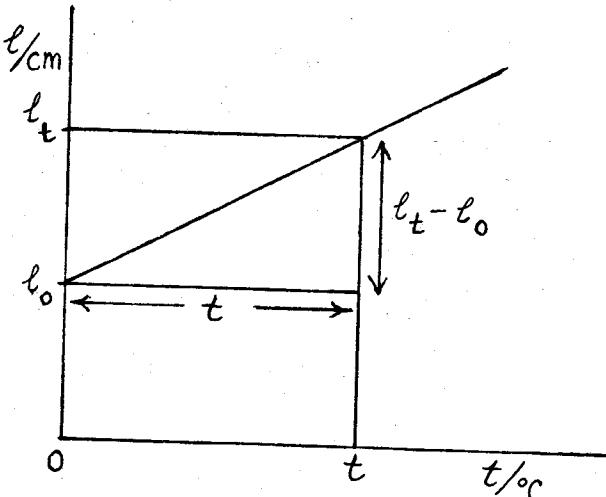
அட்டவணை 13.3

இறங்க மூலாயான மெல்லிய கண்ணுட்யால் ஆக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்; இல்லாவிட்டால், அடைபட்ட வளியின் வெப்பநிலையும் நீர்த் தொட்டியின் வெப்பநிலையும் வேறு படும் (என்?). வெப்பநிலைக்கு எதிரே வளி நிரவின் நீளத்தைக் குறித்துப் பெற்ற வரைபானது சரியு  $\frac{l_t - l_0}{t} {}^{\circ}\text{C}$  ஜ உடைய ஒரு நேர்க்கோடாகும் (படம் 13.6). வரைபிலே  ${}^{\circ}\text{C}$  இல் வளி நிரவின் நீளம்  $l_t$  ஜ வாசித்து,  $\frac{l_t - l_0}{t} {}^{\circ}\text{C}$  இன் பெறுமானத்தைக் கணிக்கும்

மூலாய் சீரான ஒளையுடையதாத லால், வளி நிரல் நீளம் அடைபட்ட வளியின் கணவளவுக்கு நேர்விழித சமன்.

$$\therefore \frac{l_t - l_0}{t} = \frac{V_t - V_0}{V_0 t}$$

$\frac{V_t - V_0}{V_0 t}$  என்பது வளியின் கணவளவு விரிவுக் கணகம் ( $\gamma_p$ ) எனப்படும். விரிவுக் கணகம் வளியின் தீவிரைச் சாராதிருக்கும் பொருட்டு நாம்  $V_0$  அற் பார்க்கலாம்.



படம் 13.6

$$\text{எனவே, } \frac{V_t - V_o}{V_o} = \frac{t}{273} \quad (2)$$

இக்கணியம்  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  இல் அளக்கப்படும். இச்சமன்பாட்டை

$$V_t = V_o \left(1 + \frac{t}{273}\right) \quad (3)$$

என்றும் எழுதலாம். இச்சமன்பாட்டூ வடிவமானது எமக்குப் பழக்கமானதோன்றுகிறது. இவ்வடிவத்தை நாம் கோல்களின் நீட்டல் விரிவிடத்தும் திரவங்களின் கனவளவு விரிவிடத்தும் கண்டிருக்கிறோம்.

படம் 13.6 இற் காட்டியுள்ளவாறு  $\frac{V_t - V_o}{V_o}$  ஜி வரைபிரிந்து பெற முடியும். ஈவியம், நேயன், ஆகன் போன்ற நிலையான வாயுக்கள் எனப்படும் வாயுக்களுக்கும் அண்ணளவாக ஜதரசன், ஓட்சிசன், நெதரசன் (எனவே, முக்கியமாக ஓட்சிசனமும் நெதரசனமும் கொண்ட வளி) என்பவற்றுக்கும் இதன் பெறுமானம் ஏறத்தாழ  $\frac{1}{273}$  ஆகும். சமன்பாடு (3) இல்  $\frac{t}{273} = \frac{1}{273}$  என இட்டு,

$$V_t = V_o \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

அதாவது

$$V_t = V_o \left(\frac{273 + t}{273}\right) \quad (4)$$

எனப் பெறுவோம்.

சமன்பாடு (4) சாள்சீன் முதலாவது விதி எனப்படும். இவ்விதியின்படி, "அழுக்கம் மாறுதிருக்க, நிலைத் திணிவுடைய வாயுவொன்றின் கனவளவானது, அதன் வெப்ப நிலை ஏறும் ஒவ்வொரு  $1^{\circ}\text{C}$  இற்கும்,  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை அதன் கனவளவின்  $\frac{1}{273}$  அளவு கூடும்."

சமன்பாடு (4) இலை  $t$  ஆனது செல்சியஸ் பாகையில் உள்ளது. அதன் பிச்சியம் பனிக்கட்டி நிலைக்கு  $273^{\circ}\text{C}$  கீழே (அதாவது  $-273^{\circ}\text{C}$  இல்) உள்ளது; அதன் பாகை ஒவ்வொன்றும் எண்ணளவில்  $1^{\circ}\text{C}$  இற்குச் சமன் என்றிருக்க, புது வெப்ப நிலை அளவிடையொன்றைத் தாபிப்போம். இவ்வளவிடையானது கெல்வின் அளவிடை எனப்படும்; அதில் கெல்வின் எனப்படும் ஒரு பாகை  $1\text{ K}$  எனக் குறிக்கப்படும்.

அப்பொழுது பனிக்கட்டி நிலை ( $0^{\circ}\text{C}$ ) ஆனது  $273\text{ K}$  ஆகவும், கொதிநீராவி நிலை ( $100^{\circ}\text{C}$ ) ஆனது  $373\text{ K}$  ஆகவும், வெப்பநிலை  $t^{\circ}\text{C}$  ஆனது  $t + 273 = T\text{ K}$  (என்க) ஆகவும் இருக்கும். இக்குறிப்பிட்டு முறையில், சமன்பாடு (4) ஜி

$$V_T = \frac{V_{273}}{273}^T \quad (5)$$

என்றவாறு எழுதலாம். இச்சமன்பாட்டை

$$\frac{V_T}{T} = \frac{V_{273}}{273} \quad (6)$$

என மாற்றி எழுதலாம். எனவே,  $V_T \propto T$ . இவ்வாறு கெல்வின் வெப்பநிலை அளவிடையைப் பயன்படுத்தி "மாரு வெப்பநிலையில், நிலைத் திணிவுடைய வாயுவொன்றின் கனவளவானது அவ்வாயுவின் தனி வெப்பநிலைக்கு நேர் விஷித சமன்" எனவும் சாள்சீன் விளையைக் கூறலாம்.

திண்மமொன்றின் நீட்டல் விரிவுத்திறனும் தீரவமொன்றின் கனவளவு விரிவுத்திறனும், ஒப்பிடுகையில், சிறிய கணியங்களாதலால், நாம் வழக்கமான குறிப்பிட்டு முறைப்படி

$$l_{t_2} = l_{t_1} \{ 1 + \alpha (t_2 - t_1) \}$$

எனவும்

$$v_{t_2} = v_{t_1} \{ 1 + \gamma_p (t_2 - t_1) \}$$

எனவும்

எழுதலாம் என்ற போதும், வாயுவொன்றுக்கு அவ்வாறு செய்தலாகாது; ஏனெனில்,  $\alpha$  அல்லது  $\gamma_p$  ஏடுண் ஒப்பிடுகையில்  $\gamma_p (= \frac{1}{273})$  மிகப் பெரிய கணியமாகும். அனால்,

$$v_{t_2} = v_0 \{ 1 + \gamma_p t_2 \}$$

எனவும்

$$v_{t_1} = v_0 \{ 1 + \gamma_p t_1 \}$$

எனவும்

நாம் எழுதலாம். இவற்றின் ஒன்றை மற்றதாற் பிரத்து,

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \frac{1 + \gamma_p t_2}{1 + \gamma_p t_1} \quad (7)$$

எனப் பெறகிறோம். வாயுக்களின் விரிவு தொடர்பான கணித்தல்களில் இச்சமன்பாட்டையே நாம் பயன்படுத்தல் வேண்டும்,  $v_{t_2} = v_{t_1} \{ 1 + \gamma_p (t_2 - t_1) \}$  என்பதையற்று.

#### செயற்பாடு 4. மாறு அழுக்க வளி வெப்பமானியோன்று வெப்பநிலை அளத்தல்

வெப்பமானியில்லாமல், செயற்பாடு 3 இற் பயன்படுத்தியுள்ள அதே அழுகருவியைப் பயன்படுத்தக. இறங்க முழாய் உருகும் பளிக்கட்டியில் இருக்கையில் வளி நிரவிளைம் 1. ஜியும் கொதிக்கும் நீரில் அது இருக்கையில் வளி நிரவிளைம் நீளம் 1<sub>100</sub> ஜியும் அளக்க. அதுதான் தெரியா வெப்பநிலை  $t$  யிலே நீளம்  $l_t$  ஜியும் அளக்க.

நாம் அத்தியாயம் 1 இற் கண்டவாறு வெப்பநிலை அளத்துக்கான விதி

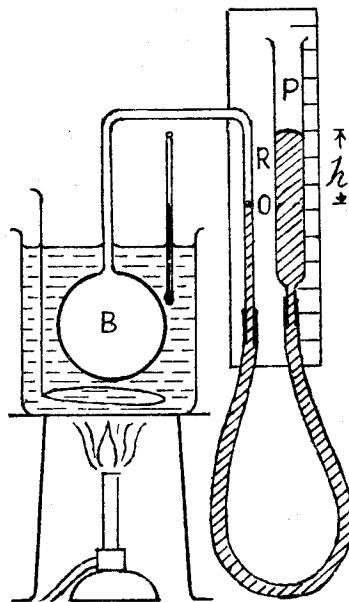
$$t = \frac{l_t - l_0}{l_{100} - l_0} \times 100$$

இந்தும்; இங்கு  $l_t$  அதை உரிய வெப்பநிலையில், பயன்படுத்தப்பெறும் வெப்பவியல் பின் பெறுமானமாகும். நாம் பயன்படுத்தும் வெப்பவியல்பானது மாறு அழுக கத்தில், நிலத்த நிலைவுடைய வாயுவொன்றின் கணவளவாகும். இறங்க முழாய் சீரான ஒளையுடையதால்ல, அடைப்பட்டிருக்கும் வாயுவின் கணவளவானது வாயு நிரவிளைம் நீளத்துக்கு நேர் விஷித்தமானது. கண்ணுடியின் நீட்டல் விரிவுத்திறன் சிறித ஆதலால், அதன் பரப்பு விரிவுத்திறனும் சிறிதாகவே இருத்தல் வேண்டும். எனவே, முழாயின் வெப்பநிலை மாறுமிடத்து, நாம் அதன் குழுக்குவெட்டுப் பரப்பளவில் உட்டாகும் சிறிய மாற்றத்தைப் புறக்கணித்து, மேற்படி இரு வெப்பநிலைகளியும் வளி யின் கணவளவு அவ்வப்போதுள்ள வளி நிரவிளைம் நீளங்களுக்கு நேர் விஷித்தமான எனக்கொள்ளலாம். இத்தியாக, மேற்கூறியவாறு கண்டத் தேர்களைப் பயன்படுத்தி, தெரியா வெப்பநிலையைத் துணிஞ்சு, அதனைக் கண்ணுடியுள் இரச வெப்பமானி தரும் வெப்பநிலையுடன் ஒப்பிடுக.

13.13 மாறுக் கனவளவிலே, நிலைத்த திணிவுடைய வாயுவொன்றின் அறுக்கத்துக்கும் வெப்பநிலைக்குழன் தொடர்பு

செயற்பாடு 5. இத்தொடர்பைக் காண்பதற்கான ஓய்கருவியானது படம் 13.7 இந் காட்டப்பட்டுள்ளது. வாயுவை உள்ளடக்கியிருக்கும் குழிம் B ஆனது தடித்த நப் பர்க் குழாயால் இரசத் தேக்கம் P யுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. R இற்கும் P யிற்கும் பின்னாலே ஒரு மீற்றர்ஸ் சட்டம் உள்ளது. R இல் நிலைத்த குறி O என்பது உள்ளது. குழாய் R இலே இரச மட்டம் எப்பொழுதும் O வில் இருக்குமாறு தேக்கத்தைச் செப்பஞ் செய்து, குழிம் B யின்னுள் வாயுவின் கனவளவு மாறுமல் இருக்கும்படி செய்யப்படும்.

முதலிலே தேக்கத்தை இறக்கி, அதற்கு வெப்பநிலையிருக்கும் நீரைக் கொண்ட முகவையான்றுட் குழிமை அமிழ்த்தக். அடுத்து, தேக்கத்தை உயர்த்தி R இலுள்ள பிறையுருவை O விற்குக் கொண்டு வருக. R இலுள்ள இரசம் குழியுட் பாயாதிருக்க, தேக்கம் முதலிலே தாழ்த்தப்படுகிறது. (எதற்காக இம் முன்னேற்பாடு?) P யிலும் R இலுமின்ன இரசப் பிறையுருக்களின் மட்டங்களைக் குறித்துக் கொள்க.  $40^{\circ}\text{C}$  வரை நீரின் வெப்பநிலையை ஏரச் செய்து, உறுதி நிலை அடையும்வரை அப்பெறுமானத்தில் அதை நிலைநிறுத்துக (உறுதிநிலை உண்டா யிற்கு என்பதை என்னும் அறியலாம்?). R இலுள்ள பிறையுருவை மீண்டும் O விற்குக் கொண்டுவரும் பொருட்டுத் தேக்கத்தைச் செப்பஞ் செய்து, h, வெப்பநிலை ஒத்திய வற்றின் பெறுமானங்களைப் பதிவு செய்க. அடுத்து, வெப்பநிலையை  $50^{\circ}\text{C}$  இஞ்சு உயர்த்தி, செய்முறையை மீளச் செய்க. ஒவ்வொரு முறையும் வெப்பநிலையை  $10^{\circ}\text{C}$  இல்ல உயர்த்தி, இதே விதமாக வாசிப்புகளை எடுக்க. பரிசோத இன முற்றிலும், குழிமீது வளிக் குழிகள் படியாதவாறு கவனித்துக் கொள்க (என?). நீரை நன்கு கலக்கல் வேண்டும். பாரமானியமுக்கம் காட்ட வாசித்து, அட்டவிலை 13.4 இல் உள்ளவாறு உமது நோக்கல்களைப் பதிவு செய்க.



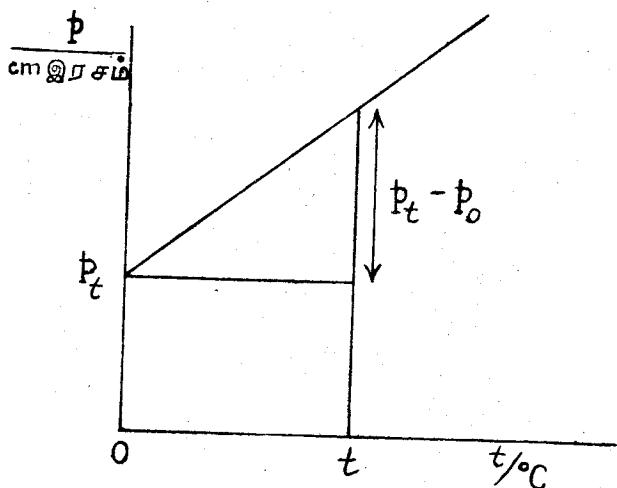
படம் 13.7

நீரின் வெப்பமிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	R இலை பிறையுருவின் நிலை (cm)	P மிலை பிறையுருவின், அதாவது 0 சிம் நிலை (cm)	வந்தியாசம் = h (cm இரசம்)	வாயு அழுக்கம் $p = \pi \pm h$ (cm இரசம்)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				

அட்டவணை 13.4

$t$  யிற்கு எதிரே  $p$  யின் வரைபை வரைக.

செயற்பாடு 4 இற் கிடைத்தத் போன்று, நெர்கோட்டு வரைபொன்று இங்கும் கிடைக்கும் (படம் 13.8). வரைபின் சரிவு  $\frac{P_t - P_0}{t}$  ஆகும். சரிவானது குமிழுள்ள வாயுவின் திணிவைப் பொறுத்துள்ளபடியால், இக்கணியத்தை வாயுவினது அழுக்கக் கணகம் ( $\gamma_v$ ) இன் அளவை நாம் எடுக்கலாகாது. எனவே, நாம் சரிவை, அதே வகையிலே திணிவைப் பொறுத்துதாகிய  $P_0$  ஆலே பிரிக்கிறோம். அப்பொழுது, நாம்



படம் 13.8

$$y = \frac{p_t - p_o}{p_o t} \quad (8)$$

என்றும் பெறுமானத்தைப் பெறுகிறோம்; அது பயன்படுத்திய வாய்வின் தீவிரவைச் சாராது. இக்கணியம்  $R_v$  எனது வாய்வின் அமுக்கக் குணகம் எனப்படும்.  $R_p$  போலவே நிலையான வாய்க்கணுக்கு  $R_v = \frac{1}{273}$  ஆகவும் ஜூதரசன், ஓட்சீசன், நெதரசன் (எனவே வளி) ஆகியவற்றிற்கு அப்பெறுமானத்திற்கு நெருங்கிய அண்ணவிலம் இருக்கும்.

சம்பாடு 8 ஜீ

$$p_t = p_0 (1 + \gamma_v t)$$

என்னும் வடிவத்தில் மீள எழுதியும்  $\frac{1}{273}$  என இட்டும்  

$$p_t = p_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right) \quad (9)$$
  
 எனப் பெறகிறோம். இசு சாள்கின் இரண்டாவது விதியாகும்; நிலையான நிலைவடைய  
 வாயுவொன்றின் அமுக்கமானது, அவ்வாயுவின் ஒவ்வொரு பாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்தக்க  
 அம்  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை அதன் பெறுமானத்தின்  $\frac{1}{273}$ . இதற்கும் என அவ்விதி கூறும். கணவள  
 திலை  $T$  ( $= 273 + t$ ) ஜப் புகுத்துவோம்; இங்கு,  $T$  ஆனது செஸ்சியல் வெப்பநிலை  
 $t$  இற்கு ஒத்தது. அப்பொழுது  $p_t = p_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right)$

$$\frac{P_T}{T} = \frac{P_{273}}{273} \quad (10)$$

୩୮

எனப் பெறவோம். சமன்பாடு (10) ஆனது சாள்சினது இரண்டாவது வகுப்பின் மற்றும் கூற்றைத் தரும்: "மாருக் கணவளவிலே, நிலைத்த தினிவுடைய வாழுவொன்றின் அமுக்கம் அவ்வாழுவின் தனி வெப்பநிலைக்கு நேர் விகிதசமன்."

பிரிவு 13.12 இன் இழுதியிலே தரப்பட்ட அதே காரணங்களின் அடிப்படையில், முறையே  $t_1$ ,  $t_2$  என்றும் இரு வெப்பத்திலைகளிலும் உள்ள அமுக்கத்தின் பெறுமானங்களைச் சரியாக எடுத்துரைக்கும் சமன்பாடு  $\frac{P_{t_2}}{P_{t_1}} = \frac{1 + \gamma v t_2}{1 + \gamma v t_1}$  ஆகும்;

$$\frac{p_{t_2}}{p_{t_1}} = \frac{1 + \delta_v t_2}{1 + \delta_v t_1} \quad \text{अब};$$

$$\frac{p_{t_2}}{p_{t_1}} = 1 + \delta_v (t_2 - t_1) \quad \text{गलत}.$$

<sup>1</sup>  $R_p = R_V$  என்றால் செய்தி எமது கருத்தைக் கவர்கிறது. ஒருவேளை இச்சமத்துக்கு அடிப்படைக் காரணம் இருக்கலாம்; அதுபற்றி நாம் உயர் வகுப்பொன்றிலே விவரமாக அறிவோம்.

**செயற்பாடு 6.** மாருக் கனவளவு வளி வெப்பமானியைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலை

துவிதல் செயற்பாடு 5 இற் பயன்படுத்தியுள்ள அதே ஆய்கருவியை, ஆனால் வெப்பமானியின்றி, பயன்படுத்துக. இப்பொழுது பயன்படுத்தப்பெறும் வெப்பமான இயல்பானது மாறுக்க கணவளவிலே, நிலைத்த திரிவுடைய வாய்வின் அமுக்கம் P ஆகும்.

செயற்பாடு 5 இற் குறியுள்ளவாறு  $p_0$  ஜியும்  $p_{100}$  ஜியும் காண்க. மேலும் (அதே மாருத் கனவளவில்) தெரியா வெப்பநிலை  $t$  யிலே  $p_t$  ஜியும் காண்க. அப்பொழுது ஒன்று வழுமையான சமன்பாடு

$$t = \frac{p_t - p_0}{p_{100} - p_0} \times 100$$

என்பதாலே தரப்படும். இனி, கண்ணுடியுள் இரச வெப்பமானியோன்றிலே தெரியா வெப்பநிலையைக் கண்டு, இரு பெறுமானங்களையும் ஒப்பிடுக.

### 13.2 வாயுவொன்றிற்கான நிலைச் சமன்பாடு

உண்ணர் குறியுள்ளவாறு, நிலைத்த தினிவு (n) உடைய வாயுவொன்றிற்குப் பரமானங்கள் முன்று உள்ளன - அவை, முறையே  $p$ ,  $v$ ,  $t$  (அல்லது  $T$ ) ஆகும். இவற்றில், இரண்டு இரண்டாக எடுத்து, முன்றாவது மாருதிருக்க, இம்முன்று பரமானங்களுக்கு முன்று தொடர்புகளைப் பெற்றுள்ளோம். இத்தொடர்புகள் -

நிலைத்த வாயுவொன்றிடத்து

(1) ( $T$  மாருதிருக்க)  $pV = \text{மாறிலி} - \text{போயிலின் விதி}$

(2) ( $p$  மாருதிருக்க)  $\frac{V}{T} = \text{மாறிலி} - \text{சாள்சின் 1 ஆவது விதி}$

(3) ( $V$  மாருதிருக்க)  $\frac{P}{T} = \text{மாறிலி} - \text{சாள்சின் 2 ஆவது விதி}$

இனி,  $p$ ,  $V$ ,  $T$  ஆகியவற்றைத் தொடர்புபடுத்தும் ஒரு தனிச் சமன்பாட்டைப் பெற முகமாக, இம்முன்று விதிகளையும் ஒரே விதியில் அடக்குவோம். பாத்திரமொன்றில் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் தினிவு n உடைய வாயுவொன்றைக் கருதுக. விவரிக்கப்படும் செய்கைகளின்போது இத்தினிவு மாருதிருக்கிறது எனக் கருதப்படும்.

வாயுவின் தொடக்க அமுக்கம், கனவளவு, வெப்பநிலை என்பவை முறையே  $p_1, V_1, T_1$  ஆகட்டும்; விரிவு, குடாக்கல் முதலியவற்றை வாயுவின் இழதிப் பெளதிக் நிலை  $p_2, V_2, T_2$  விளையட்டும்.

இம்மாற்றத்தைக் கீழ்வரும் தீட்டப்படி எடுத்துக்காட்டலாம் :

தொடக்க நிலை		இழதி நிலை
$p_1$	—————→	$p_2$
$V_1$	—————→	$V_2$
$T_1$	—————→	$T_2$

இம்மாற்றத்தை, ஒன்றங்களின்றுக், இரு கட்டங்களிற் செய்வோம்.

(1) அமுக்கமானது  $p_1$  இல் மாருதிருக்குமாறு செய்து, வாயுவின் வெப்பநிலையை  $T_2$  விற்கு உயர்த்துக. விளையும் கனவளவு  $V'$  எனின், இக்கட்டத்து மாற்றத்தைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்:

தொடக்க நிலை		இடையான நிலை
$p_1$	—————→	$p_1$
$V_1$	—————→	$V'$
$T_1$	—————→	$T_2$

நிலைத் திணிவுடைய வாயுவின் அழக்கம் மாறுதிருக்கிறபடியால், சாள்சீன் 1 ஆவது விதி வலிதாகும்; அப்பொழுது  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V'}{T_2}$  (11)

(2) வாயுவின் வெப்பநிலை  $T_2$  இல் மாறுதிருக்குமாறு செய்து, அழக்கத்தை பிரிஞ்சு  $p_2$  இற்கு மாற்றுக் கணவளவு  $V_2$  ஆக மாற்டும்.

<u>இடையான நிலை</u>	<u>இறுதி நிலை</u>
$p_1$	$p_2$
$V'$	$V_2$
$T_2$	$T_2$

என்ற நாம் எழுதலாம்.

இக்கட்டத்திலே, வெப்பநிலை மாறுதிருக்கிறது. எனவே, போயில்லை விதியைப் பிரயோசிக்கலாம்; அவ்விதியின்படி

$$p_1 V' = p_2 V_2 \quad (12)$$

சமன்பாடு (11) மற்றும் (12) ஆற் பெருக்கி,

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (13)$$

எனப் பெறுகிறோம்.

எனவே, வாயுவொன்றின் திணிவு மாறுதிருத்தல் வேண்டும், கூடாக்கல் நெருக்கல் ஆகிய செய்கைகள் மிக மிக மெதுவாகவே நடத்தல் வேண்டும் என்ற நிபந்த ஒன்றைக்கு குட்பட (பிந்திய நிபந்த ஒன்றுக்கான காரணங்களைப் பின்னர் காண்பிர) அவ்வாயுவுக்கான கணியம்  $\frac{pV}{T}$  மாறுதிருக்கும்;

அதாவது,  $pV = CT$

இங்கு C ஒரு மாறியியாகும்; அது வாயுவின் திணிவை மட்டுமே சாரும். உண்மையில், C ஆகை வாயுவின் திணிவுக்கு நேர் விதிச் சமன். ஒரு மூல் (சீலோசிராம் ஸுலக்கஹ) வாயு பயன்படுத்தப்பெற்றிருந்தால், C யிற்குப் பெறுமானம் R வழங்கப்படும்; R ஆகை மூலர் வாயு மாறிலி எனப்படும். n மூல் பயன்படுத்தப்பெற்றிருந்தால், C ஆகை nR ஆகிறது. இவ்வாறு

$$pV = nRT \quad (14)$$

எனப் பெறுகிறோம். இச்சமன்பாடானது வாயுவுக்கான நிலைச் சமன்பாடு அல்லது வாயுக் சமன்பாடு எனப்படும்.

இச்சமன்பாடானது ஈவியம், நேயன், ஆகன், கிறிப்ரன் ஆகிய அரு வாயுக்களுக்கு ஏறத்தாழச் செப்பமாகவும் ஜதரசன், ஓட்சிசன், நெதரசன் போன்ற வாயுக்களுக்கு அண்ணவாகவும் வலிது. ஆனால் காப்ஸிரோட்செட்டு, அமோனியா, கந்தகவீராட் செட்டுப் போன்ற எளிதில் ஒடுங்கும் வாயுக்களுக்கு அது வலித்தன்று; அத்தகைய வாயுக் களுக்கு வாயுச் சமன்பாடு ஒரளவு சிக்கலானது; அவ்வாயுக்களுக்குரிய சமன்பாடு வன் டர் வால்ஸ் சமன்பாடு எனப்படும். அச்சமன்பாடானது எவ்வாறு உருவாக்கப் படும் என்பதைப் பின்னர் காண்போம்.

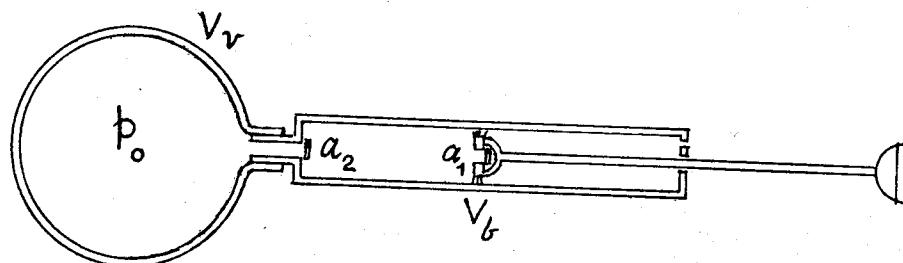
13.3 வளிப் பம்பிகள்

வளிப் பம்பிகள் ஓன்பட்டுவன பாத்திரமொன்றுள்ள வாயு (வழக்கமாக வளி) இன் அமுக்கத்தைத் தாழ்த்தவோ உயர்த்தவோ பயன்படும் உபகரணங்களாகும். அமுக்கத் தைத் தாழ்த்தப் பயன்படும் பம்பிகள் உறிச்சற் பம்பிகள் எனவும், உயர்த்தப் பயன்படுவன நெருக்கற் பம்பிகள் எனவும் கூறப்படும். உருளையொன்றில் முசலமொன்றின் அசைவாலே தொழிற்படும் பம்பி வகை மட்டுமே இங்கு அராயப்படும்; அவை முசலப் பம்பிகள் எனப்படும். இவ்வகையைச் சேர்ந்த உறிச்சற் பம்பி, நெருக்கற் பம்பி இரண்டிற்கும் போயிலீன் விதியைப் பிரயோசிக்கலாம்.

பம்பியில் பீப்பா, முசலம், இரு வால்வுகள் என்பன உள்ளன. முசலத்திற் கொருப் புப் புசிய தோலாலான வளையப் பட்டை (வாசர்) ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும்; வால்வுகள் எண்ணைய் புசிய பட்டிலாலான கவிகை விஷ்ம்புகளாகும்; வால்வுகள் எங்கு உள்ளன, எவ்வாறு செயற்படுகின்றன என்பவற்றைப் பொறுத்த மட்டுமே உறிச்சற் பம்பிகளும் நெருக்கற் பம்பிகளும் தமிழுள் வேறுபடும்.

13.31 உறிச்சற் பம்பி

உறிச்சற் பம்பியொன்று வரைப்பட முறைப்படி படம் 13.9 இலே காட்டப்பட்டுள்ளது. முசலம் உள்நோக்கித் தள்ளப்படுமிடத்து, வால்வு  $a_1$  திறப்பும், வால்வு  $a_2$

படம் 13.9. உறிச்சற் பம்பி

முடப்படும். அடிப்பிள் இழநியில், முசலமானது  $a_2$  இற்க நெருங்கி வந்தவிடும். முசலம் புறநோக்கி இருக்கப்படுமிடத்து,  $a_2$  இற்கும்  $a_1$  இற்குமிடையே தாழ்வழக்கம் இருக்கிறபடியால்  $a_2$  திறக்கும்.

முசலத்தின் வலப்புறமாக, ஏற்தாழ வளிமண்டல அமுக்கம் இருக்கிறபடியால்  $a_1$  முடும். முசலம் வலப்புற எல்லைக்கு வந்ததும், தொடக்கத்தில் ( $a_2$  முடியிருந்தபோது) கனவளவு  $V_v$  யிலிருந்த வளியானது இப்பொழுது கனவளவு  $V_v + V_b$  கைாள்கிறது. போயிலீன் விதிப்படி,

$$P_0 V_v = P_1 (V_v + V_b)$$

இங்கு,  $P_0$  ஆனது பாத்திரத்திலிருந்த தொடக்க அமுக்கமும்  $P_1$  ஆனது - முசலத்தின் ஓர் அடிப்புக்குப் பின்னர் பாத்திரத்திலும் பிப்பாவிலுமின்ன அமுக்கமுமாகும்.

$$\therefore p_1 = \frac{p_0 V_v}{V_v + V_b} \quad (15)$$

a, இக் வலப்புறத்திலுள்ள வளியானது முசலத்தின் தண்டுக்கும் பிப்பாவுக்கும் இடையே யுள்ள ஒருங்கிய இடைவெளியுடாக வளிமண்டலத்தை அடையும்.

(முன்முக அடிப்பும் பின்முக அடிப்பும் கொண்ட) இச்செய்கைச் சக்கரத்தை மீண்டும் நடத்தலாம். வெற்றிமாக்க இருக்கும் பாத்திரம் வழக்கமாகத் தடித்த, விறைப்பான கவர் உடையதாக இருக்கிறபடியால், பாத்திரத்தின் கணவளவு வெற்றிமாக்கலின்போது கணிசமான அளவில் மாறமாட்டாது. சக்கரமொவ்வான்றின் இழதி யிலும், பாத்திரத்திலுள்ள அமுக்கமானது

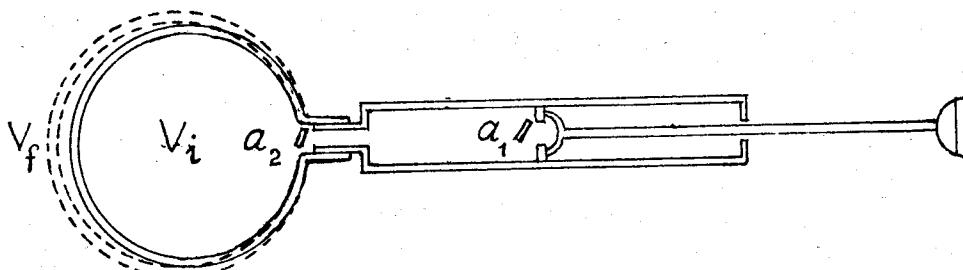
$$\frac{V_v}{V_v + V_b}$$

என்றும் அளவினால் குறைக்கப்படும். ஆகவே, n அடிப்புக்கருக்குப் பின்னர், பாத்திரத்திலுள்ள அமுக்கமானது  $p_n$  இங்குக் குறைக்கப்பட்டிருக்கும்; இங்கு

$$p_n = \left( \frac{V_v}{V_v + V_b} \right)^n \cdot p_0 \quad (16)$$

### 13.32 நெருக்கற் பம்பி

நெருக்கற் பம்பியானது வரைப்பட முறைப்படி படம் 13.10 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. இப்படத்தைப் படம் 13.9 உடன் ஒப்பிட்டால், உறிஞ்சற் பம்பிக்கும் நெருக்கற் பம்பிக்குமிடையேயுள்ள முக்கியமான வேறுபாடொன்றை உறரலாம். உறிஞ்சற்



படம் 13.10. நெருக்கற் பம்பி

பம்பியில் இரு வால்வுகளும் வெளிநோக்கி (அதாவது படத்தில் வலப்புறமாக) திறப்பும்; நெருக்கற் பம்பியில் இரு வால்வுகளும் உள்நோக்கி (அதாவது படத்தில் இடப்புறமாக) திறப்பும்.

ஆனிப் பெருக்கச் செய்ய இருக்கும் பாத்திரத்தின் (உ - ம். சைக்கிட் குழாய், மோட்டர்க் கார்க் குழாய் அல்லது உதைபந்தின் ஆகற்பை; கணவளவானது ஆகவின்போது அதிகரிக்கும். ஆகையின் கணவளவு  $V_1$  யும் அதியின் அது  $V_2$  உம் ஆகட்டும். தொடக்கத்தில் அமுக்கம் வழக்கமாக வளிமண்டல அமுக்கமாகும்; அதை ராயாற் குறிப்பிடுவது பொது வழக்கு. சமூப்பாடு (14) இன்படி, பிப்பாவைத் தொடக்கத்தில் நிரப்பிய வளியின்  $V_1$  தீவிரி  $\frac{\pi^2 \times V_b}{RT}$  முழும் ஆகும். அதே நேரம் பாத்திரத்திலிருந்த வளியின் தீவிரி  $\frac{\pi^2 \times V_1}{RT}$  முழும் ஆகும்.

பீப்பாவின் வலக்கை அந்தத்திலிருந்து, முசலம் செல்லக்கூடிய மட்டில், அது இடப் பக்கமாகச் செலுத்தப்பட்டும். இச்செய்கையின்போது வால்வு  $a_1$  மூடப்பட்டும் வால்வு  $a_2$  திறக்கப்பட்டும் இருக்கும்.

இச்செய்கையின் இறதியில்,  $\frac{\pi \times V_b}{RT}$  மூல் தினிவுடைய வளி பாத்திரத்தட் செலுத்தப் பட்டிருக்கும்.

இனி, முசலம் பின்னக்கு இழுக்கப்படும். இவ்வடிப்பின்போது,  $a_2$  மூடப்பட்டிருக்கும்; ஆனால், அதன் வலப்புறத்தில் அமுக்கம் வளிமண்டல அமுக்கம் ஆதலால்,  $a_1$  திறபடும். முசலம் வல அந்தத்துக்குப் பின்வாங்கியிடும் அது இட அந்தத்துக்குத் தள்ளப்படும். மூதல் நெருக்கல் அடிப்பின்போது தொழிற்பட்டவாறு, இப்பொழுதும் வால்வுகள் தொழிற்படும்; மீண்டும்  $\frac{\pi V_b}{RT}$  மூல் தினிவுடைய வளி பாத்திரத்தட் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு, நெருக்கல் அடிப்பொன்றவான்றின்போதும்  $\frac{\pi V_b}{RT}$  கிலோகிராம் மூலக்கூற்றுத் தினிவுடைய வாயு பாத்திரத்தட் செலுத்தப்படும்.  $n$  நெருக்கல் அடிப்புகளுக்குப் பின்னர், பாத்திரத்தி வள்ள வளியின் தினிவு

$$\frac{\pi V_i}{RT} + n \cdot \frac{\pi V_b}{RT} \quad \text{மூல்}$$

கூடும். இக்கோவையிலே முதலாவது உறுப்பு தொடக்கத்திலிருந்த வளியின் தினிவையும், இரண்டாவது உறுப்பு உட்செலுத்திய வளியின் தினிவையும் குறிக்கும். எனவே, இப்பொழுது பாத்திரத்திலுள்ள மொத்தத் தினிவு

$$\frac{\pi}{RT} (nV_b + V_i)$$

மூல் கூடும். இந்தி அமுக்கம்  $p_n$  எனின், முடிவிலே பாத்திரத்திலுள்ள வளியின் கனவளவு  $\frac{p_n V_f}{RT}$  ஆதல் வேண்டும்.

எனவே, இன்னிரு கணியங்களையும் சமன்படுத்தி,

$$\frac{p_n V_f}{RT} = \frac{\pi}{RT} (nV_b + V_i)$$

அல்லது

$$p_n = \pi \left( \frac{nV_b}{V_f} + \frac{V_i}{V_f} \right) \quad (17)$$

மேற்படி கணிப்புகளில், இருவகைப் பம்பிகளினால் தொழிற்பாட்டின்போதும் வெப்பநிலை மாறுதிருக்கிறது எனக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது; உண்மையில் அது அவ்வாறுக்கு. அடிப்புகள் விரைவாக நிகழும்போது, பீப்பா (எனவே அதனுள்ளே இருக்கும் வளியும்) வெம்மையாக இருப்பதைச் சொக்கிட்டு பம்பியொன்றைப் பயன்படுத்தியுள்ள ஒருவர் நன்கறிவர். அதே போன்று, உறிஞ்சலக்கும், செய்கை விரைவாக நிகழும்போது, பீப்பா (எனவே உள்ளே இருக்கும் வளியும்) குளிர்வடையும். வெப்பநிலை மாறுதிருக்கும் வரைதான் போயிலின் விதி பிரயோகிக்கத்தக்கது; ஆகவே சமன்பாடுகள் (16) உம் (17) உம் வலியன வாக இருத்தற்கு, செய்கை மிக மிக மௌனவாகவே நிகழ வேண்டும்.

சமன்பாடுகள் (17) ஜியும் (16) ஜியும் ஒப்பிட்டால், உறிஞ்சற் பம்பிகளுக்கு

$$p_n = \left( \frac{V_v}{V_v + V_b} \right)^n \cdot p_o$$

எனவும்

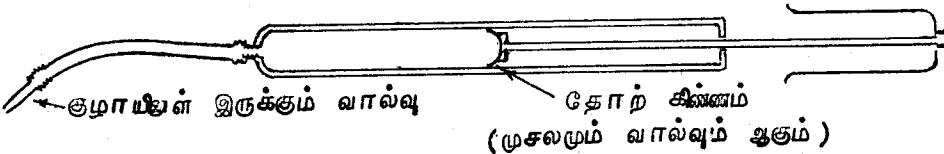
நெருக்கற் பம்பிகளுக்கு

$$P_n = \pi \left\{ n \cdot \frac{V_b}{V_f} + \frac{V_i}{V_f} \right\}$$

எனவும்

காண்போம். முந்திய சமஸ்பாட்டிலே  $P_n$  பெருக்கல் விருத்தி முறைப்படி குறைகிறது; பின்தியதில்,  $P_n$  கூட்டல் விருத்தி முறைப்படி கூடுகிறது.

செயற்பாடு 7. இப்பொழுது நெருக்கற் பம்பிகளின் தொழிற்பாட்டுத் தத்துவங்களை விளங்கியிருக்கிறீர்; சைக்கிட் பம்பிக்கு அதே தத்துவங்களைப் பிரயோகித்துப் பார்க்க (படம் 13.11).



படம் 13.11. சைக்கிட் பம்பி

அந்தியாயம் 13 இற்கான பிரசினங்கள்

1. ஒரு முனை பூடிய, மறு முனை திறந்த சீரான இறகுக் கண்ணுக்கு குழாயொன்று, ஓரளவு திகிவுடைய வளி, 24 cm நீளமுடைய இரச நிரலால் அடைக்கப்பட்டிருக்கிறது. குழாய் சீடையாக வைக்கப்பட்டபோகுவளி நிரவின் நீளம் 40 cm ஆக இருந்தது; திறந்த முனை மேல்மூகமாக இருக்க, குழாய் நிலைக்குத்தாகப் பிழக்கப்பட்டபோகு, அந்தீளம் 30.4 cm ஆயிற்று. (அ) சென்றியீற்றர் இரசத்தில் வளிமண்டல அமுக்கத்தைக் கணிக்க. (ஆ) திறந்த முனை கீழ்மூகமாக இருக்க, குழாய் நிலைக்குத்தாகப் பிழக்கப்பட்டால், வளி நிரவின் நீளம் எவ்வளவாகும்? (விடை: (அ) 76 cm இரசம் (ஆ) 58.5 cm இரசம்)
2. உறிஞ்சற் பம்பியொன்று 1000 cc கனவளவுடைய பிழாயுள்ளுடையிலுக்குச் சந்தை பம்பி 4000 cc கனவளவுடைய பாத்திரமொன்று நிலவும் அமுக்கத்தைக் குறைத்தற்குப் பயன்படுத்தப்பெற்றிருக்கிறது. பாத்திரத்திலே தொடக்க நிலை அமுக்கம் 76 cm இரசமாக இருப்பின், பம்பியின் (அ) 1 அடிப்பிடிக்கு (ஆ) 102 அடிப்புகளுக்குப் பின்னர் பாத்திரத்திலுள்ள அமுக்கம் எவ்வளவாகும்? (விடை: (அ) 60.8 cm இரசம் (ஆ) 48.6 cm இரசம்)
3. கனவளவு 1000 ml ஜ உடைய பாத்திரமொன்றிலுள்ள அமுக்கத்தை உயர்த்தும் பொருட்டு, பீப்பாக் கனவளவு 100 ml ஜ உடைய ஆகபம்பி (இன் பிளேற்றர்) ஒன்று பயன்படுத்தப்பெற்றுள்ளது. பாத்திரத்திலே தொடக்க நிலை அமுக்கம் 76 cm இரசமாக இருப்பின், ஆகபம்பியின் (அ) 1 அடிப்பிடிக்கு, (ஆ) 10 அடிப்புகளுக்குப் பின்னர் அமுக்கம் எவ்வளவாகும்? (விடை: (அ) 83.6 cm இரசம் (ஆ) 152 cm இரசம்)

4. உட்கனவளி 100 cc உடைய குழலையான்றின் வாயானது நப்பர் அடைப்பா கண்ணுல் முடப்பட்டுள்ளது; அவ்வடைப்பானாடாக, சீரான உள்ளிட்டம் 2 mm உடைய மயிர்த்துளைக் குழாய் செல்கிறது; குழாயுள் சிறிய இரச நிரலொன்றுள்ளது. குழலை  $27^{\circ}\text{C}$  இலிருந்தபோது, நிரல் அடைப்பானுக்குச் சரி கணக்காக மேலே இருந்தது. வெப்பநிலை  $28^{\circ}\text{C}$  இற்கு உயர்த்தப்பட்டால், நிரல் எங்கே இருக்கும்? இங்வொழுஷ்கை உள்ள வெப்பமானியாகப் பயன்படுத்த முடியுமா? இதன் குறைபாடு கன் யாவை?

(விடை: அடைப்பானுக்கு 10.6 cm மேலே)

5. சம கனவளவுடைய இரு கண்ணுக் குழாய்கள் குறுகிய, ஒடுங்கிய மயிர்த்துளைக் குழாயான்னுலே தொடுக்கப்பட்டு, வளியைக் கொண்டிருக்கின்றன. தொடக்கத்தில், இரு குழிகளும்  $27^{\circ}\text{C}$  இல் இருந்தன; அப்பொழுது உள்ளேயிருந்த வளியின் அழுக்கம் 76 cm இரசமானும். குழிமூன்றின் வெப்பநிலை  $27^{\circ}\text{C}$  இல் நிலைநிழந்தப் பட்டிருக்க, மற்றைக் குழின் வெப்பநிலையானது  $77^{\circ}\text{C}$  இற்கு உயர்த்தப்படின், குழிகளுக்குள் இருக்கும் அழுக்கத்தின் புதுப் பெறுமானம் யாதானும்? குடாக்கப் படும்போது எத்தனையிலே வளி பாயும்? உமது விடைக்குக் காரணங்கள் காட்டுக.

(விடை: 81.9 cm; குடான குழிகளிலிருந்து குளிர்ந்த குழியுக்கு)

## அந்தியாயம் 14

### வெப்பக் கவியம்; தல்வெப்பக் கொள்ளல்

#### 14.1 வெப்பக் கவியம்

வெப்பநிலை என்பதே நாம் வெப்பப் பெள்கித்தல் முதன்மூல சந்தீக்கும் என்னக் கருவென அந்தியாயம் 10 இற் கழப்பட்டது; ஏனென், பொருளொன்றின் வெம்மைத் தரமே அதாவது அது வெப்பநிலையே வெப்பப் பெள்கிமென்று தெரியின் இறங்கும் போத முதன்மூலவில் ஒருவரின் கவனத்திற்குக் கொண்டுவரப்படும். அதேதான், வெப்பநிலை மாற்றங்கள் ஏன் உண்டான்றை எனப் பெள்கிர் ஆராய்ந்தனர்; அது இயல்பே; ஏன் வில், வெப்பநிலை ஒரு காரியமானால், அதற்குக் காரணமொன்று இருந்தல் வேண்டும். காரியமொன்றை கொருத்தாலாவிடுது; காரணமொன்றைவான்றும் காரியமொன்றை ஆக்கவேண்டும். எனவே, வெப்பநிலை மாற்றங்களின் ஏது பாத என்பதே கேள்வி. வெப்பப் பெள்கிக் கியலின் ஆரம்ப காலத்தில் ஏதும் தெரிந்திருக்கவில்லை. எனவே, பெள்கிர் கருதுகோளொன்றைக் கையாளலாயிரார். இந்துவின் முன்னாரையில், கருதுகோள்கள் பற்றியும் கொள்கைகள் பற்றியும் நீர் ஏற்கெனவே கற்றிருக்கிறீர்.

"வெப்பம்" எனப்படும் அழியாப் பாய்மமொன்றை; அது ஓர் உடலிலிருந்த பிரிதோர் உடலுக்குப் பாயும் ஆற்றலடையது; அது, அவ்வாறு பாயுமிட்டது, வழங்கும் உடலின் வெப்பநிலை குற்றும், வாங்கும் உடலின் வெப்பநிலை குழும் என்பதே இக்கருதுகோள்; ஆனால், அது இற்றைநாட் பெள்கித்துக்குப் பொருத்தமான மொழியில் இங்குக் கறப்பட்டிருக்கிறது.

இக்கொள்கை முன்மொழியப்பட்ட காலத்தில் இப்பாய்மத்துக்கு வழங்கப்பட்ட பெயர் கலோரிக்கு ஆகும். ஓர் உடலிலிருந்து வேறோர் உடலுக்குப் பாயும் ஆற்றலடையது என்ற கருத்துப்படும் அளவில் மட்டுமே இது பாய்மம் ஆகிறது. பின்னர், நாம் சடத்தின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையைப் படிக்கும்போது, ஓர் உடலிலென்ன கலோரிக்கின் அளவானது அங்குடலின் மூலக்கூறுகளை குறிப்பிட்ட இயக்க நிலையொன்றின் அளவாகும் எனவும் அதை ஓர் உடலிலிருந்து பிரிதொன்றிற்கு இடம் மாற்றி வைக்க முடியும் எனவும் காணப்படும்.

கலோரிக்கு ஓர் அழியாப் பொருள் என்றும் எருகோள் ஒரு காப்புத் தத்தவம் போல் உள்ளது. மூல என்பாரின் அடிப்படைப் பரிசோதனையைக் கற்றப்பீர், இன்னுகோளானது சக்திக் காப்புத் தத்தவம் எனப்படும் மிகப் பரந்த தத்தவமொன்றில் அடங்கும் எனக் கான்போம்.

கலோரிக்கு இடம் மாறுமிட்டது, வழங்கியின் வெப்பநிலை குறையும்; வாங்கியின் வெப்பநிலை குழும் என்றும் விடிக்கு, தோற்றவளவில் ஒரு சில விலக்குண்டு. பன்சன் கவாலையொன்று கலோரிக்கை (அதாவது வெப்பத்தை)த் தொடர்ச்சியாக வழங்கும்; ஆனால் அதன் வெப்பநிலை குறைவதில்லை. தீண்ம் நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு அல்லது திரவ நிலையிலிருந்து ஆவி நிலைக்கு நேரும் மாற்றங்களைப் படிக்கும்போது வெப்பநிலை

சந்தமோ இறக்கமோ எதுவின்றி வெப்பம் பாயும் எனக் கானப்படும். யவின் பறி சொத்தைகளைக் கற்றப்பின், இத்தோற்றவளவான விவக்குக்கணும் தெளிவானும்.

செயற்பாடு 1. ஏற்றாழ 300 g நீரை முகவையொன்றில் இடு, அதைக் கலக்கிய வாறு, உறுதியான பண்ணி வூலையொன்றிற் குடாக்குக. ஒரு குறித்த (எடுத்துக் காட்டாக  $30^{\circ}\text{C}$  -  $35^{\circ}\text{C}$  என்றும்) ஆயிரத்தூாக அதன் வெப்பநிலை ஏற்வதற் கால நேரத்தைக் காண்க. ஒவ்வொரு முறையும் நீரின் திசையை 100 g அளவில் மாற்றிச் செயற்பாட்டை மீண்டும் செய்க. அட்டவிலை 14.1 இல் உள்ளாறு மது பேறுகளைப் பதிஷு செய்க.

வெப்பமிலை தயினL =  $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$

$\text{g இல் நீரின் திசை}$ (I)	$\text{s இல் எடுத்த கநம்}$ (II)	$\text{^{\circ}\text{C} s^{-1}}$ இல் சராசரி வெப்பநிலை உயர்வு வீதம் (III)	$\text{g}^{\circ}\text{C} s^{-1}$ இல் (I) x (III)

அட்டவணை 14.1

(I) x (III) என்னும் பெருக்கம் அண்ணவாக மாறியியாயிருப்பதைக் காண்கிறோம் ஏற்கெனவே கூறியுள்ள கருதுகோளின்படி, நீரானது சுவாலையிடமிருந்து வெப்பம் பெற்றபடியாலேதான் அதன் வெப்பநிலை ஏற்று. சுவாலை உணரத்தக்க அளவில் உறதியாகவே இருந்தபடியால், வெப்பம் வழங்கல் வீதமும் உறதியாக இருந்திருக்க வேண்டும் எனக் கருதுவது இயல்பாம்.

(I) x (III) உம் (அண்ணவாக) ஒரு மாறிலியாக இருக்கிறபடியால், (I) x (III) என்கும் கணியம் நீருள் வெப்பம் பாயும் வீதத்திற்கு நேர் விசீதசமன் எனக் கொள்ளுமாறு எம்மைத் தூண்டிருத்தல்வா? அதுதான், நீரின் தனிவீசு (எடுத்துக்காட்டாக 300 g இல்) மாறுதிருக்க, வெப்பநிலையை  $10^{\circ}\text{C}$  ஆயிடகளில் மாற்றி, செயற்பாட்டை யீச செய்க.

குறப்பட்ட ஆயினடகள்ளாக நீண் வெப்பநிலை ஏறவதற்கான நேரத்தைக் குறித் துக் கொள்க.

அட்டவிலை 14.2 இல் உள்ளவாறு மது பேறுகளைப் பதிவு செய்க.

எடுத்த நீரின் தீவிரி = 300 g

${}^{\circ}\text{C}$ இல் வெப்ப நிலை ஆயிடை (I)	நீலில் எடுத்த நேரம் (II)	${}^{\circ}\text{C}$ $\text{s}^{-1}$ இல் சராசரி வெப்பநிலை உயர்வு வீதம் (III)	தீவிரி $\times$ (III) $\text{m}^{\circ}\text{Cs}^{-1}$ (IV)
30-40			
40-50			
50-60			
60-70			
70-80			
80-90			
90-100			

அட்டவணை 14.2

வெப்பநிலையின் சராசரி உயர்வு வீதமும், எனவே (அ) தீவிரி  $\times$  வெப்பநிலையின் சராசரி உயர்வு வீதமும் உணர்த்தக்க அளவில் மாறுதிருக்கிறது எனவும், (ஆனால் உயர் வெப்பநிலை வீச்சின் அத மாறும். என்க?) (ஆ) இப்பெருக்கம் முந்திய செயற்பாட்டிற் கூடக்கப்பெற்ற பெருக்கத்தைக்கு ஏற்றதாறுச் சமன் எனவும் காண்கிறீரா?

கவாலையிலிருந்து நீரில் வெப்பம் பாடும் வீதமானது நீரின் தீவிரிக்கும், வெப்ப நிலை ஆயிடைக்கும்,  $\frac{1}{\text{எடுத்த நேரம்}}$  என்பதற்கும் விகிதசமன்; அதாவது

$$h \propto \frac{m \times (\theta_2 - \theta_1)}{t} \quad (1)$$

$$\text{அதாவது } h = c m (\theta_2 - \theta_1) / t \quad (1')$$

இங்கு,  $h$  ஆனது கவாலையிலிருந்து வெப்பத்தின் பாய்ச்சல் வீதமும்,  $m$  ஆனது நீரின் தீவிரி அம்,  $\theta_2 - \theta_1$  ஆனது வெப்பநிலை ஆயிடையும்,  $t$  ஆனது எடுத்த நேரமும்,  $c$  ஆனது விகிதசம மாறிலியும் ஆம்.

குறிப்பிட்ட தனிவை உடைய நீரின் வெப்பநிலை, குறியுள்ள ஆயிடையினாடாக ஏழ வதற்கு அந்தீர் பெற்ற வெப்பம்,

$$H = h t \quad (2)$$

$$\text{என்பதாலே தரப்படும்.} \quad = c m (\theta_2 - \theta_1) \quad (2)$$

இது அதுபவுறி வரைவிலக்கணம் கழும் சமன்பாடு; அதன் அடிப்படையான  $m(\theta_2 - \theta_1)$  என்னும் பெருக்கத்தின் மாறுமையும், நீரின் வெப்பநிலை ஏற்றத்தைக்குக் காரணம் வெப்பம் எனப்படும் ஒன்று கவாலையிலிருந்து நீருக்குச் செல்கிறது என்னும் எடுகோமோடும். சமன்பாடு (2) ஜக் கருதுக.  $m$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  என்பவற்றை நாம் அளக்கலாம். ஆனால், இச்சமன்பாட்டை நாம் பயன்படுத்தி, கவாலையிலிருந்து நீருக்குச் செல்லும் வெப்பக்கணியத்தை அளக்க முடியாது. ஏனெனில்,  $c$  யின் பெறுமானம் தெரியாது; உன்மையில்,

சேயக் காலைம் வழியேயில் உல.

செயற்பாடு 2. சம தினிவிடைய இரு வெவ்வேறுள் திரவங்களை ( நீரும் தேங்காய் என்னையும் எங்க ) முறையே இரு கலோரிமாவிகளில் எடுத்து, அவற்றை ஒன்றின் பின்னெண்குக, ஒரே பண்சன் கவாலையிற் குடாக்குக. ஒரே ஆயிட ( $30^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$  எங்க) ஆடாக வெப்பநிலை ஏற்வதற்கான நேரங்களைக் குறிக்க. தினிவை மாற்றி (அனால் ஒவ்வொரு முறையும் நீர், என்னைய் ஆகியவற்றின் அதே தினிவகுடும்) செயற்பாட்டை மீண்டும் மீண்டும் செய்க; அட்டவணை 14.3 இல் உள்ளவாறு உமது பேருகளைப் பதில் செய்க.

வெப்பநிலை ஆயிட =  $30^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$

(I) ஒ இல் தினிவை	(II) ஒ இல் வெப்பமாதவக்கு எடுக்கும் நேரம்	(III) $\text{^{\circ}\text{C}} \text{ s}^{-1}$ இல் வெப்ப நிலையின் சராசரி உயர்வு வீதம்	(IV) $\text{g}^{\circ}\text{C} \text{ s}^{-1}$ இல் (I) $\times$ (III)
நீர்			
எங்களைய உணவு			

அட்டவணை 14.3

(அ) ஒரே வெப்பநிலை வீச்சினாடாக ஏற்வதற்குச் சம தினிவிடைய நீரும் என்னையும் எடுக்கும் நேரங்கள் வேறுபடுகின்றன எனவும்

(ஆ) பெருக்கம் (I)  $\times$  (III) என்பது நீருக்கு ஏற்றதாழ ஒரு மாறிலி, அனால் அம்மாறிலிகள் தமிழுள் வேறுபடுகின்றன எனவும், கான்ஸிரோ?

இனி சமன்பாடு (1') ஐக் கருதுக.

$$h = c m \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{t}$$

h உம்  $(\theta_2 - \theta_1)$  உம் மாறுதிருக்கின்றமையால், நீர், என்னைய் ஆகியவற்றின் ஒரே தினிவக்கு

$$\left( \frac{c}{t} \right)_{\text{என்னைய்}} = \left( \frac{c}{t} \right)_{\text{நீர்}} \quad (3)$$

என்பது கிடைக்கப்பெறும். அனால், எமது நோக்கல்களிலிருந்து  $t$  என்னைய்  $\neq t$  நீர்

ஆகவே,  $c$   $\neq c$  என்பது தெளிய.

என்னைய் நீர்

எனவே,  $c$  ஜக் கணக்கும் பொருட்டு, சமன்பாடு (2) ஜப் பயன்படுத்த விரும்பினால்,  $c$  ஆகை நிரவத்துக்குத் தீரவம் மாற்கடியது என்பதை ஓராபகத்தில் வைத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். எந்தத் தீரவத்துக்கும் எமக்கு  $c$  தெரியாதாகயால், நியமத் தீரவமைன ஒரு நிரவத்தை எடுத்த அதற்கு  $c$  சிற் பெறுமானந்தை நிலைநிறத்தில் வேண்டும். இருந்தாலும்  $c$  இற்கு அலகுகள் இருக்கும்.

நீராளத் தாராளமாகவும் யிக்க் தூய்மையான நிலையில் கோடக்கிண்றமையால், ஆக நியமத் தீரவமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்பம் சக்தியின் ஒரு நிலையாதலால் நி.ச. அலகுத் திட்டத்திலே  $c$  ஆகை யூலிங் அளக்கப்படும்; நிருக்கு,  $c = 4,200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  என (பின்னர் படிக்க இருக்கும் யூலிங் பரிசோத இலக்கிந்து) பெறப்படும்.

உண்மையில், பதார்த்தமொன்றுக்கு  $c$  ஆகை வெப்பநிலையுடன் மாறும். இது, நீர் உட்பட, எண்வாச் சடப்பொருள்களுக்கும் பரிசோத இலயாற் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே, வெப்பத்தின் அலகு (யூலிங் என்பதற்கு) வரைவிக்கணம் குறிப்பதை, இச்செய்தியை ஓராபகத்தில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். எனவே, இம்மாறல் சிறிதாதலால்,  $c$  ஆகை நடைமுறையில் ஒரு மாறிலி எனக் கருதப்படும்.

ஜப்ரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் ஆண்டின் பெரும் பகுதியில் நிலைம் சராசரி ஆய்கட வெப்பநிலை  $15^{\circ}\text{C}$  ஆதலால், அக்கண்டங்களில்  $15^{\circ}\text{C}$  வெப்ப அலகு வழங்குகிறது.  $15^{\circ}\text{C}$  வெப்ப அலகாளத் தீர் அலகுத் தினியுத் தூய நீரின் வெப்பநிலையை  $14.5^{\circ}\text{C}$  இல்லிருந்து  $15.5^{\circ}\text{C}$  வரை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பக் கணியம் என வரையிக்கணம் குறப்படும்.

#### 14.2 தன்வெப்பக் கொள்ளல்

சமன்பாடு (2) ஜக் கருதக.

$$H = c \pi ( \theta_2 - \theta_1 )$$

இது இல்  $c = \frac{H}{\pi(\theta_2 - \theta_1)}$  என்றவாறு மீன் எழுதலாம்.  $c$  ஆகை,  $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  என்ற வாறு, அலகுகளை உடையது; அது ஜயம்  $(\theta_2 - \theta_1)$  ஜயம் சாராதது.

எனவே,  $c$  ஆகை ஆராயப்படும் பதார்த்தத்தின் பண்பைப் பொறுத்துள்ளது. முக்கியமான இப்பெள்ளிக்கக் கணியமானது கருதப்படும் பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளல் எனப்படும்.

அடுத்து, செயற்பாடு 2 இன் வழிந்த சமன்பாடு (3) ஜக் கருதக.

$$\begin{aligned} \left( \frac{c}{t} \right)_{\text{எண்ணெய்}} &= \left( \frac{c}{t} \right)_{\text{நீர்}} \\ \frac{^{\circ} \text{எண்ணெய்}}{c} &= \frac{^{\circ} \text{எண்ணெய்}}{t_{\text{நீர்}}} \end{aligned}$$

$c$  நீர் தெரிந்திருப்பதனால்  $c$  எண்ணெய் ஜக் கான முடிகிறது.

இவ்வாறு நாம் பதார்த்தமொன்றினுடைய தண்வெப்பக் கொள்ளலுக்கான வரைவிலக்குத்தைப் பெறவேண்டும்.

"பதார்த்தமொன்றின் தண்வெப்பக் கொள்ளலாகு அப்பதார்த்தத்தில் 1 kg. இன் வெப்பநிலையை 1 K யிடாக உயர்த்தவதற்குக் கேளவியான வெப்பக் கனிமாகும்."

நி.அ. (அதாவது  $J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) அலகுகளின், வழக்கிலேள்ள பதார்த்தங்களின் தன் வெப்பக் கொள்ளலுக்கு ஆட்டவ இன் 14.4 இலே தரப்பட்டுள்ளன.

உலோகங்கள்	கலப்புலோகங்கள்	வழக்கியுள்ள பதார்த்தங்கள்	நிரவங்கள்
அலமினியம்	$0.91 \times 10^3$	பித்தி 0.38 $\times 10^3$	கண்ணுடி $0.7 \times 10^3$ அற்ககோல் $2.5 \times 10^3$
செம்பு	0.39	உருக்கு 0.45	றப்பர் 1.7 தெங்காயண்ணைய் 2.2
இரும்பு	0.49		கல் 0.9 மண்ணைய்வைய் 2.1
சுயம்	0.13		மரம் 1.7 நீர் 4.2
இரசம்	0.14		
நங்கல்	0.46		
பிளாற்றியம்	0.13		
வெள்ளி	0.24		

ગુરૂનાના 14. 4

செயற்பாடு 3. ஒவ்வொர் உலோகத்தினதும் தண்வெப்பக் கொள்ளலை ( kg இல்) அங்குலோகத்தின் அனு நிறையாற் பெருக்குக. விளைவு யாது? இச்செயற்தியை நீர் எதற்காகப் பயன்படுத்துவீர்?

14.21 பொருளொன்றின் வெப்பக் கொள்ளல்; பொருளொன்றின் நீர்ச் சமவூ

பதார்த்தமொன்றின் தன்வெப்பக் கொள்ளலவானது அலகுத் தீவிய தொடர்பானது (அது நி.ச. அலகை 1 kg).

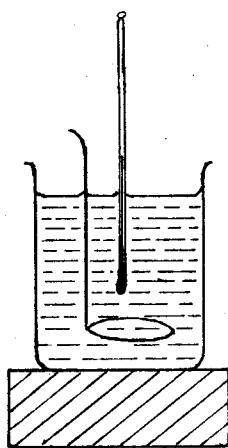
இப்பொழுது நாம் பொருளென்றின் (அல்லது பரிசோத ஈயிற் பயன்படுத்தப்பெறும் கலோரிமானி + கலக்ஷி + வெப்பமானி போன்ற தொழிலியான்றின்) வெப்பக் கொள்ளளவு எனப்படும் கனியமொன்றைச் சேர்த்துக் கொள்வோம். இதன் வரைவிலக்கணம் பின்வருமாறு: ஒரு பொருளின் (அல்லது தமிழ் வெப்பத் தொடர்புகொண்ட பொருட் டொகுதியின்) வெப்பக் கொள்ளளவானது (பொருளில் அல்லது தொகுதியிற் புதுத்தப் பட்டிருக்கும் குழிமழுவுடைய வெப்பமானி அளக்கும்) ஒரு செல்கியில் பாகையூடாக அப் பொருளின் (அல்லது தொகுதியின்) வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பக் கனியமாகும். இது நி.ச. தட்டத்திலே  $J K^{-1}$  இல் அளக்கப்படும்.

பொருளொன்றின் (அல்லது வெப்பத் தொடர்பின்னும்) பொருட்டொகுதியான்றின் நீர்ச் சமவூலங்களுக்கு அப்பொருளின் (அல்லது அத்தொகுதியின்) அதே வெப்பத் தொகுதியை உடைய நீரின் தீவிரி குறைக்கும் என வரைவிலக்கணம் கூறப்படும்; ஆக நி.ச.திட்டத் திலே கே இல் அளக்கப்படும். மேலே குறிப்பிட்ட இரு வரைவிலக்கணங்களின்படி, ஒரே வெப்பத் தொகுதியானது கருதப்படும் பொருளை (அல்லது பொருட்டொகுதியை) அல்லது அதன் நீர்ச் சமவூலை ஒரே வெப்பநிலை வீச்சினாடாக உயர்த்தும்.

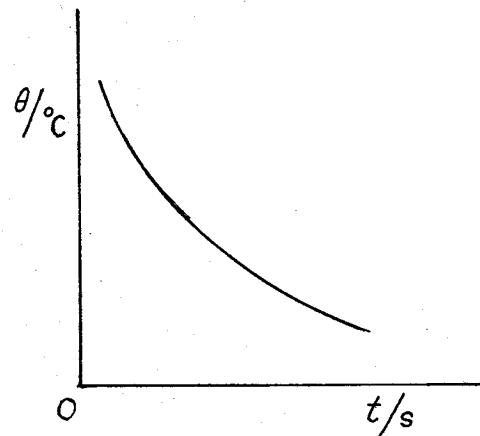
#### 14.3 குடாக்கப்பட்ட பொருள்களின் குளிர்வு

வளிமன்றல் வெப்பநிலையை மீறும் வெப்பநிலையான்றிற்குப் பொருளொன்றைக் குடாக்கி அதன்பாட்டில் இருக்கவிட்டால், அதன் வெப்பநிலை கற்றுடனின் வெப்பநிலைக்கு மீறும்வரை, ஆக குளிர்வடையும் என்பது எமக்குத் தொரிந்ததே. எவ்விதிப்படி இக்குளிர்வு நிகழ்விற்கு என்பதை அறிந்து எனிய முறை ஏதும் உண்டா?

செயற்பாடு 4. நீர் கொண்ட மூக்கவெயான்றை ஏற்றதாக  $90^{\circ}\text{C}$  வரை குடாக்கி, அதனை மரப்பலகையொன்றின்மீது வைக்க (படம் 14.1). வெப்பமானியையான்றை, அதன் குழிம் நீரால் நன்கு அமிழ்த்தப்பட்டிருக்க நிறுத்தக; ஒயாகு நன்றாகக் கலக்கிக் கொண்டு, ஒரு நிமிட ஓயிடைகளில், வெப்பநிலையைப் பதில் செய்க.



படம் 14.1



படம் 14.2

நேரத்திற்கு எதிரே நீரின் வெப்பநிலையைக் குறிக்க (படம் 14.2).  $70^{\circ}, 60^{\circ}, 50^{\circ}, 40^{\circ}\text{C}$  இல் வளையிக்குத் தொடரிகள் வரைந்த, அவ்வொல்வாரு ஜெப்பநிலையையும் சரிவூக்க காண்க. அட்டவணை 14.5 இல் உள்ளவாறு பேச கடன் அட்டவணைப்படுத்தக.

வெப்பநிலையைக் குறிக்க எதிரே வளையிக் காலி S ஐக் குறிக்க. இவ்வரை யீடு வடிவம் யாது? இது உற்பத்தியுடாகச் செல்லும் ஒரு நேர்க்கோடாகும். எனவே,

குளிர்வு வீதம் வெப்பநிலை மீதாக

என நாம் முடிவு செய்யலாம்.

இன்வியானது முதன்முதலில் நிபுந்றனை தரப்பட்டதாகக்கயால், இது குளிர்வு விடி எனப்படுகிறது.

நிபுந்றனை

ஏற வெப்பநிலை =  $0^{\circ}$

வெப்பநிலை $0$ $(^{\circ}C)$	வெப்பநிலை மிக ஒ-ஒ $^{\circ}$ $(^{\circ}C)$	வ. இனயியின் சாரியு $S$ $(^{\circ}C^{-1}s^{-1})$

### அட்டவ இன 14.5

வெம் பொருளொன்றின் குளிர்வு வீதத்திலிருந்து நாம் இயல்பாக அப்பொருளால் வெப்பம் இழக்கப்படும் வீதத்தைக்குச் செல்கிறோம்.

தினை முதல் தன்வெப்பக் கொள்ளலை  $c$  யும் உடைய பொருளொன்று  $\theta_1$  இலிருந்து  $\theta_2$  வரை குடாக்கப்படுமித்து, அது  $mc(\theta_2 - \theta_1)$  அளவில் வெப்பம் ஸட்டுகிறது என அறிவோம். கூதிக் காப்புத் தங்கவத்தின்படி, அதே பொருள்  $\theta_2$  இலிருந்து  $\theta_1$  வரை குளிர்வடையும்போது இழக்கும் வெப்பமும்  $mc(\theta_2 - \theta_1)$  அதல் வேண்டும். இவ்வெப்ப இழப்பானது நேரம்  $t$  பில் நிகழ்விற்கின்றி, சராசரி இழப்பு வீதம் =  $\frac{mc(\theta_2 - \theta_1)}{t}$ .  $\theta_2$  முதல்  $\theta_1$  முதல் ஒன்றின்கொஞ்சு ஏற்றாழ (ஒவ்வொன்று) சமன் எனின்,

$$\text{இழப்பு வீதம்} = mc \times \theta \text{ விலே குளிர்வு வ. இனயியின் சாரியு} \\ = mc \times \theta \text{ விலே குளிர்வு வீதம்.}$$

### 14.31 வளியிற் குளிர்வடையும் பொருளொன்றிற்கான குளிர்வுத் திருத்தம்

பொருளொன்றிற்கு வெப்பம் வழங்க விரும்புகிறோம் எனக் கொள்கூ: அப்பொருள் திரும்புமான்றைக் கொண்ட கலோரிமானியாகவாம்.

- (அ) கலோரிமானியப் பங்கன் கலா விலையான்றின்மீது பிழக்கலாம்.
- (ஆ) கலோரிமானியுட் குடாக்கப்பட்ட பொருளொன்றைப் புதுதலாம்.
- (இ) திருவத்திற் கம்பிச் கருளொன்றை அழித்தி அதில் ஒட்டுமொன்றை அழப்பலாம்.
- (ஈ) வெப்பம் உண்டாகுமாத இரசாயனத் தாக்கமொன்றை உண்டாக்கலாம் (எடுத்துக் காட்டாக, ஜதான் சல்பூரங்கமிழுத்தைச் சாகம் சேர்த்தல்)
- (உ) சிரிய கண்டோன்றைச் திருவத்தில் வெடிக்கச் செய்யலாம்.

திரவத்தில் வெப்பமானியோன்று அமிழ்ந்திருக்கட்டும். குடாக்கும் செய்கையின் இறதி யிலே வெப்பமானியாற் கட்டப்படும் வெப்பநிலையானது மெய்யான இறதி வெப்பநிலையாகமாட்டாத; ஏனெனில், கலோரிமானியும் அதன் உள்ளுறையும் வெப்பமாகத் தொடங்கிய நேரமுதல், கலோரிமானிக்கும் சுற்றுலாக்குமிடையே வெப்பநிலை மிகக் கிலநாட்டப்பட்டுவிடும். எனவே, நாம் ஏற்கெனவே கண்டாற, கலோரிமானியும் அதன் உள்ளுறையும் சுற்றுலாக்கு வெப்பத்தைக் கொடுக்கும். இதன் கருத்து என்னவென்றால், கலோரிமானிக்கும் உள்ளுறைக்கும் வழங்கப்பட்ட வெப்பத்தின் மூறுப் பயனையும் அவை பெறுவதில் ஒதுக்கீடாக, நோக்கப்பட்ட இறதி வெப்பநிலையானது குளிர்வில்லாத போது அடையக்கூடிய வெப்பநிலையிலும் குறைவாகவே இருக்கும்.

நோக்கப்பட்ட இறதி வெப்பநிலைக்கும் இருந்திருக்க வேண்டிய இறதி வெப்பநிலைக்கு மிகடியுள்ள வித்தியாசம் குளிர்வாலாகும் ஒரு வழுவாகும். மெய்யான இறதி வெப்பநிலையைக் காதும் பொருட்டு, இன்வழுவு மதிப்பிட்டு, அதை முந்தியதுக்கு சேர்த்து வேண்டும். இன்வாறு கண்டு கட்டப்படும் அளவானது குளிர்வுத் திருத்தம் எனப்படும்.

"வெப்பமாக்கல் திருத்தம்" தேவைப்படக்கூடிய சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளு. தொடக்கத்தில் அரை வெப்பநிலையிலே கலோரிமானியோன்றிலுள்ள நீருள் சீல சிறிய பகிக்கட்டித் தஞ்சுகள் இடப்படுகின்றன எனக் கொள்க. கலோரிமானியும் நீரும் குளிர்வடையும்; இட்ட பகிக்கட்டித் தஞ்சுகள் யாவும் உருகியபின் வரையறத்த ஓர் இறதி வெப்பநிலை அடையப்படும். உண்மையில், இது மெய்யான இறதி வெப்பநிலையானது; ஏனெனில், குளிர்வு நிகழுங்காலே, கலோரிமானியும் அதன் உள்ளுறையும் அவற்றின் சுற்றுலைக் காட்டிலும் குறைந்த வெப்பநிலையில் இருந்தமையால், அவை அக்கற்றுவதிருந்து வெப்பம் பெற்றிருக்க வேண்டும். எனவே, நோக்கியுள்ள இறதி வெப்பநிலையானது உட்டாகி இருக்கவேண்டிய வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் குடுலாகவே இருக்கும். எனவே, "வெப்பமாக்கல் திருத்தம்" வேண்டியதாயிற்று. இதேபோல், ரேசுல் உப்புப் போன்ற உப்பை நீரிற் கரைக்குமிடத்தும் நிகழும்.

#### செயற்பாடு 5. கலவை முறையால், கண்ணடி மனிகளின் தன்வெப்பக் கொள்ளலைத் துக்கிக்கல்.

வெற்றுச் செப்புக் கலோரிமானியோன்றைக் கலக்கியிடன் நிறுக்க (நிறை 4, எங்க). அது 1/2/3 அளவில் நீரால் நிறப்பி மின்சூம் நிறுக்க (நிறை 3<sub>2</sub>, எங்க). கலோரிமானி, நீர் ஆசியவற்றின் வெப்பநிலையை அவற்றுட் புதுத்தியிருக்கும் வெப்பமானியில் வாசிக்க (இது 1<sub>2</sub>, எங்க), அகன்ற கண்ணடிச் சோதனைக் குழாயொன்றில் சீல கண்ணடி மனிகளை இட்டு, அக்குழாயை முகவையொன்றிலிருக்கும் நீரில் அமிழ்த்தி, நீர் தடையின்றிங் கொதிக்கும்வரை அதற்குச் சூடேற்றக. இரண்டாவது வெப்பமானியோன்றின் குழிமூக் கண்ணடி மனிகளுள் நன்கு புதுத்தி, வெப்பநிலையை வாசிக்க (இது 1, எங்க).

குடான மனிகளைத் தாமதமின்றிக் கலோரிமானியில் இருக; அதே நேரம் நிறுத்தற் கூடிகாரமொன்றைத் தொடக்கி வைக்க. நன்கு கலக்கிக் கொண்டு, அரை நிறி ஆயிடகளில் வெப்பநிலையை வாசிக்க. இறதியாக, கலோரிமானியையும் உள்ளுறை

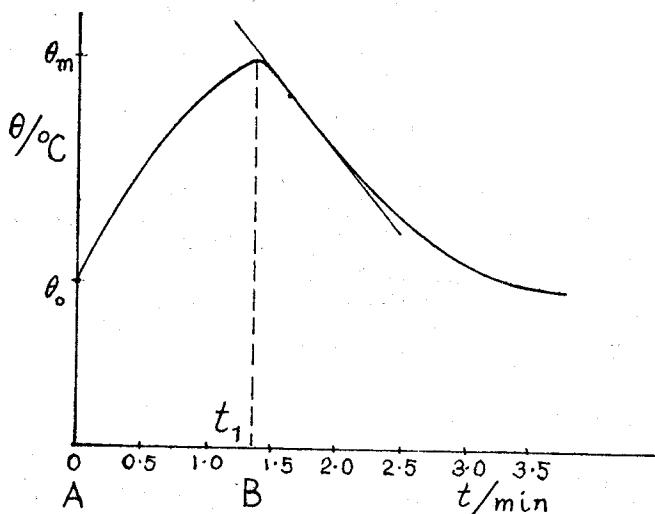
யையும் நிறுத்துத் திட்டம் (நிறை  $\theta_3$  என்க).

அட்டவணை 14.6 இல் உள்ளவாறு உமது நோக்கல்களைப் பதில் செய்க.

நிறுத்தில் நேரம்	${}^{\circ}\text{C}$ இல் வெப்பநிலை
0.0	${}^{\circ}\text{C}$ (அறை வெப்பநிலை)
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	
3.0	
3.5	

### அட்டவணை 14.6

நேரத்திற்கு எதிரே வெப்பநிலையைக் குறிக்க. இங்கு பெறும் வரைபானது படம் 14.3 இல் உள்ளது போல்வதாகும்.



### படம் 14.3

நேர ஆயிட AB யின்போது, கலோரிமானியும் உள்ளுறையும் குடான கண்ணுடைய மனி களிலிருந்து வெப்பப்பம் பெறுகின்றன. (கண்ணுடையானது வெப்பத்தை அளிந்து கடத்தகின்றமையால் இக்கட்டம் கணிசமான அளவு நீண்டது; எனிதிற் கடத்தியாகிய உலோகமொன்றின் தண்டுகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தால், வெப்பக் கைம்மாறல் ஏத்தாழ உடனடியாக நிகழ்ந்துவிடும்.) அதே நேரம், கலோரிமானியும் உள்ளுறையும் சுற்றாலூலக்கு வெப்பத்தைக் கொடுக்கும். எனவே, நேர ஆயிட AB யில் நாம் குளிர்வு விழியைப் பயன்

படுத்தலாகாது.

B யிலே (நேரம்  $t_1$ ) வெப்பக் கைம்மாறல் முடிவுற்றிருக்கிறது; எனவே, நோக்கப்பட்ட உயர்வு வெப்பநிலை  $m$  அடையப்பட்டுவிட்டது. B யிற்கு அப்பால், குளிர்வு மட்டுமே நிகழ்கிறது.

உயர்வுக்குச் சுற்று வெப்பக்கமாக விளையிக்குத் தொடவி வரைக. இத்தொடவியின் சரிவானது நோக்கப்பட்ட உயர்வு வெப்பநிலையிலே கலோரிமானியின் குளிர்வு விதத்தைத் தரும்; அச்சாலு  $r^{\circ}\text{C}/\text{நிமிடம்}$  என்க.

புச்சிய நேரத்திற் கலோரிமானியானது அதற் வெப்பநிலையிலிருந்தது. ஆகவே, அந் நேரத்திற் குளிர்வு நிகழ்வில் 1ல். எனவே, கலோரிமானிக்கு வெப்பம் வழங்கப்படாமல் இருந்தால், ஆயிட AB யின்போது சராசரிக் குளிர்வு வீதம்  $\frac{1}{r} r^{\circ}\text{C}/\text{நிமிடம்}$  ஆகவும் வேண்டும். எனவே, குளிர்வாலாகும் வெப்பநிலை இழப்பு  $\frac{1}{r} rt_1$ , ஆகும். எனவே, குளிர்வுக்கான திருத்தமும்  $\frac{1}{r} rt_1$ , ஆகும். இவ்வாறு, திருத்திய உயர்வு வெப்பநிலை R ஆனது  $R = m + \frac{1}{r} rt_1$  என்பதாலே தரப்படும். இங்கு  $m$  ஆனது நோக்கப்பட்ட உயர்வு வெப்பநிலையாகும்.

இனி நாம் கண்ணுடி மனிகளின் தன்வெப்பக் கொள்ளலவுக் கணிக்கலாம். வெப்பம் சக்தியின் ஒரு நிலையாதவால், அது சக்திக் காப்பு விதிக்கு அமைதல் வேண்டும். இப்பிதிலைய

பெற்ற வெப்பம் = இழந்த வெப்பம்  
என்ற வடிவில் நாம் பயன்படுத்தலாம்.

சமன்பாடு (2) ஐப் பயன்படுத்தி, கலோரிமானியும் கலக்ஷியும் பெற்ற வெப்பம்  
 $= m_1 c' \times (t' - t_0)$

நீர் பெற்ற வெப்பம்  $= (m_2 - m_1) \times c'' \times (t' - t_0)$

இங்கு, c' உம் c'' உம் முறையே கலோரிமானித் தீரவியம், நீர் புகியவற்றின் தன் வெப்பக் கொள்ளலவுகளாகும். எனவே, மொத்த வெப்ப நயம்

$$\{m_1 c' + (m_2 - m_1) c''\} (t' - t_0) \text{ யூல்}$$

கண்ணுடி மனிகளின் வெப்ப நட்டம்

$$(m_3 - m_2) c (t_1 - t') \text{ யூல்}$$

இங்கு, c, கண்ணுடியின் தன்வெப்பக் கொள்ளலு ஆகும். வெப்ப நட்டத்தையும் நயத்தையும் சமன்படுத்தினால்,

$$(m_3 - m_2) c (t_1 - t') = \{m_1 c' + (m_2 - m_1) c''\} (t' - t_0)$$

இச்சமன்பாட்டில், c தவிர்ந்த எவ்வாக் கணியங்களின் பெறுமானங்களும் எமக்குத் தெரியும். இனி c யைக் கணிக்க.

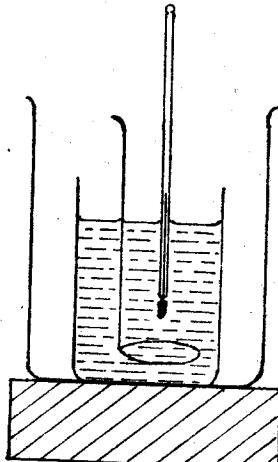
கீழே கூறியுள்ளவாறு, ஆகவே எளகளின் குளிர்வுத் திருத்தத்தைத் தவிர்க்க முடியும்.

கலோரிமானியுட் குடாக்ஷிய பொருள் புதுத்தப்பட்டபின் உண்டாகும் வெப்பநிலை ஏற்றத்தைப் பறுமட்டாக அறிதற்கு, முன்னேடிப் பரிசோத இனயொன்று நடத்தப்படும்; அது

ஏன்க. அதே கலோரிமானியையும் முன்போன்ற அதே அளவில் வெவ்வேறுள் பதார்த்தங்களையும் கொண்டு பரிசோதனை மீனச் செய்யப்படும். ஆனால், சூடாக்கிய பொருளினை இடுமேன், உள்ளுறையுடன் கலோரிமானியைப் பளிக்கட்டியில் வைத்து, அவற்றின் வெப்பநிலை ஒரு அளவு இறங்குமாறு செய்யப்படும். அடுத்து, சூடாக்கிய பொருள் இடப்பட்டு, வெப்பநிலை ஏற்றம் காணப்படும். இவ்வேற்றந்தினங்களும் முற்பாதியின்போது, கலோரிமானியானது சுற்றுடல் குறித்துத் தாழ் வெப்பநிலையிலிருக்கின்றமையால், அது சுற்றுடலிலிருந்த வெப்பம் பெறும்; இரண்டாவது பாதியில் அது குடுதலான வெப்பநிலையிலிருக்கின்றமையால், சுற்றுடலுக்கு வெப்பம் இழக்கும். இழந்த வெப்பமும் பெற்ற வெப்பமும் சமஞ்சலால், குளிர்வுத் திருத்தம் தேவையற்றப் போகிறது.

#### 14.4 குளிர்வு முறையாலே திரவமொன்றின் (தேங்காயெண்ணையின்) தன்வெப்பக் கொள்ளலைத் துக்கிதல்

செயற்பாடு 6. செப்புக் கலோரிமானியைக்கு எடுத்து, அதன் வெளி மேற்பரப்பைப் புகைக்கரியாற் கழப்பாக்குக. தேப்பந்தைன் கவாலையீடு கலோரிமானியைப் பிழித்த இதனைச் செய்யலாம். (செப்புக்) கலக்கியையான்றுத் தேவையிலிருக்க நிறைய (நிறை டி, என்க). கலோரிமானியில் ஏற்ததாழ 2/3 நிரம்புமாறு தேங்காயெண்ணையைப் பிழித்த இதனைச் செய்யலாம். (செப்புக்) கலக்கியையான்றுத் தேவையிலிருக்க நிறைய (நிறை டி, என்க). பன்றி கவாலையீடு, ஏற்ததாழ 90°C வரை, (எண்ணெயுடன்) கலோரிமானியைச் சூடாக்கி, படம் 14.4 இந் காட்டியுள்ளவாறு, காற்றுப் படாதபடி, அதை உயரிய முகவையொன்றுள் வெக்கப்பட்டுள்ள மரக்கு குற்றியையான்றில் வைக்க. புகைக்கரிப் படிவு அழியாதிருத்தல் வேண்டும். எண்ணெயைக் கலக்குக; எண்ணெயில் அமிழ்ந்திருக்கும் வெப்பமானியில், அரை நிலை ஆயிடகளில், குளிர்வடையும் திரவத்தின் வெப்பநிலையை வாசிக்க. குளிர்வு மொழுவாகும் போது நேர ஆயிடகையை விரிவாக்கலாம். வெப்பநிலை ஏற்ததாழ 40°C ஆகும்வரை வாசிப்புகள் எடுக்க. கலோரிமானியை 2/3 அளவு நீரால் நிரப்பிப் பரிசோதனையைச் செய்க. அட்டவணை 14.7 இல் உள்ளவாறு உமது பேறுகளைப் பதில் செய்க. நீர், கலோரிமானி ஆசியவற்றின் நிறை டி என்க.



படம் 14.4

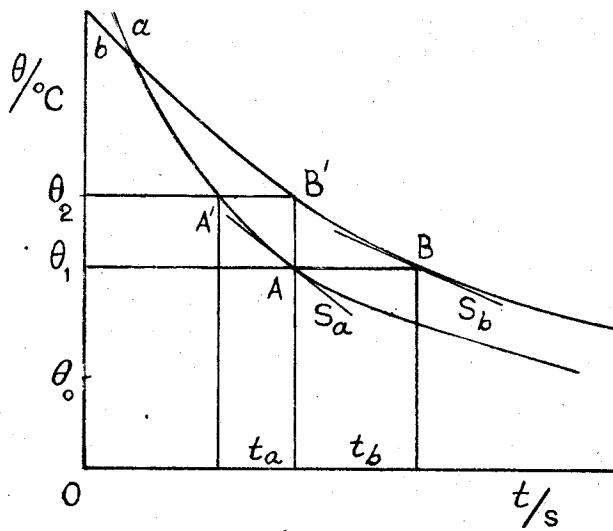
இரு திரவங்களினுடைய தொடக்க வெப்பநிலைகளும் (அதாவது  $t = 0$  இல்) சமஞ்சகிருத்தல் வேண்டும் என்ற கட்டாயமில் லை.

ஒரே வரையுத் தாளில் எண்ணெய்க்கொள்ற நீருக்கொள்ற என்றவாறு, இரு வெப்பநிலை-நேர வரையுத் தாளில் வரைக. வரையுத் தாளில் படம் 14.5 இந் காட்டியுள்ளவாறு அமையும்.

நிலைத்தில் நேரம்	${}^{\circ}\text{C}$ இல் ஏண்ணெயின் வெப்பநிலை	${}^{\circ}\text{C}$ இல் நீரின் வெப்பநிலை
0		
0.5		
1.0		
1.5		
2.0		
2.5		
3.0		
4.0		
5.0		
6.0		
11.0		
16.0		

உட்வ 14.7

வெப்பநிலை அச்சில் தொவதொரு வெப்பநிலை  $\theta_1$  ஜத் தேர்ந்தெடுக்க (அது உயர்ந்தோ தாழ்ந்தோ இருத்தலாகாத); அங்கெப்பநிலையினாடாக, நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக, வளையிகளை முறையே A யிலும் B யிலும் வெட்டுமாறு, நேர்



புதம் 14.5

கோடொன்றை வரைக. செல்வன்களை வரைந்து அப்புள்ளிகளிலே வளையிகளின் தொட்டிகளை வரைக. இவ்விரு தொட்டிகளினதும் சரிவுகளைக் காண்க; அவை முறையே  $S_a$  யும்  $S_b$  யும் ஆகட்டும். இவை,  $\theta_1$  இல், முறையே குளிர்வு வீதங்கள் என்பது தெரிந்ததே.

அடுத்து, சமன்பாடு (1') ஜக் கருதுக.

$$h = c \pi \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{t}$$

இச்சமன்பாடானது, திணிவு  $m$  உம் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு  $c$  யும் உடைய பொருளாள்று, நேரம்  $t$  யிலே  $\theta_2$  இருந்து  $\theta_1$  வரை குளிர்வடையும்போது அதன் சராசரி வெப்ப இழப்பைத் தரும்.  $\theta_2$  ஆனது  $\theta_1$  ஜ அனுகட்டும் (படம் 14.5 ஜப் பார்க்க);  $\theta_2$  ஆனது  $\theta_1$  உடன் பொருந்தும் தறவாயில், நான் A'A ஆனது வளையில் யிற்கு A யிலே தொட்டியும் நான் B'B ஆனது வளையில் யிற்கு B யிலே தொட்டியும் ஆகியிரும்.

எனவே,  $\frac{\theta_2 - \theta_1}{t} \text{என்பது } a \text{ யிற்கு } S_a \text{ தீக்கும் } b \text{ யிற்கு } S_b \text{ ஆக்கும் அமையும். } t_a \text{ யும் } t_b \text{ யும் வேறுபடுகின்றன என்பது வளையிகளிற் காணப்படும்.$

(1) கலோரிமானி + கலக்கி,

(2) தொடர்பான திரவம்

என்றவாறு இப்பொழுது இரு பொருள்கள் இருக்கின்றமையால், மேற்படி சமன்பாட்டிலே  $c \pi$  ஜ வேறுபடுத்தி விவரத்தில் வேண்டும்.

தன்வெப்பக் கொள்ளளவின் வரைவிலக்கணத்திருந்து,

$$c \pi = c' \text{ கலோரி } m' \text{ கலோரி } + c' \text{ திரவம் } m' \text{ திரவம்}$$

என எனிலீற் காணலாம்.

எனவே, இப்பொழுது சமன்பாடு (1') ஆனது

$$h = (c' \text{ கலோரி } m' \text{ கலோரி } + c' \text{ திரவம் } m' \text{ திரவம்}) \times \text{வளையியின் சரிவு ஆகின்றது.}$$

நாம் இரு கலோரிமானிகளுக்கும் ஒரே வெப்பநிலை  $\theta_1$  இல் வெப்ப இழப்பு வீதத்தைக் கருத்தின்றமையாலும், இரு வகைகளிலும் ஒரே அறை வெப்பநிலை  $\theta_2$  இருப்பதாலும், குளிர்வடையும் மேற்பறப்புகள் சர்வசமன் ஆகவாலும், அன்னிரு வகைகளிலும் ஒரே  $h$  நிலவும் என்பது தெளியு. எனவே,

$$(c' \text{ கலோரி } m' \text{ கலோரி } + c_a m_a) S_a = (c' \text{ கலோரி } m' \text{ கலோரி } + c_b m_b) S_b$$

இலி,  $m'$  கலோரி இந்த  $m$  ஜயும்,  $m_a$  இந்த  $m'$  -  $m$  ஜயும்,  $m_b$  இந்த  $m'$  -  $m$  ஜயும் படுத்தி,

$$[c' \text{ கலோரி } m + c_a (m' - m)] S_a = [c' \text{ கலோரி } m + c_b (m' - m)] S_b$$

எப்ப பொழுதிலும்.  $c'$  கலோரி,  $c_a$  (நீர்) ஆகியவற்றின் (தெரிந்த) பெறுமானங்களைப் படுத்தி,  $c_a$  கைப் பெறக.

அந்தியாயம் 14 இந்காச பிரசீனங்கள்

1. புறக்கணக்கத்தக்க வெப்பக் கொள்ளல்டைய கலோரிமானியான்றுள்  $0.1 \text{ kg}$  மன்னெண்ணெய் உள்ளது. இவை அதை வெப்பநிலைக்குக் கீழே கீல் பாக்கக்கூடியவையாறு செய்யப்பட்டிருக்கிறது, செக்கலூக்கு 10 மூல் வீதம் வெப்பம் காலம் அறிய மின்குமிழொன்று என்னெயில் அமிழுத்தப்பட்டது. என்னெய் குடாகும் போது, வெப்பநிலை வாசிப்புகள் எடுக்கப்பட்டு, அவை நேரத்தக்கு எதிரே குறிக்கப் படுகின்றன. அதை வெப்பநிலையில் வீசப்பியின் சாரிவாகது நிறித்தக்கு  $2^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. என்னெயின் தன்வெப்பக் கொள்ளல்வு என்னவாகும்? (விடை:  $3,000 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
2. வெம் பொருளொன்றின் வெப்ப இழப்பு வீதமானது (அ) அதன் மேற்பரப்பளவுக்கும் (ஆ) அதற்கும் சுற்றுடைக்குமிடையேயுள்ள வெப்பநிலை விதியாசத்தக்கும் விதிசமன் எனக் கொண்டு, ஒரே மானு வெப்பநிலை அடைப்புள், கடத்தவி இழை களாலே தொட்கவிடப்பட்டிருக்கும்,  $1:2$  என்றும் விதித்தில் தூரகள் உடைய இரு கறுப்பாக்கிய செப்புக் கோளங்களின் (i) தொடக்க வெப்பநிலை வீழ்ச்சி வீதங்களையும், (ii) தொடக்க வெப்ப இழப்பு வீதங்களையும் ஒப்பிடுக. (விடை: (i)  $1/4$ , (ii)  $8/1$ )
3. 60 வாற்று வழங்கி எனக் குறியிட்ட, காவலிட் வெப்பமாக்குத் தானியீ  $3 \text{ kg}$  உடைய கலப்புலோகக் குற்றியொன்றட் பதிக்கப்பட்டுள்ளது; குற்றியுள் வெப்பமானியொன்று குழியும் பதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மின்னேட்டம் தொடக்கி. வைக்கப்படுகிறது; இதுதியிலே குற்றியாகது உறுதி வெப்பநிலையான்றை எய்த அறது. ஒட்டத்தை நிற்பாட்டியயின், தொடக்கக் குளிர்வு வீதம் நிறித்தக்கு  $5^{\circ}\text{C}$  எனக் காணப்படுகிறது. உறுதி வெப்பநிலை ஏன் எய்தப்படுகிறது என்பதையும் கூற விரீ் பிறப்பிக்கப்பட்ட வெப்பத்துக்கு யாது நேர்க்கிறது என்பதையும் விளக்குக. மேலும், கலப்புலோகத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளலவைக் கணிக்க.
4. நீருடன் கலக்கக்கூடிய திரவமொன்றின் தன்வெப்பக் கொள்ளலவையும் கலோரிமானியொன்றின் வெப்பக் கொள்ளலவையும் ஒரே பரசோதனை மூலம் காலுமாறு ஒரு மானுக்கள் கேட்கப்படுகிறது. அவன் திரவத்தில்  $0.6 \text{ kg}$  ஜ  $70^{\circ}\text{C}$  இறஞ்சுக் குடாக்கி, அதை  $0.6 \text{ kg}$  நீர்க்கொண்ட கலோரிமானியுள் அம்ரின்து. கலோரிமானி, நீர் ஆசியவற்றின் தொடக்க வெப்பநிலை  $30^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் அவந்றால் அடையப்பட்ட இதுதி வெப்பநிலை  $40^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் இருந்தன. அதேது, அவன்  $0.6 \text{ kg}$  அளவான நீரை  $70^{\circ}\text{C}$  இறஞ்சுக் குடாக்கி,  $0.6 \text{ kg}$  அளவான திரவத்தைக் கொண்டு,  $30^{\circ}\text{C}$  தொடக்க வெப்பநிலையிலிருந்த அதே கலோரிமானியில் அம்ரின்து. அப்பொழுது அடையப்பட்ட இதுதி வெப்பநிலை  $50^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளலு  $4,200 \text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  எனின், (அ) திரவத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளலவாக, (ஆ) கலோரிமானியின் வெப்பக் கொள்ளலவாக அவன் பெற்றது யாது? குளிர்வு இழப்புகளைப் புறக்கணக்கு. (விடை: (அ)  $700 \text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  (ஆ)  $105 \text{ J}$ )

நிலை மாற்றம்

15.1 சடப்பொருளின் நிலை மாற்றம்

ஒரே சடப்பொருளாக

(அ) திண்ம நிலை, திரவ நிலை, வாயு நிலை என்கும் முவேற நிலைகளில் இருக்கும் எனவும்

(ஆ) திண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு, திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு என்றவாற ஒரு நிலையிலிருந்து வெளியிருக்குக் கூடியது எனவும் நீர் அறிந்திருக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, பனிக்கட்டி உருசி நேராகிறது, நீரைக் கொதிநீராவியாக மாற்றலாம்.

திண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலை உண்டாதல் உருகல் எனவும், திரவ நிலையிலிருந்து ஆவி நிலை உண்டாதல் கொதித்தல் அல்லது ஆவியாதல் எனவும் கூறப்படும். ஏற்தாழ எல்லாத் திரவியங்களும் இம்மாற்றங்களுக்கு, ஒன்றங்பின்னேன்றுக, ஆளாகும். இருந்தாலும் அயன், உலர் பனிக்கட்டி (திண்மக் காப்ஸிரோட்டைச்ட்டு) போன்ற திண்ம நிலையிலிருந்து நேராகத் திரவ நிலைக்குச் செல்லும் சீல பதார்த்தங்களும் உண்டு. இத்தகைய மாற்றம் பதங்கமாதல் எனப்படும்.

செயற்பாடு 1. சீறிய சோத இனக் குழாயொன்றிலே சீல அயன் பனிக்குகளை இட்டு அதைப் பன்சன் கவாலையிற் குடாக்குக. நிகழ்வுதை நோக்குக.

பெரிய சோத இனக் குழாயொன்றிலே சீறிதளவு உலர் பனிக்கட்டியை இட்டு மேற்கூட செயற்பாட்டை மீண்டும் செய்க.

அயன் அல்லது உலர் பனிக்கட்டி நடந்துகொள்ளும் விதம் பனிக்கட்டியினதைப் போக்கதா?

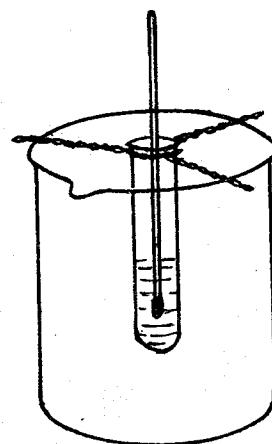
15.2 திண்ம நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கால மாற்றத்தடி தொழிற்பாடுகள்

செயற்பாடு 2. இரண்டு அல்லது மூன்று நந்தவிள் உருண்டைகளைத் தூளாக்கி (நந்தவிளக்குப் பதிலாக மெழுகைப் பயன்படுத்தலாம்), அத்தூளை ஒரு நடுந்தரமான சோத இனக் குழாயில் இடுக. தூளுள் வெப்பமானியான்றின் அழிமூப் புதுத்தி, சோத இனக் குழாயை மெதுவான பன்சன் கவாலையிற் குடாக்குக. அதை நிலை நேர ஆயிடகளில் வெப்பபநிலையைக் குறித்துக் கொள்க; அதேவேளை சோத இனக் குழாயினது உள்ளுறையின் தோழ்றத்தையும் பதிது செய்க.

படம் 15.1 இற் காட்டியவாறு, முகவையொன்று, உருகிய நந்தவிள் (அல்லது மெழுகு) கொண்ட சோதனைக் குழாயை மூக்கிய கம்பிகளாலே தொட்க விடுக. மீண்டும், அரை நியிட ஆயிடகவில், வெப்பநிலையைப் பதில் செய்க. இவ்விரு ஏக்கக்ஞக்கும், நேரத்தக்கு எதிரே வெப்பநிலையைக் குறிக்க.

கூடக்கப்பெற்ற ஒரைபுகளை ஒன்றே டொன்ற ஒப்பிடுக; அவ்வைரபுகளை வாசங்களிலிருந்து நீர் குறிப்பது யாத?

வைரபிலிருந்த நந்தவிள் (அல்லது மெழுகு) உருகுநிலையை உம்மால் வாசிக்க முடியுமா?



படம் 15.1

#### 15.21 உருகல், திண்மமாதல் ஆகியவற்றின்போது கனவளவு மாற்றம்

செயற்பாடு 3. 250 ml அளவுச்சாடியொன்றிலே சீல பளிக்கட்டிக் குற்றிகளை இட்டு, 150 ml குறி வைரக்கும் சாடியில் நிரச் சேர்க்க. (i) நீரில் ஆயிழுந்தாக்கும் வெப்பமாளியையும் வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  எனக் காட்டும்போதும், (ii) பளிக்கட்டி மூற்றிலும் உருகியுள்ள தாலுாயிலும், நீர்மட்டத்தை வாசிக்க.

நியாயமான அளவு செறிவான கறியுப்புக் கரைசுலக்கும் இச்செயற்பாட்டை மீளச் செய்க. ஒவ்வொரு ஏக்கையிலும் நீர் காண்பது யாத?

#### 15.22 உருகல் மறை வெப்பம் பற்றிய கருத்து

செயற்பாடு 4. முகவையொன்றிலே சிறிதனவு பளிக்கட்டிகளை இடுக. பன்கள் கவாலையில் மூக்கவையைச் சூடாக்குக; அவ்வெப்போது முகவையினது உன்னுக்கையின் வெப்ப நிலையை நோக்குக. பளிக்கட்டி மூற்றிலும் உருகும்வரை வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  இல் நிலைத்திருப்பதைக் காண்பிர. சூடாக்கல் தொடர்ந்தால், வெப்பநிலை ஏறி, ஈறிலே நீரின் கொதிநிலையை அடையும்.

இதை விளக்குவது நமக்குச் சந்தூச் சிரமமானும். பன்கள் கவாலையானது முக வைக்கு வெப்பம் வழங்குகிறது; பளிக்கட்டி மூற்றிலும் உருகியபின் வெப்பநிலை ஏற்றம் காணப்படுகிறபோதிலும், முகவையிற் சிறிதனவேனும் உருகாப் பளிக்கட்டி இருக்கும்வரை வெப்பநிலை ஏற்றமே இல்லை. பளிக்கட்டி உருகும்போது கவாலையால் வழங்கப்பட்ட வெப்பத்தின் கதி யாது என்பதே கேள்வி. வழக்கமாக நாம் வெப்பநிலை ஏற்றத்தை எதிர்பார்ப்போம்; ஆனால் இங்கு ஏற்றமேயில்லை.

உருகவிள்போது உறிஞ்சப்படும் வெப்பமானது வெப்பநிலை ஏற்றமுலம் தன்மைக் காட்டுக் கொள்ளாத நிரில் மறைந்து அல்லது மறை வெப்பமாக உள்ளது என்க சொல்லி வேண். இவ்வெப்பம் பழக்கலாயின்று என்னாமா?

ஒவிக்கப்பட்டிருக்கும் வெப்பச் சக்தியின் கதி யாது என்பதுபற்றிப் பின்னர் படிப்போம்; இப்போதைக்கு, இதனை அதுவாகச் செய்தியொள்ளுகிறேன் வெத்துக்கொள்வோம். இவ்வாத ஒவித்திருக்கும் வெப்பமானது திண்ம—திரவ மாற்றத்தைச் தொடர்முன்ன முக்கியமானவாரு கணியமாகும். எனவே, அது அளக்கத்தக்கது. எனினும், அவ்வாறு அளக்கவேண்டுமாயின், அளக்க இருக்கும் கணியத்துக்கு நாம் வரைவிலக்கணம் தருதல் வேண்டும்.

இரு சிலோசிராம் திண்மத்தை, அதன் உருகுநிலையில், வெப்பநிலை மாற்றமின்றிட் திரவமாக்குவதற்குத் தேவையான வெப்பச் சக்தியின் கணியமே அத்திண்மத்தினை உருகவிள் தன் மறை வெப்பம் என வரைவிலக்கணம் குறப்படும்.

செயற்பாடு 5. திரவப் பொருளொன்று உறையும்போது, அது உருகவிள்போது உறிஞ்சி மறைத்துவதைத் தீட அளவான வெப்பத்தை வெளியேற்றும் என்பதை எனிய முறையொன்று காரணம்காட்டி நிலைநாட்டுக்.

#### 15.23 திண்ம-திரவ மாற்றத்தின் (அல்லது உருகவிள்) அறப்பியல்புகள்

இனி, நீர் ஏற்கெனவே நடத்தியுள்ள செயற்பாடுகளில்போது நோக்கியுள்ள உருகவிள் அறப்பியல்புகளைத் தொகுத்துக் கூறலாம்.

(1) ஒரு திண்மம் வரையறத்தவாரு வெப்பநிலையிலேயே உருகும்; அவ்வெப்பநிலை அதன் உருகுநிலை என்பதும்; அது அப்பொருளுக்குச் சிறப்பாக உருப்பது. திண்மம் முற்றிலும் உருகும்வரை அதன் வெப்பநிலை உருகுநிலையிலே மாறுதிருக்கும். உண்மையிலே, திண்மத்தின்மீது தாக்கும் வெளியுருக்கம் அதன் உருகுநிலையைப் பாதிக்கும்; அதுபற்றிப் பின்னர் அறிவோம்.

(2) திண்ம-திரவ மாற்றத்தின்போது கனவளவு மாற்றம் நிகழும். கனவளவு கடவாம் அல்லது குறையவாம். உருகவிள்போது பளிக்கட்டி கருக்கும். பளிக்கட்டியானது நிரின் மட்டத்துக்குமேல் ஒரு பகுதி இருக்குமாறு நீரில் மிதப்பது என் என்பது இப்போது விளைவிற்கா? உருகவிள்போது தங்கம் விரியும்.

(3) உருகவிள்போது வரையறத்தவாரு அளவான வெப்பம் உறிஞ்சப்படும். இவ்வாறு உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பமானது சம்பந்தப்பட்ட திண்மத்தின் வெப்பநிலை ஏற்றமுலம் வெளிக்காட்டப்படமாட்டாது; அது ஒவித்து அல்லது மறைக்கப்பட்டு இருக்கும்.

#### 15.24 பளிக்கட்டியின் உருகல் மறை வெப்பம் தங்கல்

திண்மமொன்றின் உருகல் மறை வெப்பமானது அத்திண்மத்தின் முக்கியமானதொகு சிறப்பியல்பாகும் என ஏற்கெனவே குறப்பட்டுள்ளது; அக்கணியத்துக்கான வரைவிலக்கணம் 15.22இலே தரப்பட்டுள்ளது. நாம், இவி, இக்கணியத்தை முதலிலே பரும்படியாக

முறையொன்றும், பின்னர் அதனிலும் திருத்தமான முறையாலும் அளப்போம். பகும்பதி யான முறையில் ஒரு தனிக் கவர்ச்சியுள்ளது. எங்கும் சிடக்கக்கடிய எனிய குப்பகருவி வைக் கொண்டு எவ்வாறு பெற்றிக்கூடியது என்கிடக் கூடிய நீதியை என்பதை இது உரைந்த விருது. அதேவேலே இது நாடப்பழும் கவியத்தின் பருமன் வரிசையைத் தரும்; பின்னர், கருதப்பழும் கவியத்தைத் திருத்தமாகத் தனிக்குப் பொருத்தமான பரிசோதனையொன்றைத் திட்டமிடலாம்.

செயற்பாடு 6. வெற்ற முகவையொன்றின் தினிவக் காண்க. அதை அதை கீல பளிக்கட்டிக் குற்றிகளை இட்டு, அதற்கு நியாயமான அளவில் உறுதியான பஸ்சன் கவாலையால் வெப்பம் வழங்குக. பளிக்கட்டிக் குற்றிகள் முற்றிலும் உருகுதற்கு எடுக்கும் நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்க. நீர் கொதிக்கத் தொடர்ணும் தாலாய் வரை தொடர்ந்து வெப்பம் வழங்குக. இதற்கான நேரத்தையும் குறித்துக் கொள்க. முகவையும் அதன் உண்ணுறையும் ஏத்தாழ அதை வெப்பப்புறவிலக்கு துறம்புவரை விட்டு, அவற்றின் தினிவக் காண்க. தொடக்கத்தில் எடுத்த பளிக்கட்டிகளின் தினிவக் காண்க.

மேற்படி தரவுகளிலிருந்து பளிக்கட்டியினால் உருகல் மறை வெப்பத்தின்கால பெறுமா அத்தை உம்மால் இப்பொருள் கவிக்க முடியுமா?

பளிக்கட்டியானது எவ்வாகவும் உருகுறிலையிலும் சிடக்கின்றபடியால் அது குப்படப் பரிசோதனைகளிலே உருகல் மறை வெப்பம் தனிக்கு வழக்கமாகச் செய்யப்பட்டுப்பெற விருது. மேலும், நீருக்கு இக்கவியத்தின் பெறுமானம் அத்தற்கு வசதியான ஒன்றுகளும் உள்ளது.

மற்றெல்லாப் பொருள்களுக்கும் நாம் முதலில் அப்பொருள்களைச் சூடாக்கி அவ்வாறு நின் உருகுறிலைக்குக் கொண்டு ஏறவேண்டும்; அவ்வழிச் சிக்கல்கள் உள்ளன. மேலும், சிறப்பாக உலோகங்களும் கலப்புலோகங்களும் மிகவும் உயர்ந்த உருகல் மறை வெப்பம் உடையது; அத்தகைய மறை வெப்பத்தை எனிய முறையொன்றும் அத்தல் இயலாது.

செயற்பாடு 7. நீரங் மறை வெப்பத்தைச் செம்மையாக்க தனிகளே இச்செயற்பாட்டின் நோக்கமாகக்கொல், நாம் சீல முற்காப்பு நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளவேண்டும்.

இது ஒரு கலை முறையாகும்; அதாவது, கலோரிமானிலிருந்து ஏற்கெனவே உள்ள திருடன் பளிக்கட்டி சேர்க்கப்படும். பளிக்கட்டி நீரில் மிகக்குமாதலால், நீருக்குப் புதுத்தேவுள்ள பளிக்கட்டிப் பகுதியானது எவ்வளவில்தனிருந்து வெப்பத்தைப் பெற வாய்க் கூடும். இதனால் எழுவொன்று தோற்றும்; மேலும், இவ்வாறு சிடக்கப்பெறும் வெப்பத்தின் அளவை நாம் அறியோம், அது சீல முற்காப்பு கவிக்கவும் முடியாது, எனவே, பளிக்கட்டியை மிகக்க விடலாகாது. கலோரிமானிலிருந்து பளிக்கட்டியைப் பெற வேண்டும் அதை அழித்து கைக்கவும், படம் 15.2 இற் காட்டியின் உலோக விலக் கடு ஓன்று எவ்வளவார் உபாயமாகும்.

அத்து, பரிசோத இனயின் எக்கட்டத்திலும், கலோரிமானியின் வெளி மேற்பரப்பிற் பளி படியாதவாறு நாம் கவனமாக இருக்க வேண்டும். பளி படியின், வெப்பக் கைம் மாறவிலே "தெரியாப் பொருள்" ஒன்று பங்கெடுக்கும். இது நடவாமல் இருத்தந்து, எவ்வளவு பளிக்கட்டியை நாம் சேர்க்கலாம் என்பதை அறியும் பொருட்டே மன்னேடுப் பரிசோத இன வெங்கியதாயிற்று.

இதையாகவுள்ளது, வெப்ப 'நயம்' என்றும் பிரச்சினை. பளிக்கட்டியைச் சேர்க்கும்போது, கலோரிமானி குளிர்வும்; அப்பொழுது அது வெளியிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெறும். அத்தியாயம் 14 இல் நாம் படித்த 'குளிர்வுத் திருத்தம்' போல இங்குச் 'குடாக்கற் றிருத்தம்' செய்தல் வெங்கியதாசிறது. வெப்ப நயத்தைத் தவிர்க்குமுகமான எனிய முறையொன்று கீழ்வருமாறு:

எவ்வளவில் இதுதி வெப்பநிலை அறை வெப்பநிலைக்குக் கிழே இருக்குமோ, அவ்வளவில் அறை வெப்பநிலைக்கு மேலே தொடக்க வெப்பநிலை இருக்குமாற கலோரிமானியையும் அதனுள் இருக்கும் நீரையும் குடாக்கக் கூடுக்கும். அப்பொழுது, கலோரிமானியும் நிரும் பரிசோத இனயின் முற்பகுதியில், சுற்றுடைக்கு வெப்பத்தைக் கொடுக்கும்.

அதன் பிழ்பகுதியில், சுற்றுடையிலிருந்து வெப்பம் பெறும். எனவே, சராசரியில், வெப்ப நயமோ நட்டமோ இராது.

உமத நோக்கல்களைக் கீழ்வருமாறு அட்டவ இனப்படுத்தக.

செப்புக் கலோரிமானி + கலக்கி + குரு ஆகியவற்றின் திணிவு

செப்புக் கலோரிமானி + கலக்கி + குரு + நீர் ஆகியவற்றின் திணிவு

குடாக்கப்பட்ட கலோரிமானி + கலக்கி + குரு + நீர் ஆகியவற்றின் வெப்பநிலை

 $= m_1$ 
 $= m_2$ 

சேர்த்த பளிக்கட்டி சரி கணக்காக உருகியிருக்கும்போதன்ன இதுதி வெப்பநிலை

 $= m_1$ 

கலோரிமானி + கலக்கி + குரு+மொத்த உள்குது நீர் ஆகியவற்றின் திணிவு

 $= m_2$ 

செம்பின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு (தரப்பட்டது)

 $= m_3$ 
 $= B$ 

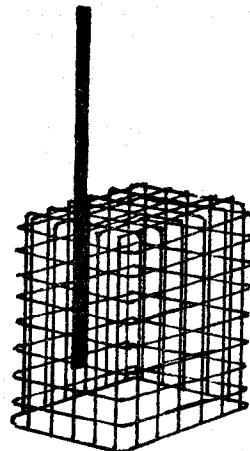
'இழந்த வெப்பம் = பெற்ற வெப்பம்' என்ற கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்தி உம் மால் இப்பொழுது பளிக்கட்டியின் உருகல் மறை வெப்பத்தைக் கணிக்க முடியுமா?

(அ)  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை நீராகப் பளிக்கட்டி உருகவும் (ஆ) உருகிய பளிக்கட்டியின் வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை உம் கரை ஏறவும் (முந்தியதே மறை வெப்பம்) பளிக்கட்டி யால் வெப்பம் ஈட்டப்படும் என்பது குறித்தந்தாலுது.

இன்னிரு செயற்பாடுகள் தரும் பெறுமானங்கள்பற்றி உமத கருத்த யாது?

15.25 உருகுநிலையை மூலம் கருத்துப்படி பாதிக்கும் முறை

திரைப்படங்களில் துங்கஞும் பெண்களும் பளிக்கட்டியில் சுறக்கிச் செல்வதைப் பார்த்திருப்பிர். தேவை அரசுப் பேரவைக் கட்டடம் போன்ற அத்தினைப் பெரிய பளிக்கட்டி

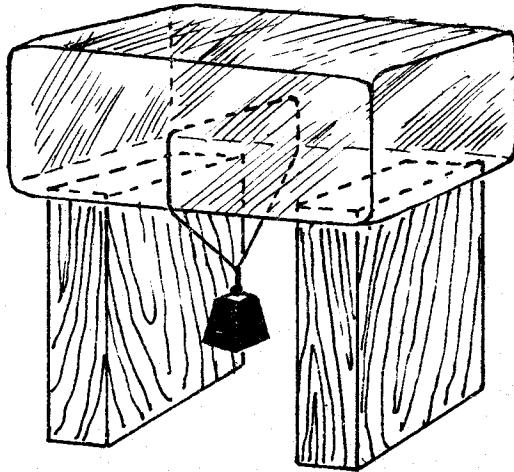


படம் 15.2

ஏப் பாகநகலாளன் பளிக்கட்டி ஆறுகளின் பாப்ச்சல்பற்றிக் கேள்விப்பட்டிருப்பீர். இங்கிலிங்கம் யாது?

செயற்பாடு 8. மிகச் செயிய பளிக்கட்டிக் குற்றியாள்களைப் பெற்று, அதனைப் படம் 15.3 இற் காட்டியுள்ளவாது உயரமான இரு மரக் கட்டைகளின்மீது இருந்தது.

குற்றியாள்கள் தனர்ந்த தட மொள்கை இருக்கும். தடத்தி விருந்த (எழுத்தாழு 5 kg போன்ற) பாரமிக்க நிறையொள்கைத் தொங்கவிடுக. கம்பி மெல்லியதாகவும் அதே நேரம் வள்ளுமையாக ஓம் இருந்ததல் வேண்டும். சில மணி நேரங்களுக்குப் பின் நடந்திருப்பதைக் காண்க. கம்பியாளது பளிக்கட்டிக் குற்றியைக் கணிசமான தாரம் வெட்டியிருப்பதையும் வெட்டிடு மூடப்பட்டிருப்பதையும் காண்பீர்.



படம் 15.3

கம்பி மெல்லியது; மேலும், அது பாரமான கைமையைக் காஷ்டிக்கிறது; எனவே, கம்பிக் குக் கீழே, பளிக்கட்டியின் அமுக்கம் பெரியதாகும். கம்பிக்கு நேர் கீழேயுள்ள பளிக்கட்டி உருளி, கம்பி செல்லுதற்கு இடங்கொடுத்திருக்க வேண்டும். எனவே, அமுக்கத்தாற் பளிக்கட்டியின் உருகுநிலை தாழ்த்தப்படுகிறது. அமுக்கம் விழுவிக்கப்பட்டதும், உருகுநிலை 10° இஞ்சு மீனா, கம்பிக்கு மேலேயுள்ள நீர் உறைந்தவிடும். இத்தோற்றப் பாடாளது மின்சூரைவு எனப்படும்; அமுக்கப் பிரயோகம் பளிக்கட்டியின் உருகுநிலையத் தாழ்த்தும் என அது காட்டுகிறது.

உறைதலின்போது விரிவுதும் எல்லாப் பதார்த்தங்களின் உருகுநிலைகளும் அமுக்கப் பிரயோகத்தாலே தாழ்த்தப்படும் எனக் காணப்படுகிறது.

(அ) சுறக்கு மினியாளது சப்பாத்துடன் கட்டப்படும் கர் ஒருமுடைய உலோகத் தட்டாலாகும் எனக் கொண்டு பளியிது சுறக்கிச் செல்ல வையும்

(ஆ) பளிக்கட்டி ஆறுகளின் அசைவையும் இப்போது நீர் விளக்குவிரைவா?

15.3 திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாறல் தொழில்பாடுகள்  
போதிய அளவு குடாக்கப்படுமிடத்து எல்லாத் திரவங்களும் கொதித்த ஆறுகள் ரை என்பது எழுத அதுபவம். திரவத்துள் (வளி அள்ளு) ஆவிக் குழிகள் உட்ஸந்தாங் கொதித்தல் புலனுகிறது.

திராஸு என்கில் அவ்வாகப் பெற்றக்கூட துவகாஸம், மந்திரத் திரவங்களைக் காட்டுவதும் அதைக் கொண்டு சில காலத் தோற்றப்பாடுகளை எழில் குராய் முடியும் துவகாஸம் நாம் கொதிக்கப்பற்றி உத்தான் நீரையே பயன்படுத்தவேண்டும். சிமே சில ஏதுக்கூடுதல் காலின் செயற்பாடுகளில், முன்னர் கொதிக்க ஒரு வைத்த நீரைப் பயன்படுத்தவே பொருத்தமானது; அவ்வாறு செய்தால், நீரைப் பின்னர் குடாக்கும் போத வளிக் குழிரிக்க தோன்றுமாட்டா.

செயற்பாடு 9. தொடக்கத்திலே அதை வெப்பநிலையினாந்த நீரை, முக்கைவொன்றில், நியாயமான அளவில் உத்தியாக பங்கள் கூடாலையாற் குடாக்குக. நீரில் அமிழ்ந் திருக்கும் வெப்பமானியான்கறப் பயன்படுத்தி, இரு நியங்களுக்கொரு முறை வெப்பநிலையைப் பதில் செய்க. எல்லா நீரும் கொதிக்க மறையும்வரை குடாக்கலைத் தொடர்ந்த நடத்துக; நடப்பவை யாவற்றையும் அவதாளிக்க. வெப்பநிலை-நேர வளையியான்கற வரைக; அது (a) ஆகட்டும். இன்ன வளையியின் வடிவத்திலிருந்து நீர் கூதிக்க அறிவுத் தொடர்ந்து வரைக?

முந்தீய செயற்பாட்டிற் செய்தவாறு, முன்னேற்பாடாகக் கொதிக்க வைத்து அறியுள்ள அதே அளவான நீரில், ஏற்றாழ 5 மீ கறியுப்பைக் கரைத்துச் செயற்பாட்டிட மீண்டும் செய்க. செயற்பாட்டின்போது நடப்பவை யாவற்றையும் நோக்குக. இவ்வகையிலும் வெப்பநிலை-நேர வளையியான்கற வரைக; அது (b) என்க. (b) இன்ன வடிவத்திலிருந்து நீர் கூதிக்க அறிவுத் தொடர்ந்து வரைக?

இன்னிரு வளையிகளும் எல்லாத் திரவங்களுக்கும் வகுக்கமாதிரியானவை.

(பொருள் எதுவும் கரைந்திராத) தாய் திரவமொன்று வரையறந்தவாரு வெப்பநிலையிற் கொதிக்கத் தொடங்கும் எனவும், எல்லாத் திரவங்கும் கொதிக்க மறையும்வரை அவ்வெப்பநிலை உத்தியாக இருக்கும் எனவும் கண்ணரா? வரையறந்த இவ்வெப்பநிலையானது அஞ்சிய திரவத்தின் கொதிநிலை எனப்படும். நியம வளிமன்ற அமுக்கத்தில் நீரின் கொதிநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  ஆகும்.

உப்புக் கரைசலுக்கு (I)  $100^{\circ}\text{C}$  இற்கு ஒடு சில பாகை கூடிய வெப்பநிலையிலே நான் அக்கரைசல் கொதிக்கத் தொடங்கிற எனவும், (II) தாய் நீருக்கு இருந்த வாறு அவ்வெப்பநிலை உத்தியாக இருக்கவில்லை எனவும் நீர் கண்டவிருந்தும் வரைபு (b) இலிருந்தும் அறிந்து கொண்ணரா?

ஆகவே, (அ) கரைசலையின் கொதிநிலை கரைப்பாளின் வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் கூடியது எனவும், (ஆ) கரைசலின் செறிவு கூட அக்கரைசலின் கொதிநிலை ஏழும் காண்கிறீர்வா?

வெப்பமானியான்றின் நிலையான மேற் புள்ளியைக் காறுவழித்து, குழிமானது கொதிக்கும் நீரில் அமிழ்ந்திராமால் அதற்கு ஒரளவு மேலே இருந்தப் பேண்டும் என்பது உமக்கு இப்பொழுது விளங்குகிறதா?

15.31 ஆவியாதலின்போது கனவளவு மாறுவும்

கொதிநீராவி எஞ்சிலினரின் கொதிகலத்திலே, வரையறத்த கனவளவில் நீர் கொதிக் குமாறு செய்யப்படும். நீர் கொதிநீராவியாக மாறி, அழுக்கம் பல நூறு வளம்கூடிய அழுக்கம் வரை ஏற்றும். கொதிநீராவியானது எஞ்சிலின் உருளையுள் அழுதிக்கப்படுமிட்டது, அது விரிந்து முசலத்தை விரைவாகத் தண்டும். எனவே, நீர் ஆவியாக மாற்றப்படுமிட்டது மகத்தான் கனவளவு மாற்றம் நிகழ்விற்கு என்பது தெளிவு.

15.32 தீரவங்களின் ஆவியாதல் மறை வெப்பம் பற்றிய கருத்து

செயற்பாடு 9 இன் முதலாவது பகுதியில் முகவையொன்றிலே நீர் நீரைக் கொதிக் கச் செய்தீர். கொதிந்தல் தொடங்கியதும் வெப்பநிலை மாறுதிருப்பதைக் கண்ணார். கவாலை நீருக்கு வெப்பத்தைத் தொடர்ந்து வழங்கிவிந்தபோதிலும், அங்கெலப்பம் வெப்பநிலை அதிகரிப்பை உண்டாக்கவில்லை. இவ்வாறு உஞ்சப்பட்ட வெப்பச் சக்திக்கு நேர்வது யாது? சக்தியானது அழிந்தொழில்விடமாட்டாது. அது மறைவது போன்ற தோற்றினால், உண்மையில் அது எமக்குப் புலஞ்சாத ஒர் உருவத்தக்கு மாற்றப்படுகிறது என நாம் கொண்டாம்.

கொதிந்தலின்போது நீருக்கு வழங்கப்படும் வெப்பச் சக்தி மறைத்து வைக்கப்படுகின்றது எனக் குறிக்கிறோம்; எனவே, அக்கற்றிற்கு ஒத்தாப் தீரவமொன்று ஆவியாதல் மறை வெப்பம் என்றும் கனியம் பற்றிப் பேசுகிறோம். இது ஒர் அளக்கத்தக்க கனியம் ஆகும். ஏனெனில், வெப்பச் சக்தியை எம்மால் அளக்க முடியும்.

தீரவமொன்று ஆவியாதல் தன் மறை வெப்பமானது, அத்தீரவத்தின் கொதிநிலையிலே, வெப்பநிலை மாறுதிருக்க,  $1 \text{ kg}$  தீரவத்தை ஆவியாக மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பச் சக்தி என வரைவிலக்கும் குறப்படும். இக்கனியம்  $J \text{ kg}^{-1}$  இன் அளக்கப்படும்.

15.33 நீரின் ஆவியாதல் தன் மறை வெப்பத்தைத் தீர்க்க

செயற்பாடு 10. இது ஒரு முன்னேடுக் கெயற்பாடு. இதன் நோக்கம் அளக்க இருக்கும் கனியத்தின் வரிசையை உணர்ந்துகொள்ளல். அதை வெப்பநிலையின்னுடைய ஒரளவு நீரை முன்னே நிறுத்திருக்கும் பெரிய முகவையில் இட்டு, முகவையையும் அதன் உண்ணறையை மும் நிறுத்தப் பின்னர் பண்கள் கவாலையிற் குடாக்குக. நீர் (அ) அதன் கொதிநிலையை அடைய, (ஆ) பின்னர் கொதிந்த மறையை ஆகும் நேரங்களைக் காண்க.

பயன்படுத்தியுள்ள நீரின் தீவிரம், மேற்படி இரு நேர ஆயிகடக்கும், நீரின் தன் வெப்பச் சக்காள்ளளவும் ( $4200 J \text{ kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) தெரியுமாலால், நீரினது ஆவியாதலின் தன் மறை வெப்பத்தைப் பரும்படியாக மதிப்பிட உம்மால் முடியுமா? முகவையில் வெப்பச் சக்காள்ளளவைப் புறக்கிண்க.

செயற்பாடு 11. நீரினது ஆவியாதலின் தன் மறை வெப்பத்தைத் தீர்த்தமாகத் தீர்க்கும் இச்செயற்பாட்டில், கொதிநீராவி ஒடுக்கி எனப்படும் உபகரணமொன்று பயன்படுத்துகிறது.

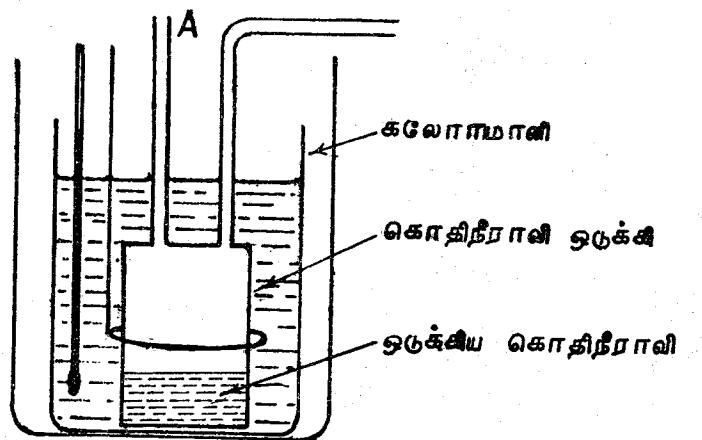
தப் பெறுகிறது. இது கொதிநீராவி நுழைதற்கும் வெளியேற்றும் குழாய் வழிகள் கொண்டதோரு செப்பு அறையாகும்.

வெற்றுச் செப்புக் கலோரிமானியான்றையும் கலக்கியையும் ( $0.1 \text{ g}$  திருத்தத்தடி) நிறுக்க; அவற்றின் நிறை  $\pi_1$  என்க.

அடுத்து, கலோரிமானிலே ஒருக்கி இடுக்கும்போது அது சரிவர நீரில் அமிழ்ந்திருக்கப் போதியதான் நிறைக் கலோரிமானிலே இட்டு, ( $0.1 \text{ g}$  திருத்தத்தடி) நிறுக்க; இந்நிறை  $\pi_2$  என்க.

$0.01 \text{ g}$  திருத்தத்தடி ஒருக்கியை நிறுக்க; இந்நிறை  $\pi_3$  என்க.

ஒருக்கியின் நுழைவறி மூலை, வெளிவறி மூலை என்பது நீர்மட்டத்திற்கு மேலே இருந்தல் வேண்டும். நிறுக்கும் வேலையைத் தொடங்குமுன், கொதிநீராவிப் பிறப்பாக்கியைச் சூடாக்கத் தொடங்கியிருப்பது வேண்டும்.



படம் 15.4

நீரின் வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  ஜ வாசிக்க. பிறப்பாக்கியிலிருந்து கொதிநீராவி யாது ஒரு தடையின்றி வெளிவரத் தொடங்கியதும், கொதிநீராவிப் பொறியின் வெளிக் குழாயுடும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் உலோகக் குழாயை A யில் சென்க.

ஒருக்கியினே கொதிநீராவியை அப்பத் தொடங்கிய கண்ணிலிருந்து, அரை நிலி நேர ஆயிடகளில், வெப்பநிலை வாசிப்புகள் ஏடுக்க; நீர் தொடர்ந்து கலக்கப் பட வேண்டும். நீரின் வெப்பநிலை  $5^{\circ}\text{C}$  அளவில் ஏறியதும் வழங்க குழாயை அப்முறப்படுத்தக; அல்ல, வெப்பநிலை  $2^{\circ}\text{C}$  அளவில் இரண்டும்வரை, தொடர்ந்து, அரை நிலி நேர ஆயிடகளில், வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்க.

அடுத்து, கலோரிமானியிலிருந்து ஒருக்கியை வெளியே ஏடுத்து, அதன் வெளி மேற் பரப்பியுள்ள ஈரத்தைத் தடைத்த,  $0.01 \text{ g}$  திருத்தத்தடி அதை நிறுக்க; அந்நிறை  $\pi_4$  என்க.

எனவே, கொதிநீராவியிலிருந்து ஒருக்கியை நீரின் நிறை  $\pi_4 - \pi_3$  கும்.

0.1 ம் திருத்தத்தைச் கலோரமானியும் 0.01 ம் திருத்தத்தைச் சூக்கியும் நிதி கப்பட்டத என்?

நேரத்திற்கு ஏதிரே வெப்பதிலையைக் கண்கி ஒரு வரைபு ஏராக. இன்னையைக் கிடைக்க (அ) அடையப்பட்ட உயர்வு வெப்பதிலை ம் ஜியும், (ஆ) அங்கூரியர்வு வெப்பதிலை அடையப்பட்ட காந்தக்குச் சந்தம் பிள்ளர் குளிர்வு வீதத்தையும் பெறுக.

அத்தியாயம் 14 இல் கிடைக்கக் கழியுக்களாக குளிர்வுத் திருத்தத்தைக் கண்கி, ம் உடன் அதைச் சேர்த்து, சரியான இது வெப்பதிலை ம் ஜியும் பெறுக.

இப்பொழுது, நீரினது ஆவியாதலின் தன் மறை வெப்பத்தைக் கணிப்பதற்கான எல்லாத் தரவுகளும் கிடைத்தியிட்டன; செம்பிள் தன்வெப்பப்பக் கொள்ளலு தொந்தது.

கலோரமானத்தின் அடிப்படைத் தத்துவம், அதாவது

பெற்ற வெப்பம் = இழந்த வெப்பம்

என்பதைப் பயன்படுத்தி, கண்பை நடத்துக. இங்கு, கொதிநீராவிலின் வெப்ப நிலை  $100^{\circ}\text{C}$  என்ற எடுத்தக்கொள்ளலாம். நீரினது தன் மறை வெப்பத்தின் திருத்தமான பெறுமானம்  $2260 \text{ kJ kg}^{-1}$  ஆகும்.

### 15.34 கொதிந்தலின் சிறப்பியல்புகள்

உருகலின் சிறப்பியல்புகள் சூக்கமாகத் தொகுத்துக் கூறப்பட்டாலும், கொதிந்தலின் சிறப்பியல்புகளையும் கறவோம்.

(1) தீரவுமொன்ற வரையறந்தவோரு வெப்பதிலையின் கொதிக்கும்; அத் தீரவுத்திற்குச் சிறப்பாகவிரைய அவ்வெப்பதிலையானது தீரவுத்தின் கொதிநிலை எனப்படும். தீரவும் முற்றிலும் கொதிந்த மறையும்வரை, அதன் வெப்பதிலை அப்பெறுமானத்தின் மாறுதிருக்கும். உண்மையின், தீரவுத்திலை தாக்கும் வெளியுருக்கம் கொதிநிலையைப் பாரிக்கும்; அதுபற்றிப் பிள்ளர் படிப்போம்.

(2) தீரவு-ஆவி நிலைமாற்றத்தின்போது கணவளவு மாற்றம் நிகழும்; அது எப்போதும் அதிகாரிப்பாகவே இருக்கும்.

(3) கொதிந்தலின்போது வரையறந்தவோர் அனா வெப்பம் உறிஞ்சப்படும். உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பமானது சம்பந்தப்பட்ட தீரவுத்தின் வெப்பதிலையில் ஏற்றத்தைக் காட்டாத ஒன்று அல்லது மறைந்த இருக்கும். தீரவுமொன்றின் ஒர் அலகுத் திணிவால் உறிஞ்சப்படும் வெப்பப்க் கணியம் அத்தீரவுத்திற்கேயுரியதொரு சிறப்பியல்பாகும்.

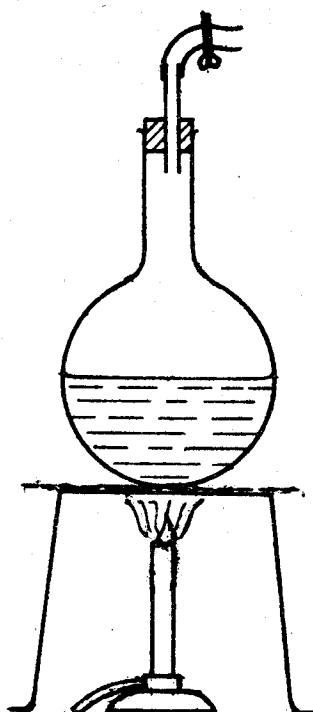
### 15.35 தீரவுமொன்றின் கொதிநிலையை அமுக்கம் பாதிக்கும் விதம்

நுவரேலியாவில் வடித்த தேநீர் கொழும்பில் வடித்த தேநீரைப் போன்ற அத்துணைக்காரமானதன்ற எனவும் நுவரேலியாவில் உணவுப் பொருள்களைச் சுமத்தல் கஷ்டம் எனவும் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்; ஒருவேளை இந்த அதுபவும் உமக்கே ஏற்பட்டிருக்கலாம். கடம்மட்டத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்த இடங்களில் நீர் குறைந்த வெப்பதிலையிலை

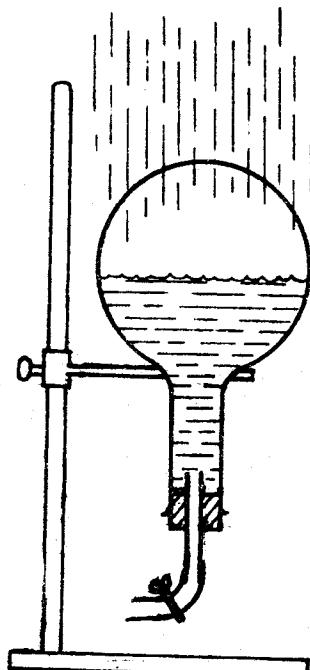
கொதிக்கும் என்பதே இங்களிக்கம். நாம் ஏழ்போத வளிமண்டல அழுக்கம் குறைந்து கொள்டே போன்றமையால், அழுக்கம் குறையுமித்தத் திரவமொன்றின் கொதிநிலையும் குறையும் என்பதை தெரிய. அழுக்க ஏற்றம் கொதிநிலையை உயர்த்தும் என நாம் எதிர்பார்க்கலாம்.

உயரமுக்கச் சமைப்ற்கருவிப்ரிக் கென்விப்பட்டிருப்பிர்; ஒருவேளை அக்கருவி முதலில்லத்தல் இருக்கக்கூடும். இச் தடிந்த கருடடய முடிய பாத்திரம்; அதன் இருக்கம் அழுக்கம் ஒடு குறித் தெருமாளத்தை விழுக்கிட்டத், அதைச் சொருத்தப்பட்டிருக்கும் காப்பு வாஸ்வி நிறபடும். இதில் (கண்டிப்பால் திருடன்) உணப் பொருள் சமைக்கப்படும்போது, அதன் உள்ள அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்தை விழுக்கிட்டமையால், அதிலின் தீராளத  $100^{\circ}\text{C}$  ஜ விழுக்கம் வெப்பதிலையிலேதான் கொதிக்கும். இது காரணமாக, உணப் பொருள் நன்கு சமைக்கப்படும். இங்கு இன்னுமொரு நயமும் உள்ளது; தமிழ்ந்த பாத்திரங்களில் உணப் பொருள்கள் சமைக்கப்படும்போது, ஓக்ஸியமான வட்டச்சந்தகன் கொதிநீராவியோடு வெளியநிறும்; மேற்படி கருவில் அதற்குநீர் உல.

அழுக்கம் அதிகமானும்போது திரவமொன்றின் கொதிநிலையும் உயர்த்தப்படும் எனவும், அழுக்கம் குறையும்போது கொதிநிலை தாழ்த்தப்படும் எனவும் மேற்படி அதைச் சொல்ல கவிருந்து தெரியாம்.



(a)



(b) நீர் கொதிக்கிறது

செபற்பாடு 12. 500 ml கொள்ளவேண்டும் உருண்டக் குழுவெயாள்கள் எடுத்த, அதன், படம் 15.5(a) இற் காட்டியுள்ளவாத கண்ணுக்கு மூலம், நப்பர்க் குழாய் குவீவற் றையும் நெருக்கு கண்ணெயாள்றையும் கொண்ட நப்பர் அடப்பாலேன்றைப் பொருத்து. குழுவெயை நீரால் அறையளவு நிரப்பி, கங்கிலிக்கு. நீர் தங்க தடையின்றிக் கொதிக்கும்வரை, குழுவெயைப் பண்சன் கவாலையிற் குடாக்குக. ஒரு சில நிமிடம் நீர் தொடர்ந்து கொதிந்தபின், கவாலையினிற்கு குழுவெயை எடுத்த (என்?) கவ்வியை இட்டு குழுவெயைத் தலைகீழாகப் பிழிக்கருவியொன்றுள் நிறுத்தக (படம் 15.5(b)). இதற்குள் நீரானது கொதிநிலையினிற்கு இறங்கியிருக்கும். இப்பொழுது தலைகீழாக்கிய குழுவெயை நீர் வார்த்தால், அதன் வெப்பத்தை கண்டிப்பாய்  $100^{\circ}\text{C}$  இற்குக் குறைவாக இருக்கிறபோதிலும் குழுவெயைன் நீர் கொதிக்கத் தொடங்கின்றும்.

தொடக்கத்திலே, கொதிக்கும் நீரிலிருந்து உற்பத்தியானையை கொதிநீரானியானது குடுவையில் இருந்த வளியைப் பெருமளவில் வெளியே தள்ளியிருக்கும்; ஆனால், நப்பர்க் குழாய் கண்ணுப்பட்டிராதபடியால், உள்ளறுக்கம் வளிமண்டல அறுக்கமாகவே இருந்தது. குழாய்க்குக் கண்ணியிட்டு, குளிர் நீர் வார்த்தபின்றி, குழுவெயை

(1) கொதிநீராவி ஒடுங்கியிட்டுமையாலும்

(2) இப்பொழுது மீகவும் குறைவாகவே வளி இருக்கின்றமையாலும்

உள்ளறுக்கம் இறங்கியிருக்கவேண்டும். எனவே, (திரவத்தைக்குப்) புழுதேயுள்ள அறுக்கம் குறையுமிட்டுக் கொதிநிலை இறங்கும் எனக் காணப்படும்.

அமுக்கத்துடன் நீரின் கொதிநிலை என்னாது மாறுகிறதென்பது கவனமாக ஆராயப்பட்டுள்ளது: 1 mm இரசம் அளவில் அமுக்கம் அதிகரிக்குமிட்டது, நீரின் கொதிநிலை ஏத் தாழ ம்  $0.037^{\circ}\text{C}$  அளவில் உயரும் எனக் காணப்பட்டுள்ளது.

அமுக்கத்துடன் நீரின் கொதிநிலை மாறும் அளவுபற்றிய அறிவிலும் பயன்படுத்தி, கடல் மட்டத்திற்கு மேலேயுள்ள ஓர் இடத்தின் குத்தயரத்தைத் துவியலாம். உயர் குத்தயரத்தி ழள்ள நிலையத்தில் நீரின் கொதிநிலை துவியப்படும். இது 0 எனில்,  $(100-0)^{\circ}\text{C}$  ஆனது கொதிநிலைத் தாழ்வாகும்,  $\frac{100-0}{0.037}$  mm இரசம் கடல்மட்டத்திலும் நிலையத்திலும் உள்ள வளிமண்டல அமுக்கங்களின் வித்தியாசமாகும். குத்தயரத்துடன் வளிமண்டல அறுக்கம் குறையும் முறை தெரிந்திருக்கின்றமையால், நிலையத்தின் குத்தயரம் கிடைக்கப்பெறும்.

• மலையேறநர் தாம் ஏறி அடைந்த மலைச்சிகரங்களின் குத்தயரங்களைக் காணப்பதற்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

### 15.36 மறைவும் வெப்பத்தின் கதி

புதார்த்தமொன்று தண்ம நிலையினிற்கு திரவ நிலைக்கு அல்லது திரவ நிலையினிற்கு ஆவி நிலைக்கு மாறுமிட்டது, யாதொரு வெப்பநிலை மாற்றமும் விடையாது, அப்பதார்த்தத்தின் ஓர் அலகுத் தீவிவானது வரையறந்தவோர் அளவு வெப்பச் சக்தியை உறிஞ்சும் எனக் கண்டுகொண்டோம்; அவ்வெப்பச் சக்தி பதக்கப்பட்டு அல்லது மறைந்து இருக்கிறது என்றும் கருதுகிறோம். ஆனால், ஒரு நிகழ்வுக்குப் பெயர் குடிவிட்ட மாத்திரமே

அந்திகழ்ச்சி விளக்கப்பட்டுள்ளது என்ற பொருந்தால். எனவே, மேற்படி சக்திக்கு என்ன நோர்ந்துள்ளது எனக் கேட்க வேண்டியதாகிறது; ஏனெனில், வெப்பம் சக்தியின் ஓர் உருவம்; அதை அழிக்கவோ படைக்கவோ முடியாது, ஆனால் அதனைப் பிரிதொரு சக்தி உருவமாக மாற்றி வைக்கலாம்.

பதார்த்தமொன்றின் அனுக்கள், மூலக்கறுகள் ஆசியுற்றின் இயக்கச் சக்தியானது அப் பதார்த்தத்தினால் வெப்பமிலையின் ஓர் அளவாகும் என நீர் பின்னர் விவரமாகப் படிக்க இருக்கும் சடத்தின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கை கற்பிக்கிறது.

தீண்மங்களில், அனுக்கரும் மூலக்கறுகளும் குறித்த தானங்களிற் கட்டுஞ்சூ சிக்கின்றன; அவை சுயாதீஸமாக இயங்காமல், அத்தானங்கள்பற்றி அதிரமுடியும்; அவற்றின் சக்தி முற்றிலும் அதிர்வுவழி வரும். தீண்மங்களில் வெப்பமிலை ஏற்பிடத்து, மூலக்கறுகளுடைய அதிர்வுகளில் வீச்சம் குடுதால் அதிர்வுச் சக்தி குழும். வீச்சம் பெருமளவிற் குடியதும், மூலக்கறுகள் ஒன்றேடொன்று மோதத் தொடங்கியிரும். இக்கட்டத்திலே, தீண்மங்களுக்கு வழங்கப்படும் சக்தியானது மூலக்கறுகளுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசைகளை மேலாகு முகமாகப் பயன்படுத்தப்பெறும். இதன் விளைவாக, மூலக்கறுகள் சுயாதீஸமாக அசைந்த திரிய முடிகிறது; எனவே, தீண்மம் திரவமாயிற்று. இவ்வாறு உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பமானது அமுத்தச் சக்தியாக, அதாவது நிலைப்பண்புச் சக்தியாக மாறும்; அது ஒரு வகை மறை சக்தியாகும். எடுத்தக்காட்டாக, அமுக்கப்பட்ட வில்லான்று எமக்குப் புலனுகாத அமுத்தச் சக்தியையுடையது. ஆனால், அதிரும் வில் நாம் கண்ணரக்கூடிய இயக்கப்பாட்டுக் சக்தியையுடையது. இவ்வாறு, உருகற் கட்டத்தின்போது உறிஞ்சப்படும் வெப்பம் நிலைப்பண்பு அல்லது அமுத்தச் சக்தியாக மாற்றப்பட்டிருக்கின்றமையால், அது ஒளித்து அல்லது மறைந்து இருக்கிறது.

கொதிக்கும் திரவங்களில், உறிஞ்சப்படும் மறை வெப்பம் இரு தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பெறகிறது; அவ்விரு பயன்பாடுகளும் வெப்பச் சக்தி எமக்குப் புலனுகாத அமுத்தச் சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

இடைக்கப்பெற்ற வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியைத் திரவ மூலக்கறுகள் தமிழ்டையுள்ள ஒருங்கிணைவு விசைகளை வென்று வளிமண்டலத்திலே தப்பிச் செல்வதற்குப் பயன்படுத்தகின்றன. இங்கு வெப்பச் சக்தி அமுத்தச் சக்தியாக மாறுகிறது.

மேலும், நாம் முன்னர் கண்டாரத், நீர் கொதிநீராவியாக மாறும்போது, மகத் தான் கணவளவு அதிகரிப்பு நிகழ்கிறது. எனவே, கொதிநீராவி வளிமண்டல அமுக்கத்தை எதிர்த்த வேலை செய்ய வேண்டியிருக்கின்றமையால், அதற்கான சக்தியும் உறிஞ்சப்பட்ட மறை வெப்பத்திலிருந்து இடைக்கப்பெறகின்றது; அச்சக்தியும் அமுத்தச் சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

மேற்படி இரு சக்திக் கணியங்களும் ஒருங்கு சேர்ந்த ஆவியாதல் மறை வெப்பமாகின்றன; கொதிநீராவி நீராக ஒடுங்கையில், அவற்றைத் திரும்பப் பெறலாம்.

15.4 ஆவியாதல்

திரவமொன்று கொத்திக்கும்போது ஆவி நிலையை அடைகிறதென நீர் கண்டுகொள்ளார். அத்தகைய நிலைமாற்றத்தைச் சொடர்புபட்டுள்ள விதிகளை நாம் அறிவோம். கொத்தித் தலைத் தவிர, பதார்த்தமொன்று திரவ நிலையிலிருந்து வாழு நிலைக்குச் செல்லக்கூடிய இன்னொரு வழியும் உண்டு.

நீர் ஒரு சட்டையை (அல்லது உடையை) அலம்பி, திறந்த வெளியிலே ஒரு கொடியிலே தொங்கவிட்டிருப்பிர். அது விரைவாகவோ சற்றுத் தாமதமாகவோ உலர்ந்து விடும். அப்போது, சட்டையில் (அல்லது உடையில்) பற்றியிருந்த நீர் வளியில் மறைந்துள்ளது என்பது தெளியு. அந்நீர் ஆவியாக, அதாவது நீராவியாக மாற்றப்பட்டு இருக்கவேண்டும். நீர் அதைக் காலையிலோ நன்பகலிலோ மாலையிலோ கொடியிலே தொங்கவிட்டிருந்தாலும், அதாவது வளியில் வெப்பநிலை ஏதாவாக இருப்பதும், அது விரைவாகவோ சற்றுத் தாமதமாகவோ உலர்ந்திருக்கும்.

நீர் சட்டையைக் கொடியிலே விரிக்காமல் சுருட்டப்பட்ட நிலையிலே தொங்கவிட்டிருப்பதாகக் கருதுவோம். ஏற்தாழ ஒரு மணித்தியாலத்திற்குப் பின்னர், வெயிற்பட்ட சட்டை மேற்பறப்புப் பகுதி ஓரளவில் உலர்ந்தும் கருளின் உட்புறம் உலராமலும் இருப்பதைக் காண்பிர்.

ஆனால், கொடியிலே சட்டையை விரிந்துப் போட்டிருந்தால், சட்டையின் உட்புறமும் வெளிப்புறமும் ஒரே வீதத்தில் உலர்ந்திருக்கும். அதோடு, சுருண்ட நிலையில் இருந்ததிலும் பார்க்க இந்நிலையில் உலரும் வீதம் விரைவாகவும் இருக்கும்.

வெப்பநிலை உயர்வாக இல்லாத காலை வேளை அல்லது மாலை வேளையிலும் பார்க்க, வெப்பநிலை உயர்வாகவுள்ள நடுப்பகலிலே சட்டை விரைவாக உலர்வதையும் நீர் அவதானித்திருத்தல்கூடும்.

காற்றில்லா நாளிலும் பார்க்கக் காற்றுள்ள நாளிலே சுரமான சட்டை விரைவாக உலர்வதை அவதானித்திருக்கிறீரா?

மழை பெய்யா நேரங்களை எடுத்துக்கொண்டாலும்கூட, மாரியிலும் பார்க்கக் கோடையிலே சுரமான ஆடைகள் விரைவாக உலர்வதையும் அவதானித்திருக்கிறீரா?

ஏதாவதோரு காரணத்துக்காக நீர் உமது வீட்டிலென் ஈரச் சட்டையைத் தொங்க விடவேண்டியிருப்பதாகக் கொள்வோம். ஏற்தாழ ஒரு மணித்தியாலத்தின் பின்னர் சட்டையைத் தொட்டுப் பார்க்க; அதோடு, சட்டையைத் தொங்கவிட்ட அதேவேளையில் நீர் நிரப்பப்பெற்ற ஒரு பாத்திரத்தினுள் விரல்களை வைத்துப் பார்க்க. அப்போது நீரிலும் பார்க்கச் சட்டை குளிர்க்கியாக இருப்பதை உணர்வீர். மெருங்கோதமட்கலமொன்றில் விடப்பட்டுள்ள நீர் குளிர்க்கியாக இருப்பதை அவதானித்திருக்கிறீரா? அது ஏன் அவ்வாறு உள்ளது?

செயற்பாடு 13. உமது உள்ளங்கையிலே அறிந்தளவு மெதுஞ்சேர் மதசாரத்தை கூறுக. இப்போது உமக்கு என்ன அதுவும் ஏற்படும்?

இவியாக, உர்வ நிகழ்போத கட்புலகுக்குடிய நிகழ்ச்சியேதும் நடைபெற்றுப் பதை எப்போதாவது அவதாளித்திருக்கிறா?

பதார்த்தமான்த திரவ நிலையினால் தலி நிலைக்கு மாறம் இந்நிகழ்வாகது கொந்தல் நிகழ்வின்றும் பொரும் ஒதைப்பட்டுள்ளதன் இப்போத முடிவுசெய்திருப்பீர், ஆகவே. அதற்கு ஆவியாதல் என்றும் வேற பெயர் வழங்கப்பட்டுள்ளது.

இனி, எமது நோக்கங்களினால் ஆவியாதலைச் சிறப்பியல்புகளைப் பிரித்தெடுத்து, நாம் ஏற்கெனவே கற்றுள்ள கொதித்தலைச் சிறப்பியல்புகளுடன் அவற்றை ஒப்பிடுவோம்.

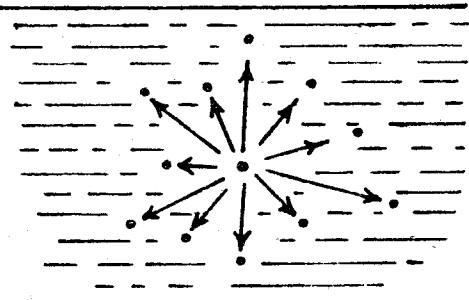
கொதித்தல்	ஆவியாதல்
1. வரையறந்தவாரு வெப்பநிலையில் நிகழ்விறது.	எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நிகழ்கிறது.
2. கண்ணுக்குப் புவப்படும் (குழிதிகள் உண்டாகின்றன).	கட்புலகாத.
3. திரவத்தின் கனவளவு எங்களும் நிகழ் விறது (திரவத்திலே குழிதிகள் உண்டாகின்றன). அது ஒரு கனவளவு நிகழ் முறை.	திறந்துள்ள மேற்பரப்பும் மாத்திரம் நிகழ்விறது. அது ஒரு மேற்பரப்பு நிகழ்முறை.
4. திரவத்தின் வெப்பநிலையால் (அ-த. கொதிநிலையால்) கொதித்தல் வீதம் பாதிக்கப்படுவதில் லை.	ஆவியாதல் வீதமானது திரவத்தின் வெப்பநிலையிலே தங்கியிருக்கிறது.
5. கொதித்தல் வீதமானது திறந்துள்ள பரப்பின் பரப்பளிக்கும் பாதிக்கப் படுவதில் லை.	ஆவியாதல் வீதமானது திறந்துள்ள பரப்பின் பரப்பளிலே தங்கியிருக்கிறது.
6. கொதித்தல் வீதம் காற்றிலும் அவ்வது அமுக்கத்திற்கு பாதிக்கப்படுவதில் லை (அலுவ் கொதிநிலை அவ்வாறுந்து).	ஆவியாதல் வீதம் காற்றிலும் அமுக்கத்திற்கும் பாதிக்கப்படுகிறது.
7. கொதித்தல் வீதம் வளிமன்றத்தின் சுரத்திலே தங்கியிருப்பதில் லை.	ஆவியாதல் வீதம் வளிமன்றத்தின் சுரத்திலே தங்கியிருக்கிறது.
8. கொதித்தல் குளிர்ச்சிய உண்டாக்குவதில் லை.	ஆவியாதல் குளிர்ச்சிய உண்டாக்குவது

### . அட்டவ இண 15.1

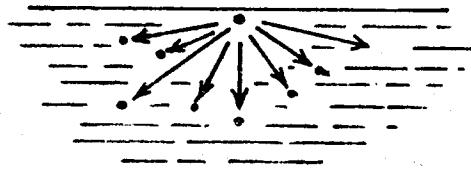
#### 15.41 ஆவியாதல்பற்றிய இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கை

நாம் ஏற்கெனவே உருகுதலுக்கும் கொதித்தலுக்கும் சடப்பொருளின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையைப் பிரயோகத்தினாலாம். இனி, அக்கொள்கையை ஆவியாதலுக்குப் பிரயோகிப்போம். ஆவியாதல் என்பது எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் மூலக்கூறுகள் திரவமொன்றின் சுபாதீஸப் பரப்பிலிருந்து மேற்கள் வெளியிடுவதே தப்பிச் செல்வதாகும்.

திரவத்தின் அகத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளுக்கு படம் 15.6 (a) இவள்ளுவாத குழந்தீருக்கும் மூலக்கூறுகளிலும் எல்லாப் பக்கங்களிலும் இழுக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இக்கவர்ச்சி விசகன் சமப்படுவதனால், மூலக்கூறுமிகு தெறிய விசயேதமில்லை (புளியீர்ப்புப் புறக்கவீக்கத்தக்கது). உட்புறத்திலுள்ள மூலக்கூறு திரவத்திலே கயாதீஸமாக அதைப் படித்து.



(a)



(b)

படம் 15.6

திரவத்தின் பரப்பிற்குக் கிட்டுவின் மூலக்கூற்றைப் பொதுத்தனவில் மேற்கூறியவாத நடைபெறுமாட்டாது.

கயாதீஸமாகப் பரப்பிற்குக் கிட்டுவின் மூலக்கூறுகள் அதனைச் சூழ்ந்தின் மூலக்கூறுகள் கவர்ச்சி விசகன் காரணமாக ஒரு தெறிய சீழ்வு இழுப்பை அதப்பிரித்துமொன்று படம் 15.6 (b) இனிருந்து காணலாம். தகவே, அது சாதாரணமாகத் திரவத்தின் ஏராளமாக நடைபெறும் மேஜன் வெவியூல்லே தப்பிச் செல்லுமாட்டாது.

தான், திரவமொன்றின் மூலக்கூறுகள் இயக்கப்பாட்டுச் சுத்தியைக் கொண்டது. மேலும், இயக்கப்பாட்டுச் சுத்தியானது மூலக்கூறுதோறும் வேறுபடுகிறது. விரவாகச் செல்லும் மூலக்கூறுகளும் உண்டு; மெல்வாகச் செல்லும் மூலக்கூறுகளும் உண்டு. சுராசா இயக்கப்பாட்டுச் சுத்தியை திரவத்தின் வெப்பநிலையைத் தாங்கிறது.

விரவாகச் செல்லும் மூலக்கூறுகளிடையே சூ, சீழ்வு இழுப்பை கொண்ட மேஜன் வெவியூல்லே தப்பிச் செல்லுதலைப் போதிய அடிய இயக்கப்பாட்டுச் சுத்தியைக் கொண்டுருக்கும். இதுவே குவியாதனின் விளக்கம்.

எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் விரவாகச் செல்லும் மூலக்கூறுகள் இருப்பதனால், துவாதல் என்னபெற்றிலையிலும் நடைபெறுவாம்.

விரவாகச் செல்லும் மூலக்கூறுகள் திரவத்தினிற்கும் வெவியெற்றுக், எஞ்சினிக்கும் மூலக்கூறுகளின் சுராசா இயக்கப்பாட்டுச் சுத்தி குறையும். எனவே, திரவத்தின் வெப்பநிலை குறையும். இதிரிருந்து குவியாதல் குவிர்க்கையை ஏற்படுத்துகிறது எனக் காணலாம்.

திரவத்தின் வெப்பநிலை உயர்த்தப்பட்டால், சீழ்வு இழுப்பை கெல்லப் போதிய சுத்தியைக் கொண்ட விரவான மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதோடு மேலும் பல மூலக்கூறுகள் தப்பிச் செல்லும். தகவே, வெப்பநிலை அதிகரிப்பாலை குவியாதலை

ஷக்குவிக்கும். திரவத்தின் சுயாதீஸப் பரப்புப் பெரிதாயின், தப்பிச்செல்வதற்கான வழி நீண்டாக இருக்கும். இதன் விளைவாக அதை அளவு மூலக்கூறுகள் தப்பிச்செல்லும்.

திரவப் பரப்பின்றும் தப்பிச் செல்லும் மூலக்கூறேன்று (வளி மூலக்கூறு, அல்லது அங்கே இருக்கிற இன்னொரு திரவ மூலக்கூறு போன்ற) இன்னொரு மூலக்கூற்றுடன் மோதி னல், அது திரவத்தன்னே திரும்ப ஏறியப்பட்டுச் சீறாப்பிழக்கப்படும். மேற்படி அதுக் கூறுக்கப்பட்டால் (அப்போது வெளியிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை கள் தூரக் கொண்டு செல்லப்படும்), மோதும் வாய்ப்புகள் குறைக்கப்படும்; சிறிதளவு திரவ மூலக்கூறுகள் மாத்திரம் திரவத்திற்குத் திரும்பி வருவதனால் ஆவியாதல் ஷக்குவிக்கப் படும்.

மூலக்கூறுகள் கட்டுலனுகாப் பொருள்கள் ஆதலால் அவை தப்பிச் செல்வதை அவதா ஷிக்குமுடியாது. ஆகவே, ஆவியாதல் - கொதித்த லைப்போவான்றி - கட்டுலனுகா நிகழ் வாகும். கொதித்தனின்போது, திரவத்திற் மூழிகள் உண்டாது, மேற்பரப்பிற்குக் கூடாது, மேலுள்ள வெளியிலுள்ள மறைந்துபோகும்.

ஆகவே, சடப்பொருளின் எளிய இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையானது ஆவியாதவின் பிரதான அம்சங்களைப் பொதுவாக விளங்கக்கூடியதாக இருப்பதைக் காண்கிறோம்.

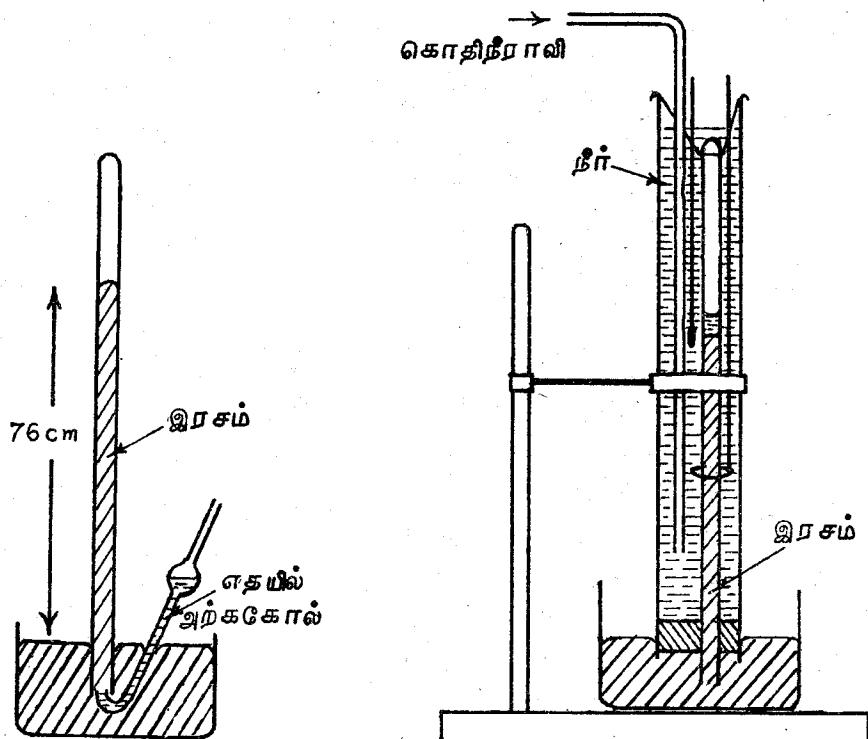
இனி, திரவமொன்று ஆவியாவதனால் உண்டாலும் ஆவியின் இயல்புகள்பற்றிப் படிப்போம்.

#### 15.42 நிரம்பா ஆவியும் நிரம்பிய ஆவியும்

திரவப் பரப்பொன்றிற்கு மேலுள்ள வளி அல்லது ஆவியானது ஆவியாதல் நிகழ்முறையிற் குறைக்கிறுகிறதெனக் கண்டோம். ஆகவே, எந்தாக விளங்கிக்கொள்ளும் பொருட்டு நாம் திரவமொன்று ஒரு வெற்றிடத்தினுள் ஆவியாதல் பற்றிப் படிப்போம்.

செயற்பாடு 14. ஏற்தாழ 85 cm நீளமும் 1 cm உள் விட்டமும் கொண்டதும் ஒரு மூன்றையில் அடைக்கப்பட்டதுமான கண்ணுடிக் குழாயொன்றை எடுத்துக்கொள்க (படம் 15.7). அதுகூடியில் முற்றுக இரசம் நிறப்பி, அதன் திறந்த மூன்றையைப் பெரு விரலால் முடி, சிறிய தாழியொன்றிலிருக்கும் இரசத்தினுள் இழும்புனையை வைக்க. அப்போது குழாயிலுள்ள இரசமெதுவும் சிந்தக்கடாது. பெருவிரலை அகற்றி, நிலக்குத் தான் நிலையிலே குழாயைப் பிடிக்குவியால் இருக்குக. இச்செயற்பாடு வெற்றியிட்டு தற்குக் குழாயினுள் வளி புதுதலாகாது. குழாயின் அருகிலே மீற்றர் அளவிடையொன்றைப் பொருத்துக. குழாயிலுள்ள இரசம் ஏற்தாழ 76 cm உயரத்திற்கு விழுந்திருப்பதை அவதானிப்பிர்கள். இவ்விரசமே பாரமாளியின் உயரமாகும். உண்மையாக நீங்கள் இங்கு ஒரு பாரமாளியை அமைத்துள்ளிர்கள். இரசத்துக்கு மேலுள்ள வெளி மூற்றுக் கெற்றால் உள்ளது. உண்மையாக அது ஒரு வெற்றிடமாகும். இவ்வெற்றிடத்தினுள்ளே திரவமொன்று ஆவியாதல் பற்றிப் படிப்போம்.

இங்கு நமகு தீரவமாக நீரைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், அது மிக மொத்தவாக ஆவியாசின்றுமையால் (என்?), நாம் விரைவாக ஆவியாசிற எதயில் அற்ககோடை இங்கு பயன்படுத்த விரும்புகிறோம். படத்திற் காட்டியவாது வளைந்தவாரு குழாயியைப் பயன்படுத்தி எதயில் அற்ககோலானது குழாயின் ஏடுப்புறத்திலே களித் தளி



படம் 15.7

படம் 15.8

யாக விடப்படுகிறது. இரசத்திலும் பார்க்க அற்ககோல் இலேசானதாகக்கூடியால், அது இரச நிரவிளைடாகக் கிணம்பி, வெற்றித்திட்டு புகுந்து, உடனடியாக ஆவியா சிறது. அது இரச நிரவிலைக் கீழே தள்ளும். இது, இரசத்திற்கு மேலேயுள்ள வெளியில் உண்டாக்கப்படும் அற்ககோல் ஆன் ஓர் அழுக்கத்தை உருந்துகின்றதெனக் காட்டும். இவ்வழுக்கமானது, அற்ககோல் விடப்படுமுன்னரும் விடப்பட்டபின்னரும் தாழியிலுள்ள இரச மட்டத்தைக்கு மேலே இருக்கும் இரச நிரவின் உயரங்களிலுள்ள வித்தியாசத்தைக் குச் சமமாகும்.

அற்ககோடைத் தளித் தளியாக இன்னும் சேர்க்க; அத்தளிகள் ஆவியாவதோடு, இரச நிரல் படிப்படியாகக் கீழே தள்ளப்படும். ஆவியழுக்கம் அதிகரிப்பதை இது காட்டும்.

ஆனால், இது வரையறையின்றி நடைபெறமாட்டாது. வெப்பநிலை மாறுமல் இருக்குமாயின், விடப்படும் அற்ககோல் தளிகள் மேஜும் ஆவியாகா நிலையொன்று ஏற்படும். அவை இரச நிரவின் உச்சீயிலே நிரவப் படையொன்றை ஆக்கும்.

இரசத்தக்கு மேலுள்ள வெளியில் இப்போது அங்கோல் துவி நிரம்பியிருப்பதாகக் கூறகிறோம். இப்போது ஒவி உதுற்றுவிற் அமுக்கமானது பரிசோதனையில் வெப்ப நிலையிலே எதியில் அங்கோலின் நிரம்பலாவி அமுக்கம் எனப்படும்; இது, அங்கோல் விடப்படுமுன்கூரும் வெளியில் துவி நிரம்பிய பின்னரும் இரச நிரவிள் உயரங்களிலுள்ள வித்தியாசத்தினுலே தரப்படும். நிரம்பல் அடையப்படுமுன்னர், இரசத்திற்கு மேலுயுள்ள வெளி நிரம்பாமலுள்ளதனால் கூறகிறோம். அப்போது உள்ள ஒவி நிரம்பா ஒவி எனப்படும்.

இப்போது படம் 15.8 இற் காட்டியவாறு பாரமானிக் குழாயைச் சுற்றி ஓர் அங்குற கண்ணுடுக்கு குழாயை கூட்டத், பாரமானிக் குழாயின் உச்சிக்கு ஏறத்தாழ 1 cm மேலுயுள்ள உயரத்திற்கு தோல் நிரப்புக. பின்னர் கொதிநீராவியை கூடுதல் நன்றாகக் கலக்கி, வெப்பநிலையை  $5^{\circ}\text{C}$  அமிகுடகளில் வாடித்து, ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையிலும் இரச நிரவிள் உயரத்தை அவதானிக்க. இரசத்தின் உச்சியில் ஏப்போதும் ஓர் அங்கோற் படை இருக்குமாற பார்த்துக் கொள்க. அட்டவிடை 15.2 இலுள்ளவாறு உமத நோக்கக்கூடினப் பதில் கொள்க.

மேலே வெற்றியிருக்க இரச நிரவிள் உயரம் =

வெப்பநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	மேலே ஒவி இருக்க இரச நிரவிள் உயரம் (cm)	உயரங்களுக்குமிடையேயான வித்தியாசம் (நிரம்பலாவி அமுக்கம்) (cm)
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		

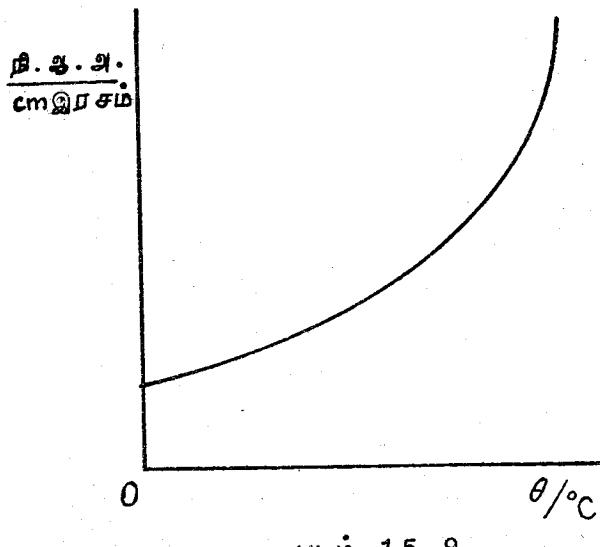
அட்டவிடை 15.2

முன்னும் நிரவிளுள்ள பெறுமாளங்கள் உரிய வெப்பநிலைகளிலே அங்கோலின் நிரம்பலாவி அமுக்கத்தை (நி.ஷ.ஆ.) தருகின்றன. வெப்பநிலைக்கெதிரே நி.ஷ.ஆ. இன் வரைபொன்றை வரைக (படம் 15.9).

- (1) வெப்பநிலையுடன் நி.ஷ.ஆ. விரைவாக அதிகரிப்பதையும்,
- (2)  $75^{\circ}\text{C}$  இஞ்சும்  $80^{\circ}\text{C}$  இஞ்சுமிடையே யாதாயினுமாரு வெப்பநிலையிலே அங்கோலிற் குழியிலுள்ள தோற்ற ஆரம்பிப்பதையும் அப்போது நி.ஷ.ஆ. தடுத 76 cm

இஞ்ச ஏற்றாழச் சமமாக இருப்பதையும் அவதானிக்க.

இப்போத இப்பள்ளோதனைய மாற்றி அமைப்போம். இரசுத்திற்கு மேலே நிரம்பா ஆவி இருக்க, அதாவத இரசுத்திற்கு மேலே அங்கோந் படை இல்லாமல், பள்ளோதனைய ஆரம்பிப்போம்.



படம் 15.9

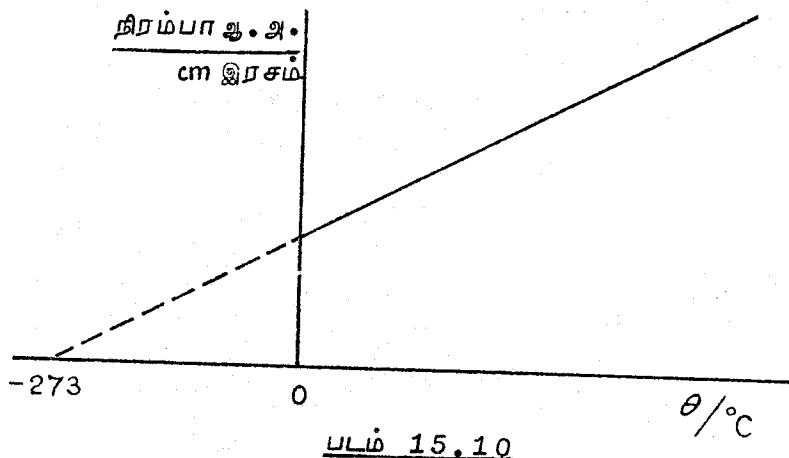
வெப்பநிலைய உயர்த்தி, பல்வேற வெப்பநிலைகளிலும் இரச நிரவின் உயரங்களை அந்தகொள்க. அட்டவணை 15.3 இலுள்ளவாறு நோக்கல்களைப் பதில் செய்க.

இரசுத்திற்கு மேலே வெற்றிடமிருக்க நிரவின் உயரம் =

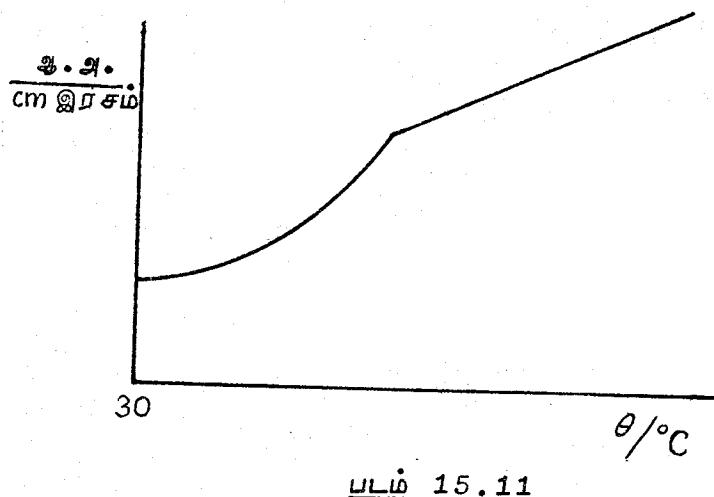
வெப்பநிலை (°C)	மேலே நிரம்பா ஆவி இருக்க நிரவின் உயரம் (cm)	உயரங்களின் வித்தியாசம் (நிரம்பா ஆவியமுக்கம்) (cm)
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		

அட்டவணை 15.3

${}^{\circ}\text{C}$  இல்லை வெப்பநிலைக்கு எதிரே நிரம்பா ஆவியமுக்கத்தைக் குறிக்க(படம் 15.10). வரைபு ஏற்தாழ ஒரு நேர்கோடாக இருக்கும். பின்புறமாக நீட்டப்படும்போது அது ஏற்தாழ  $-273^{\circ}\text{C}$  இலே x-அச்சை வெட்டுவதைக் காணலாம். பரிசோத இனயின் போது அந்கோல் ஆவியின் திணிவு மாறுமல் இருந்தமையால், நிரம்பா ஆவிகள் சாள்கின் விதிக்கேற்ப அண்ணவாக நடந்துகொள்கின்றன என்பதை இது காட்டுகிறது. நிரம்பிய ஆவிகள் சாள்கின் விதிக்கேற்ப நடந்துகொள்வதில் லை என்ற முன்னைய பரிசோத இனயின் பேறுகள் காட்டின.



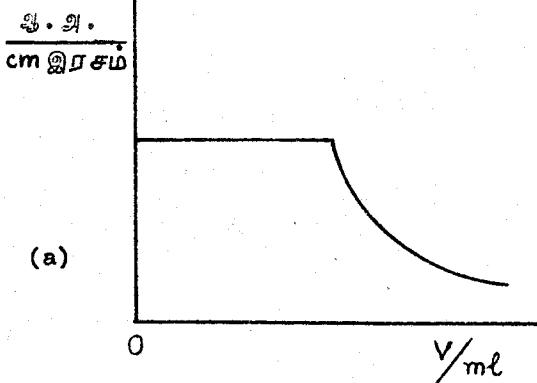
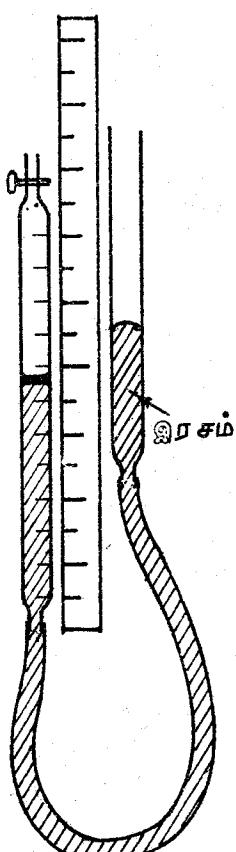
செயற்பாடு 15. சுடைசீச் செயற்பாட்டில் உபயோகித்த அதே ஆய்கருவியைப் பயன் படுத்தி, ஆனால் இரசத்திற்கு மேலே கீழ்த்தினவு அந்கோலை விட்டு, மேற்படி பரிசோத இனயைத் திரும்பச் செய்க. வெப்பநிலைக்கு எதிரே ஆவியின் அமுக்கத்தைக் குறிக்க. படம் 15.11 இல்லை வரைபைப் போன்ற ஒரு வரைபை நீர் பெறவிரா?



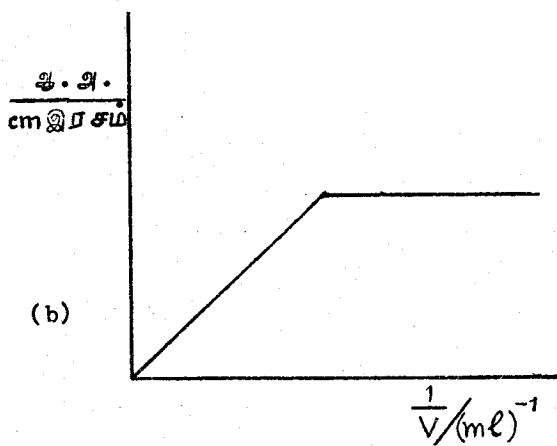
இன்வ எனியின் வடிவத்தை எங்களும் விளக்கவீர்?

இனி, நிரம்பிய ஆவியும் நிரம்பா ஆவியும் போயின் விதிக்கேற்ப நடந்த கொள்கிணறுவா என்று பார்ப்போம். இந்நோக்கத்திற்காக நாம் சாதாரண போயின் விதி ஆய்க்கருவியைப் பயன்படுத்தல்லோம்.

செயற்பாடு 16. குழாயடைப்பிலிருந்து திருக்கிடியை அகற்றி, ஒரு குழாயியைப் பயன்படுத்தி முடிய குழாயின் அற்கோலை விடுக (படம் 15.12). திருக்கிடியைத் திரும்பப் பட்டி, அதைத் திறந்த நிலையிலே விடுக. திறந்த குழாயை உயர்த்தி, (மேலே அற்கோல் படை இருக்க) முடிய குழாயில் இரசம் உயர்ந்த உட்புறத்தில்ளன வளியை வெளியே தள்ளுமாறு செய்க. இப்போது திருக்கிடியை முடி, திறந்த குழாயைப் பதிக்க. முடிய குழாயிலே அற்கோலக்கு மேலே ஒரு வெளி உண்டாகும். அதன் அற்கோல் ஆவியாகும். முடிய, திறந்த குழாய்களிலிருக்கும் இரச மட்டங்களின் வாசிப்புகளிலிருந்து அற்கோல் ஆவியின் அழுக்கத்தை உய்த்தறிக்.



(a)



(b)

படம் 15.12

படம் 15.13

அந்கோல் எல்லாம் ஆவியாகிய பண்ணும், ஆகவும் தாழ்ந்த நிலை அடையப்படும் வரை, திறந்த குழாயைத் தொடர்ச்சியாகப் பதிக்க. அட்டவணை 15.4 இல்லை வாறு உடத் தோக்கங்களைப் பதில் செய்க.

ஆவியின் கனவளவு	இரச மட்டத்தின் உயரம்		ஆவியின் அழுக்கம்	$\frac{1}{V}$
	மூடிய குழாயில்	திறந்த குழாயில்		

அட்டவணை 15.4

(அ) V யிற்கு எதிரே p யையும், (ஆ)  $\frac{1}{V}$  இற்கு எதிரே p யையும் குறிக்க.

படம் 15.13 இல்லைவற்றைப் போன்ற வரைபுகளைப் பெறவீர்களா? ஏதாவதோரு வரைபிளிருந்து, நிரம்பா ஆவிகள் (அண்ணவாக) போயிலின் விதிக்கேற்ப நடந்து கொள்ளிக்கொள்ள என்றும், நிரம்பிய ஆவிகள் அவ்வாறு நடப்பதை என்றும் காட்ட முடியுமா?

நிரம்பிய ஆவியாளர்கள் அழுக்கம் அடல் கனவளவிலே தங்கியிருப்பதைப் பல என்பக்கதக் கவனிக்க. கனவளவு அதிகரிக்கப்படும்போது மேலம் திரவம் ஆவியாகிக் கருதலான கனவளவை நிரப்பும்; கனவளவு ஒறைக்கப்படும்போது ஆவி ஒடுங்கும்; ஆனால் அழுக்கம் மாறுமல் இருக்கும்.

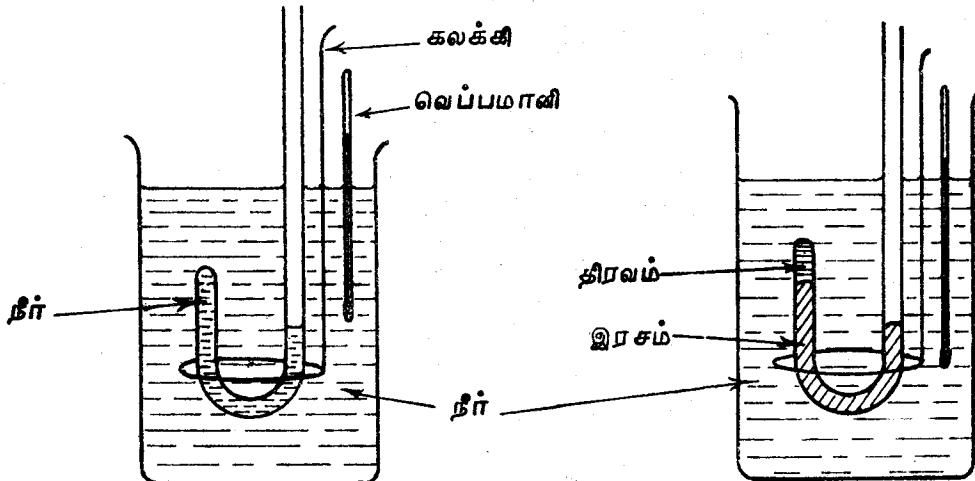
15.5 திரவங்களின் கொதிநிலைகளைத் தவிதல்

முழுகள் அந்கோலிலே தோற்றுத் தொடங்கும்போது, நிரம்பிய ஆவியின் அழுக்கம் வளிமெண்டல் அழுக்கத்திற்குச் சமமாகுமெனச் செய்தபாடு 14 இற் கண்டோம். படம் 15.14 இற் காட்டியுள்ள J-குழாயைக் கொண்டு நீரிலும் அதே நிகழ்ச்சி நடப்பக்கதக் காட்டலாம்.

செய்தபாடு 17. J-குழாயின் மூடிய (குறுகி) புயத்தை நீரிலும் மற்றுக் குறுக்கு நிரப்பி, திறந்த புயத்தைள்ள நீர்மட்டம் மூடிய புயத்தின் உச்சிக்கு நன்கு வீழே இருக்குமாறு செய்க. முகவையை நன்கு கலக்கிக்கொண்டு ஒரு பங்கன் கவாலையால் வெப்பமாக்க. நடைபெறுவதற்கு அவதானிக்க.

திரவமொள்ளின் கொதிநிலையைக் காண்பதற்கு அதே J-குழாயைப் பயன்படுத்தலாம். குழாயை வெறிதாக்கி, நன்றாக உலர்த்தக. மூடிய குழாயை மற்றுக்கும் திறந்த குழாயின் ஒரு சில நிலத்தையும் நிரப்புமாறு இரசத்தை வார்க்க. திறந்த புயத்தை, தீவிடவை திரவத்தை (அந்கோலை என்க) வீட்டு, J-குழாயை அகைப்

பதன் மூலம், படம் 15.15 இல்லாவாறு, அதிரவத்தின் ஒரு பகுதியை முடிய குழாயின் உச்சிக்கு மாற்றக்.



படம் 15.14

படம் 15.15

நீர் கொண்ட ஒரு முகவையின் J-குழாயை அமிழ்தி, அதனை வெப்பமாக்கி, அப்போது நடைபெறவேண்டிய அவதாரிக்க. முதல் நோக்கங்களிலிருந்து பயன்படுத்திய நிரவத்தின் கொதியிலையை உப்த்தான்.

#### 15.6 வளிமன்றவைத்தினின் நீர்

கடல், குழ, ஏரி, குளம், குட்டை, நிறத்த பாத்திரங்கள் போன்றவற்றில் இருக்கும் நீர் வளிமன்றவைத்தின் துவியாகின்கொண்டே இருக்கிறது. கடல், வளிமன்றவைத்தின் ஒரு பிரதான குழம் இந்திராவிப்பறி நாம் நிதிப்படேயில் இல். அதிலிருந்து பளியும் முகில்குழம் உட்டாகிறது. மழுமழுகில் என்ற ஒரு வகை முகில் மழுமழுபத் தருகின்றது. அது வளிமன்றவைத்தின் வெப்பமிலையை ஒழுங்காக்குகிறது. அது எதை சென்காரியத்தையும் பாதிக்கிறது; சில வேளைகளில் எமக்கு யீர்க்கிறது; சில வேளைகளில் எதை நோல் வெடிக்கும் அளவிற்கு உலர்ந்துவிடுகிறது. மார்கழி மாதத்தில் முதல் உதுக்கள் வெடிப்பதை அவதாரித்திருக்கிறோ?

நாம் துவியாதல், நிரம்பிய துவி, நிரம்பாதுவி துவியினபற்றி ஏந்களே படித்த வற்றை வளிமன்றவைத்த நிருக்குப் பிரபோக்கலாம். இன்களின் ஒரேயொரு கேற்பாடு திறந்து, கைரப்பூரியிலிய வளிமினின் நீர் துவியாதலே துகம். புளிப்பிப்பு, நீர் மூலக்கூற்றில் பாரம் துவியை காரணமாக நீராவி அதை உயர்த்திற்குக் கணம்பாமல் புளியக் கூறி ஒரு வகைப் போர்வையை அமைக்கும். எவ்வளையிடம், குத்தயரம் அதிகரிக்க வெப்பமிலை ஏற்பாடுவும் நீராவி துவிகளாக ஒருங்கி முகில்களை தக்குவதற்கும் அவற்றைட் கூல குறையாகப் பெற்றதற்கும் நீராவி மிக மிக உயர்த்திற்குப் போக மாட்டாது. குத்தால், வளிமன்றவைத்த நீராவியைப் பொதுத் தரவியல், வளிமன்றம்

ஒரு பெரிய, சுற்றேறக்குறைய முடிய வெளியிற் கொள்ளப்பட்டுள்ளதன் நாம் கருத வாம்.

### 15.61 சாரீரப்பதன்

ஒரு குறித்த வெப்பநிலையிலே வளிமண்டலம் தான் கொண்டிருக்கும் நீராவியை விழுதுகளான் நீராவியைக் கொள்ள இயலாதாயின் வளிமண்டலம் நீராவியால் நிரம்பியுள்ளதாகக் கூறப்படும். இல்லையேல், அது நிரம்பாமலுள்ளதாகக் கூறப்படும். வளிமண்டலம் நிரம்பாமல் இருந்தால், அது மேஜும் நீராவியை உள்ளளுத்ததும் ஆவியாதல் ஆக்குவிக்கப்படும். ஆகவே, வளிமண்டலம் நிரம்பாமலுள்ளபோது, (முக்கிய பாகம் நீராகவுள்ள) எமது வியர்வை ஆவியாகிறது. சீல நாட்களில் எமக்கு வியர்வை தோன்றுவதே இல்லை; உண்மையில் எமக்கு வியர்க்கிறது; ஆனால், வியர்வை ஆக்கப்படும் அதே வேகத்தில் அது ஆவியாகிவிடுகிறது. நாம் அத்தகைய நாட்களை வறட்சியான நாட்கள் எனக் கூற விரேகம். வளிமண்டலம் நீராவியால் நிரம்பியிருக்கும்போது, வியர்வை விரைவாக உலர்வதில்லை. இது நடைபெறும் நாட்கள் சுரமான நாட்கள் எனக் கூறப்படும். பண்டாரவளை, அம்பாந்தோட்டை, யாழ்ப்பாணம், துவரேவியா போன்ற இடங்களில் நாட்கள் பொதுவாக வறட்சியானவை; ஆனால், கொழும்பு, கன்னியாகுமரி போன்ற இடங்களில் நாட்கள் ஏற்ததாழ சுரமானவை. விழுதுறப் பொழுதுபோக்கிடுங்களாகச் சீல இடங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவது ஏனென் இப்போது உமக்கு விளங்குமா?

"சாரீரப்பதன்" (சா.ஏ.) என்றும் சொற்றெடுரானது வளிமண்டலத்தினது உலர்வின் அல்லது சுரத்தின் நிலையை விவரிக்கப் பயன்படுகிறது. அது பொதுவாய் ஒரு நூற்று விதமாக எடுத்துறைக்கப்படும். சாரீரப்பதன் 100% ஆக இருக்கும்போது, வளியில் நீராவி நிரம்பியிருக்கும். அப்போது எமது முயற்சி எம்மை வியர்க்க வைக்கும்; வியர்வை இல்லவாக உலர்வதில்லை. கொழும்பிலே சாரீரப்பதன் வழக்கமாக 70% ஆகும். சாரீரப்பதனுடைய 70% இங்குக் கீழே குறைக்கப்பட்டால் (வளிச் சீராக்கியிலும் எனக்), நாம் சௌகரியம் அடைவோம். அது அதிக அளவு குறைக்கப்பட்டால், எமக்கு உலர்ச்சி ஏற்படும்; இது அசௌகரியத்தை ஏற்படுத்தும்.

கணிதமுறையாக, சாரீரப்பதன் பிண்வருமாறு வரையறக்கப்படும்:

**சாரீரப்பதன் =**

வளிமண்டலத்தின் ஒரு குறித்த கணவளவிலுள்ள நீராவியின் தீவிரி

(1)

அதே வெப்பநிலையில் அதே கணவளவை நிரப்பத் தேவையான நீராவியின் தீவிரி இச்சம்ப்பாட்டின் வலக்கைப் பக்கத்திலுள்ள இரு கணியங்களையும் இரசாயன முறை களால் அளக்கலாம். உதாரணமாக, கல்சியங் குளோரைட்டைக் கொண்டுள்ள குழாய் களினாடாக வளியை இஞ்சு, முன்னரும் பின்னரும் குழாய்களின் நிறைகளை அளந்து இதனைச் செய்யலாம். இம்முறை செம்மையானதெனிலும் சிரமமானது. பொதுவாக சாரீரப்பதனின் பெறுமானங்களை இச்செம்மைப் படித்தரத்திற்கு அறிகல் அவசியமன்ற.

அண்ணவான், ஆனால் விரைவான முறையொன்று உண்டு. போயிலீன் விதிப்படி வாயு வொன்றின் அமுக்கம் அதன் அடர்த்திக்கு விகித சமமாகும்; அதோடு, நிரம்பா ஆவி போயிலீன் விதிக்கேற்ப அண்ணவாக நடந்துகொள்கின்றமையையும் நாம் அறிவோம். ஆகவே, நாம் சமன்பாடு 1 ஜப் பிஸ்வருமாறு எழுதலாம்:

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{100 \times \text{வளிமண்டலத்தில் உண்மையாக உள்ள நீராவியின் அமுக்கம்}}{\text{வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலையின் நிரம்பலாவியமுக்கம்}} \quad (2)$$

பல்வேறு வெப்பநிலைகளிலும் நீரின் நிரம்பலாவியமுக்கம் பரிசோத இன்யாம் காணப்பட்டு, அட்டவணை வடிவத்தில் அல்லது ஒரு வரைபிளில் எடுத்துரைக்கப்படும்.

வெப்பநிலை ( °C இல் )	நீரின் நிரம்பலாவி அமுக்கம் ( mm இரசத்தில் )	நிரம்பலாவியின் அடர்த்தி ( kg m <sup>-3</sup> × 10 <sup>6</sup> இல் )
0	4.58	4.84
2	5.29	5.54
4	6.10	6.33
6	7.01	7.22
8	8.04	8.21
10	9.21	9.33
12	10.50	10.60
14	12.00	12.00
16	13.60	13.50
18	15.50	15.20
20	17.50	17.10
22	19.80	19.20
24	22.30	21.50
26	25.10	24.10
28	28.30	26.90
30	31.70	30.00
32	35.50	33.50
34	39.80	37.20
36	44.40	41.30
38	49.50	45.80
40	55.10	51.10

அட்டவணை 15.5. வெப்பநிலையுடன் நீரின் நி.ஆ.ஆ. மாறல்

செயற்பாடு 18. வெப்பநிலைக்கு எதிரே நிரம்பலாவி அமுக்கத்தின் வரைபொன்றை வரைந்து, உமது உபயோகத்துக்கு வைத்திருக்க.

அட்டவணை 15.5 இல்ருந்து நாம் நடைபூரிசு வெப்பநிலையிலே வளிமண்டலத்திலுள்ள நீரின் நிரம்பலாவி அழக்கத்தைப் பெறவாம்.

ஆயின், சமன்பாடு 2 ஜக் கொண்டு சாரீரப்பதைக் கணிப்பதற்கு, வளிமண்டலத்திலே உண்மையாக உள்ள நீராவியின் அழக்கமும் தேவைப்படும்.

உண்மையாக உள்ள நீராவி மட்டுமட்டாக நிரம்பலாக்கும் நிலைக்கு வளிமண்டலத்தை நாம் குளிர்ச்சியடையச் செய்வதாகக் கொள்ளலோம்; நாம் (பனிபடு நிலை எனப்படும் -அதுத் பந்தியைப் பார்க்க) இவ்வெப்பநிலையைத் தனிந்தால், அவ்வெப்பநிலையிலுள்ள நிரம்பலாவி அழக்கத்திற்காக அட்டவணை 15.5 ஜ உசாவலாம். இது பரிசோதனையின் வெப்பநிலையிலே உண்மையாக உள்ள ஆயின் அழக்கத்திற்குச் சமமாகும்.

இவ்வாறுக் நாம் சமன்பாடு 2 இனது வலக்கைப் பக்கத்தின் தொகுதியென்னையும் பகுதியென்னையும் அறிந்து, சாரீரப்பதைக் காண்கிறோம்.

### 15.62 பனிபடு நிலை

ஏற்கெனவே மற்பிட்டவாறு பனிபடு நிலையானது வளிமண்டலத்தில் உண்மையாக உள்ள நீராவி அதை மட்டுமட்டாக நிரம்பச் செய்யும் வெப்பநிலையாகும். வளிமண்டலத்தில் உண்மையாக இருக்கும் நீரின் அழக்கத்தைப் பெறுதற்கு அதனை இனிக் கான வேண்டும்.

செயற்பாடு 19. கலக்கிய கலோரிமானியோன்றை ஒரு மரத் தண்டில் வைத்து, அதில் ஏற்கெனவே 2/3 அளவுக்கு நீர் நிரப்புக. ஒரு வெப்பமானியையும் கலக்கியையும் இட்டு, ஒரு தரம் ஒன்று என்றவாறு சிறிய பனிக்கட்டித் தண்டுகளைச் சேர்க்க. இங்கு, முதற் போட்ட பனிக்கட்டி மற்றுக் குருகிய பிண்ணங்களே இன்னாலும் பனிக்கட்டியை இட வேண்டும். இவற்றை இட்டதை நன்கு கலக்குக. இவ்வாறுக் கிழக்கு மெதுவான வீதத்தில் நீரின் வெப்பநிலையைத் தாழ்த்துக. கரிய கடதாசித் தண்டோன்றினால் கலோரிமானியின் மேற்பரப்பை அடிக்கடி தேய்த்துக் கொள்க. முதன்முதலாக ஒரு குறி ஆக்கப்பட்டால், பனிபடு நிலை அடையப்பட்டுள்ளமையை அது குறிக்கும். இக்கட்டித் தில் மெல்லிய சுரப்பற்றுப் படலம் பனியாகப் படினின்றமையால், கலோரிமானியின் மேற்பரப்பு மங்குகிறது. பனிக்கட்டி இடுதலை நிற்பாட்டி, வெப்பமானியை வாசிக்க. நீரை நன்றாகக் கலக்கிக் கொண்டு கலோரிமானியைச் சூடேற விட்டு, கடதாசியைக் கொண்டு குறிக் கொண்டு ஆக்கமுடியாத வெப்பநிலைகளைக் கொள்க. இவ்விரு வெப்பநிலைகளினதாம் சராசரியானது பனிபடு நிலையைத் தருகிறது (நாம் ஏன் சராசரியை எடுக்கிறோம்?). பரிசோதனையைப் பண்டுறை திருப்பச் செய்து, எல்லாப் பனிபடு நிலைத் தனித்துவகளினதாம் சராசரியை எடுத்துக்கொள்க.

### செயற்பாடு 20. சேஞ்சோ சுரமானியைக் கொண்டு பனிபடு நிலையைத் தனித்துவம்

A, B என்பன சர்வசமனான இரு சோதனைக் குழாய்களாகும். இவை ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தலக்கிய வெள்ளித் தீதான் பொருத்தப்பட்டுள்ளது (படம் 15.16). குழாய்

B ஆக ஒப்பீட்டுத் தேவைக்காலும். A யிற்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு ரப்பர் அடைப்பிழாடாக வளி உள்ளே நழையும் குழாயும், வளி வெளியேறும் குழாயும், வெப்பமாளியும் செல்கின்றன.

A யிலே தீதானுக்குச் சற்ற மேற்பட்ட ஓர் உயரத்துக்கு ஸதர் உள்ளது.

ஒர் உறிஞ்சீரிய (aspirator) கொண்டு வளியானது ஸதர் னாடாக மெதுவான வீதத்திற் குழியிகளாக ஈர்க்கப்படும். ஸதர் குழியிகளாக ஆவியாகி, ஸதாலும், ஆகவே, தீதான் A யிலும் குளிர்ச்சீய உண்டாக்கும். தீதான் குளிருக்கயில் அதன் இனச் சுற்றியின்ன வளியைக் குளிர்மையாக்கும். பனிபடு, பனிபடு நிலை அடையப்படும் அளவிற்கு வளி குளிர்ச்சீயாகும். B யுடன் ஒப்பிடுகையில் A மங்கி யிருப்பதைக் கொண்டு தீதானில் பளி உண்டாவதை அறியலாம். ஆப்போது வெப்ப நிலை நோக்கப்படும்.

குழியிகளாக வளி அனுப்பப்படுவது நிற்பாட்டப்பட்டு, மங்கல் மறையும் வெப்பநிலை நோக்கப்படும். இரு வாசிப்புகளினதும் சராசரியானது பனிபடு நிலையைத் தரும் (இங்கு ஏன் சராசரியை எடுக்கிறோம்?).

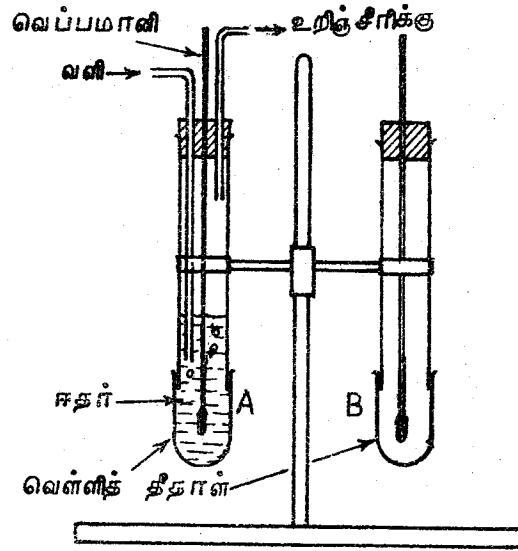
பரிசோத இனயைப் பஞ்முறை தீரும்பச் செய்து, எல்லாத் தனித்துவமிக்கின்றதும் சராசரியைப் பனிபடு நிலையாக எடுக்க.

### 15.63 சர, உலர் குழிழ் வெப்பமானி

சர உடலொன்றிலிருந்த நீர் ஆவியாதல் வீதம் வளிமண்டலத்தின் சாரீரப்பதளிலே தங்கியிருக்கிறது என்பது தெளிவு. சாரீரப்பதன் தாழ்வாயிருந்தால், வளிமண்டலம் ஒப்பீட்டளவில் உலர்ந்தும், ஆவியாதல் விரைவாயும், சர உடல் குளிர்ச்சீயாயும் இருக்கும்.

மறுசார், வளிமண்டலம் இவ்விதமாக இருந்தால், சாரீரப்பதன் உயர்வாக இருக்கும். அதோடு ஆவியாதல் மெதுவாக மாத்திரம் நடைபெறும். எனவே சர உடல் அதிக அளவிற் குளிர்ச்சீயடையாது.

படம் 15.17 இந் காட்டியின்ன சர, உலர் குழிழ் வெப்பமானியிலே சாரீரப் பத இனத் தனித்துவம் இத்தத்துவம் பயன்படுத்தப்பெறும்.



படம் 15.16

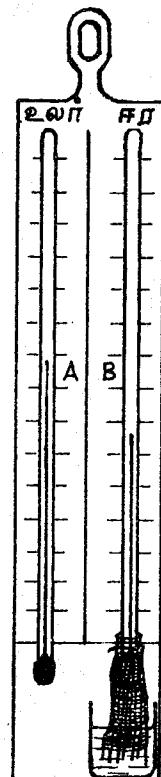
A, B என்பன சர்வசமனங்களை இரு வெப்பமானிகள். B யின் குழிமானது நீர்க்காண்ட ஒரு சீறிய பாத்திரத்தின் தோய்ச்சிற்று மல்லினால் முடப்பட்டிருக்கிறது. இன்வாருக மல் வின் எப்போதும் சரமாகப் பேணப்படும். B ஆகை சரமான மல்லினின் வெப்பநிலையைக் காட்டும்.

வளிமண்டலம் யிக் சரமாக இருந்தால், மல்லினிலிருந்த நிகழும் ஆவியாதல் யிக்க் கீறிதலாகவே இருக்கும். இதன் விளைவாக, யிக்க் கீறிதலு அளிர்ச்சியே உண்டா அம். அப்போது B, A என்பன காட்டும் வெப்ப நிலை வித்தியாசம் மிகவும் கீறிதாகவே இருக்கும். மற்புமத்தில், வறட்சியான நாளாயின், ஆவியாதல் வீதம் அதிகமாக இருக்கும். இதன் விளைவாக, B யின் குழிம் கணிசமான அளவுக்குக் குளிர்ச்சியடையும். இதற்கேற்ப, B, A என்பன காட்டும் வெப்பநிலை களின் வித்தியாசம் பெரிதாயிருக்கும்.

இரு (வெப்பநிலை) வாசிப்புகளுக்குமிடையேயான வித்தியாசம் வளிமண்டலத்தினது உலர் நிலையின் அல்லது சர நிலையின் ஓர் அளவாகும்.

உண்மையில், வெப்பநிலைகளிலுள்ள வித்தியாசம் மாத்திரம் சரப்பதனின் ஓர் அளவையன்று. வெவ்வேறு வளி வெப்பநிலைகளிலே வெப்பமானியின் வாசிப்புகளிலுள்ள ஒரே வித்தியாசம் வெவ்வேறு சரப்பதன் நிலைகளைக் குறிக்குமாதலால், வளி மண்டலத்தின் வெப்பநிலையும் இங்கு சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்.

கருவியானது, தேர்ந்தெடுத்த கீல உலர் குழிம் வெப்பநிலைகளுக்கு, அட்டவணை 15.6 இற் குறிப் பட்டுள்ளது சாரீரப்பத ஈத் தருமாறு, இரசாயன சரமானிக்கு ஏதிரோ தரங்களிக்கப்படும்.



படம் 15.17

உலர் குழிம் வாசிப்பு	உலர், சரக் குழிம் வாசிப்புகளுக்கிடையேயான வித்தியாசம்					
	1°C.	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C
15°C	90	80	71	61	52	44
20°C	91	83	74	66	59	51
25°C	92	84	77	70	63	57
30°C		86	79	73	67	61

அட்டவணை 15.6

உலர் குழிப் வெப்பநிலை  $30^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் உலர், சுரக் குழிப் வெப்பநிலைகளுக்கிடையோன் வித்தியாசம்  $3^{\circ}\text{C}$  ஆகவும் இருந்தால், 3 இற்றுக் கீழே வரும் வரைக்கும் கண்ணை  $30^{\circ}\text{C}$  என்னும் உலர் குழிப் வாசிப்பினாடாகக் கிடையாய் நகர்த்தினால், இந்நிலைமைகளில், சாரிரப்பதன் 79% ஆயிருக்கக் காண்போம். வெப்பநிலைகளுக்கும் சுர, உலர் குழிப்புகளின் வாசிப்பு வித்தியாசங்களுக்கும் அட்டவணை தரும் பெறுமானங்களுக்கு இடைப்பட்ட பெறுமானங்களைப் பொறுத்தவரை, இடைச்செருகல் முறைக்கயானப்படும்.

### வித்தியாசம் 15 இற்கான பிரசின்கள்

1. பனிக்கட்டியின் தன் மறை வெப்பத்தைப் பரும்படியாக மதிப்பிடுதற்கு ஒரு மானவன் புறக்களிக்குத்தக்க வெப்பக் கொள்ளலுள்ள ஒரு கலோரிமானியை எடுத்தான். அவன் அதில்  $33^{\circ}\text{C}$  இலே 0.1 kg நீர் நிரப்பினால் பின்னர் உரும் பனிக்கட்டியின் சிறிய தண்டுகளைக் கலோரிமானிக்குள் இட்டான். இட்ட பனிக்கட்டிகள் யாவும் மட்டுமட்டாக உருக்கியதும், கலவையின் வெப்பநிலை  $28^{\circ}\text{C}$  ஆகவிருப்பதைக் கண்டான். நிறுத்து, இட்ட பனிக்கட்டியின் அளவு 0.0178 kg ஆக இருக்கக் கண்டான். பனிக்கட்டியின் தன் மறை வெப்பத்திற்கு அவன் பெற்ற பேற யாது? நீரின் தன் வெப்பக் கொள்ளலு =  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$(விடை: 377 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1})$$

2. ஒரு குழாய் பொருத்திய, முடிய பாத்திரமொன்றின் மின்முறையாக அற்கோல் குடாக்கப்பட்டு, அவ்வாறு கிடைக்கும் அற்கோல் ஆவி சேகரிப்புப் பாத்திரமொன்றிலே ஒடுஞ்சுமாறு செய்யப்பட்டது. 18 J  $\text{K}^{-1}$  வித்திலை வெப்பம் வழங்கப்பட்டபோது 5 நிதித்திலை பாத்திரத்திற் சேர்ந்த அற்கோல் 5.0 g ஆக இருந்தது. வெப்பம் ஏழங்கும் வீதம்  $22.5 \text{ J K}^{-1}$  ஆக மாற்றப்பட்டபோதுதான் தீடு நேரத்திற் சேகரிக்கப்பட்ட அளவு 6.9 g ஆக இருந்தது. நிலைமைகளை ஒரே மாதிரியாக இருந்திருப்பதே, அற்கோலிலை ஆவியாக்களின் தன் மறை வெப்பத்தைக் கணிக்க.

$$(விடை: 710 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1})$$

3.  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை 0.5 kg பனிக்கட்டியைக் கொண்ட புறக்களிக்குத்தக்க வெப்பக் கொள்ளலுள்ள ஒரு கலோரிமானியுள், கொதிநீராவி அனுப்பப்படுகிறது. (அ) எல்லாப் பனிக்கட்டியும் உருசி, கலோரிமானியைத் தடுக்கத்தின் வெப்பநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  ஆக இருக்கும்போது, (ஆ) வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  ஆக இருக்கும்போது கலோரிமானியில் இருக்கும் நீரின் மொத்தத் தணிவைக் காண்க.

$$\text{பனிக்கட்டியைத் தடுக்கின் தன் மறை வெப்பம்} = 330 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$$

$$\text{நீரினத் தனிவாயகளின் தன் மறை வெப்பம்} = 2260 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$$

$$\text{நீரின் தன் வெப்பக் கொள்ளலு} = 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$(விடை: (அ) 0.56 \text{ kg} (ஆ) 0.66 \text{ kg})$$

4. ஒரு குளையுள் பளிக்கட்டுத் தண்டோன்று இடப்பட்டு, குளையின் விசிம்புவரைக்கும் (அ)  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை நீர், (ஆ)  $0^{\circ}\text{C}$  இல்லை என்னைய் நிரப்பப்படுகிறது. பளிக்கட்டு உருகும்போது என்ன நடைபெறுவிற்கு என்பதை விவரித்து விளக்குக.
5. ஒரு முளையிலே முடியும் மற முளையிலே நிறந்தழுள்ள சீரான இறகுக் கண்ணுடக் குழாயொன்றிலே, ஒரு குழையை நீர் நிரவிழுவு, வளி நிரவொன்று அடைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயானது  $30^{\circ}\text{C}$  இலே நீரின் அழித்தப்பட்டபோது, வளி நிரவிளை நீளம் 10 cm ஆக இருந்தது.  $50^{\circ}\text{C}$  இலே வளி நிரவிளை நீளத்தைக் கணிக்க.  $30^{\circ}\text{C}$  இலே நீரின் நிரம்பலாவி அழுக்கம் = 31.7 mm இரசம்  $50^{\circ}\text{C}$  இலே நீரின் நிரம்பலாவி அழுக்கம் = 92.3 mm இரசம்  
வளிமண்டல அழுக்கம் = 760 mm இரசம்

(விடை: 11.6 cm)

6. போயிலின் விதிக் குழாயொன்றின் முடிய புயத்திலே வளியும் அந்கோவும் ஆவியும் வெளியை நிரம்பச் செய்தற்குப் போதீய அளவு அந்கோவும் உள்ளன. (அ) போயிலின் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தற்கும், (ஆ) அதை வெப்பநிலையிலுள்ள நீரின் நிரம்பலாவி அழுக்கத்தைக் காண்பதற்கும் இந்த ஆய்க்கருவியை எங்களும் பயன் படுத்தவீர? வளிமண்டல அழுக்கம் = 76 cm இரசம்
7. மழுகாலத்திலே, செங்குந்தாக உயரும் வீதிகள் (உதாரணமாக, அம்பன்பிடிக் கும் கருகண்ணுவக்கும் கூட்டுவள்ளுக்கு வீதி) வழியே மழும் பெய்யும் வாய்ப்பு அதிகமாக இருப்பதை அவதானித்துள்ளீரா? இதைச் சொல்லுவீர?

## அத்தியாயம் 16

### வெப்பம் இடமாறும் முறைகள் - I

#### 16.1 கடத்தல்

ஒரு கோப்பை சூடான தேநீரிற் கரண்டியொன்றின் தலையைப் புதுத்தினால், அதிலே நேரத்தில் அதன் கைப்பிடி சூடாக இருப்பதைக் காண்போம்; அக்கைப்பிடி, தேநீரின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்த, பிடிக்கமுடியாத அளவு சூடாகவும் இருக்கலாம். கரண்டித் தலைக்கு எவ்வளவு கீட்டாகப் பிடிக்கிறோமோ அவ்வளவு சூடாகக் கரண்டி தோற்றும். கரண்டியின் வெப்பநிலையானது கரண்டித் தலைக்குக் கீட்டிய புள்ளிகளில் அதிகமாகவும் தூரவுள்ள புள்ளிகளிற் குறைவாகவும் உள்ளது என்பதே கருத்து. மற்புறத்தில், மற்புறப்பையைப் பயன்படுத்தினால், ஏற்தாழ அதன் சீரட்டை வரை அதைச் சௌகாரியமாகப் பிடிக்கலாம்.

இந்த எளிய பரிசோத இனியிருந்த நாம் ஸ்ரீ செய்தீக இளக் கற்றுக்கொள்கிறோம்.

(1) பல்வேறு புள்ளிகளிலும் வெப்பநிலை ஏறியதற்குக் காரணம் தேநீரிலிருந்து கரண்டியின் தீரவியத்தாடாக வெப்பம் பாய்வதே ஆகும். கரண்டி வழியே வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது என்கிறோம்.

(2) கரண்டியில், எல்லாப் புள்ளிகளும் ஒரே வெப்பநிலையை அடைவதில் லை. கரண்டியின் கைப்பிடி வழியே தொடர்ச்சியான வெப்பநிலை வீழ்ச்சி உள்ளது. கரண்டி வழியே ஒரு வெப்பநிலைப் படித்திறன் (அதாவது, தூரத்தடன் வெப்பநிலை வீழ்ச்சியும் வீதம்) உள்ள என்கிறோம்.

(3) (பித்த இள போன்ற) சில தீரவியங்களுக்கு வெப்பநிலைப் படித்திறன் சீற்றாக இருக்க, (மரம் போன்ற) வேறு பதார்த்தங்களுக்கு அது மிகப் பொதாக இருக்கிறது. வெப்பக் கடத்தலில், பதார்த்தங்களை எளிதிற் கடத்திகள், அாதிற் கடத்திகள் என வகுக்கிறோம்.

#### செயற்பாடு 1. நீளம் ஏற்ற

தாழ 30 மீட்டைய உலோ

கக் கோல் AB யை

அதன் முனை B யிற் பிடிப்பு

ஷுக (படம் 16.1).

கோல் வழியே ஒரு மெறு

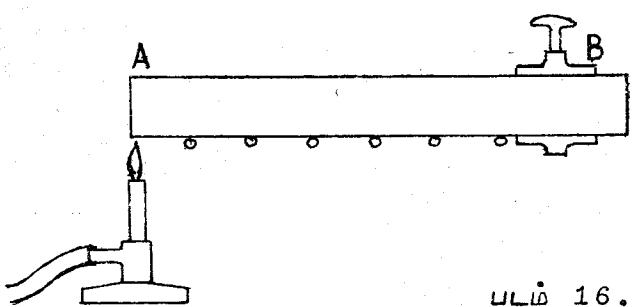
ஞ் அண்டை (அல்லது

மெழுகுதிரியை)த் தேய்த்

துக், கொண்டு, அக்கோலின்

எல்லாப் பாகங்களிலும்

மெழுகு உருகும் வரை,



படம் 16.1

கோல் வழியே மெதுவான பன்கள் கவா லையொன்று தொட்டுச் செல்லுமாறு செய்க. இவ்வாறு கோலில் மெழுகு பூச்சு. கோலில் மெழுகு இருக்கும் தறுவாயில், அக்கோலின் கீழ்ப்பக்கத்தில், ஒருங்கான ஆயிடைகளில், ஏறத்தாழ 3 மீ விட்டமுள்ள கூல் குண்டுப் போதினக்கை இள ஒட்டுக.

அடுத்து, படத்திற் காட்டியுள்ளவாறு, கோலின் சுயாதீன் முனை A யைப் பன்கள் கவா லையொன்றும் கூடாக்குக. நிகழ்வதை அவதானிக்க. முனை A யிற்குக் கீட்டவுள்ள குண்டுகள் விழுவதையும் தாரவுள்ளவை விழாதிருப்பதையும் காண்பிர்.

கோலில், குண்டுகள் விழுந்த பகுதியானது மெழுகீன் உருகுநிலையையீறிய வெப்ப நிலையை அடைந்திருக்கிறது என்பதையும், குண்டுகள் விழாத பகுதியானது உருகுநிலைக் குச் சமனங் அல்லது மேலான வெப்பநிலையை அடையவில்லை என்பதையும் இது உணர்த்துகிறதல்லவா? விழுந்த கடைசிக் குண்டுக்கும் அதற்கு அடுத்துள்ள விழாத குண்டுக்கும் இடையே, ஏதோவாரு புள்ளியில், கோலின் வெப்பநிலை மெழுகீன் வெப்பநிலையில் இருந்திருக்கவேண்டும் என்பதை உணர்வீர். எல்லாக் குண்டுகளும் ஒரே நேரத்தில் விழ வில்லை என்பதையும் கண்டாரா? A யிற்குக் கீட்டிய குண்டுகள் தாரவுள்ள குண்டுகளைக் காட்டிலும் கெதியில் விழுந்தனன. கோல்வழியே வெப்பம் பாய்வதற்கு நேரம் எடுக்கும் என்பதை இது உணர்த்துகிறது; இச்செய்தியிலிருந்து "வெப்பப் பாய்ச்சல்" என்றும் கருத்து உருவாகிறது.

பொருளான்றின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்கு வெப்பம் தேவைப்படுகிறபடியால், வெப்பமானது வெஞ்சலா லையிலிருந்து கோல்வழியே பாய்ந்து, அக்கோலின் வெவ்வேறு பாகங்கை இளக்குகிறது கூடாக்கிறுக்கிறதல்லவா?

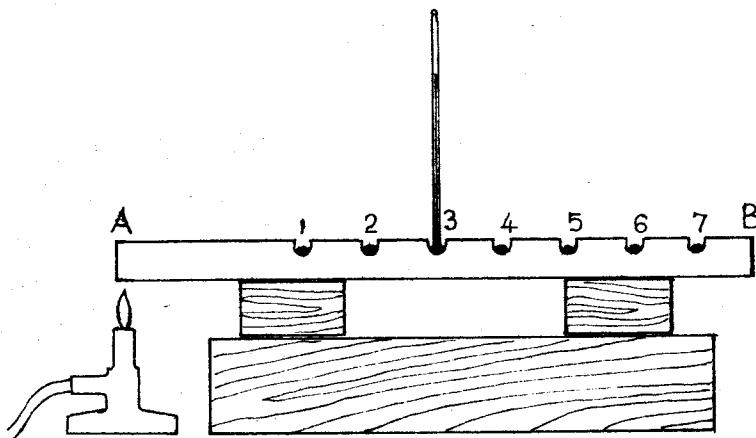
செயற்பாடு 2. அடுத்து, ஒரே நீளமும் ஏறத்தாழ ஒரே விட்டமும் உடைய (அவமினி யம், செம்பு, பித்த இளை, இரும்பு, உருக்கு போன்ற) வெவ்வேறு திரவியங்களாலான பல கோல்களை எடுத்து, கவா லையின் எரிவீதம் மாறுதிருக்க, மேற்படி செயற்பாட்டை மீளச் செய்க. அட்டவிடை 16.1 இல் உள்ளவாறு உமது நோக்கல்களை அட்டவிடப்படுத்துக:

கோலின் திரவியம்	A யிலிருந்து கடைசியாக விழுந்த குண்டின் தாரம்
அவமினியம்	
பித்த இளை	
செம்பு	
இரும்பு	
உருக்கு	

இச்செய்திகளிலிருந்து அதித்தறியக்கிடப்பட யாது? உலோகங்கள் நல்ல வெப்பக் கடத்திகளாக இருக்கிறபோதிலும், அவை வெப்பங் கடத்தும் ஆற்றலிலே தமிழ்வேற்படும் என்று முடிவு செய்யலாம் அல்லவா? கடத்தும் ஆற்றலுக்கேற்ப, மேற்படி உலோகங்களை இறங்குவரிசையிற் பதிவுசெய்க.

#### 16.11 வெப்பங் கடத்தலில் உறுதி நிலை

செயற்பாடு 3. நீளம் ஏறத்தாழ 40 cm மூலம் குறுக்குவெட்டு ஏறத்தாழ 1 cm × 1 cm மூலம் உடைய பித்தளைக் கோலோன்றை எடுத்து, அதன் வழியே 5 cm இடைத்தாரங்களிலே துளைகளை ஆக்குக; வெப்பமானிக் குழியுக்கு இடங்கொடுத்துச் சீரிது இடைவெளி இருக்கத்தக்கதாய்த் துளைகளின் விட்டம் இருத்தல் வேண்டும். படம் 16.2 இந் காட்டியுள்ளவாறு, மரக் குற்றிகளாலே கோல் தாங்கப்பட்டிருப்பது துளை ஒவ்வொன்றிலும் சிறிகளும் இரசம் விட்டு, அவ்வொன்வொரு துளையிலும் வெப்பமானியொன்றைப் புகுத்தி, உறுதியான பன்கள் கவாலையொன்றிலே கோலின் முனை A யைச்சுடாக்குக.



படம் 16.2

முதல் ஆய்கடத்தலில் ஒரேயொரு வெப்பமானி மட்டுமே இருக்குமாயின், அதை (3 ஆம் துளைபோன்று) A யிற்கு அண்டதாயுள்ள துளையுட் புகுத்தி, ஜங்க நிலை ஆயிடகளில், அவ்வெப்பமானியின் வாசிப்பை எடுத்துப் பதிவு செய்க. நேரத்திற்கு எதிரே வெப்பநிலையின் வரைபைக் குறக்க.

வெப்பநிலை உறுதியாக ஏறவதையும், ஆனால் ஏறம் வீதம் குறைவதையும், ஈற்றிவை வெப்பநிலை உறுதியாவதையும் காண்கிறோ?

இன்னுறுதிநிலையின், வெப்பமானியை அது இருக்கும் துளையிலிருந்து எடுத்து, 1 ஆம் துளை தொடங்கி, ஒவ்வொரு துளையிலும் அதைப் புகுத்தக.

த ஸையோவல்வான்றிலும் வெப்பநிலை உறுதியாக இருப்பதைக் காண்கிறோ? அட்டவ இன் 16.2 இந் காட்டியுள்ளவாறு, A யிலிருந்த த ஸையின் தூரத்திற்கு எதிரே த ஸைகளின்ன வெப்பநிலையைப் பதிஷு செய்க.

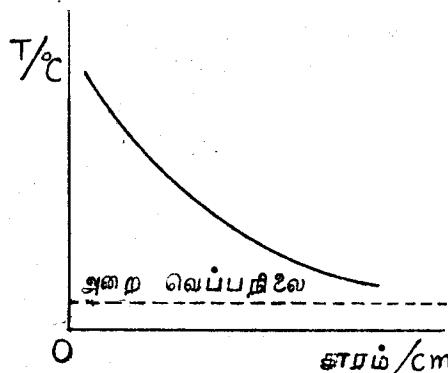
A யிலிருந்த த ஸையின் தூரம் (cm இல்)	த ஸையில் வாசித்த வெப்பநில ( $^{\circ}\text{C}$ )

### அட்டவ இன் 16.2

கோவின் புள்ளியோவல்வான்றிலும் வெப்பநிலை உறுதியாக இருக்கும் கட்டமானது உறுதி (வெப்ப)க் கட்டம் எனப்படும்.

த ஸை வெப்பநிலைக்கு எதிரே A யிலிருந்த த ஸையின் தூரத்தைக் கரிக்க.

படம் 16.3 இலே தரப்பட்டுள்ள வளையியைப் போன்ற ஒரு வளையியைப் பெற கிறோ?



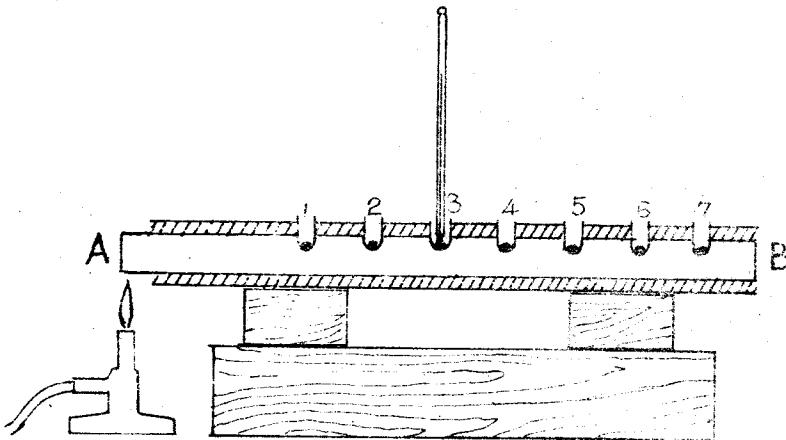
### படம் 16.3

கடாக்கப்பட்ட முன் A யிலிருந்த தூரம் கடக் கட வளையின் சாரி குறைந்த குறைந்த கொண்டு போவதைக் காண்பீர்.

இச்செயற்பாட்டில், கோவின் மேற்பரப்பு வளமண்டலத்திற்குத் திடுந்த முகமாக இருக்கிறபடியால், அதிலிருந்து யாதொரு தடையுமின்றி வெப்பம் இழக்கப்படுகிறது. கோலானது (வெப்ப இழப்புத் தடுக்கும்) இழுது அல்லது குஞ்சுகமின்றி இருக்கிறது.

செயற்பாடு 4. த ஸைகள் இடங்கொடுக்கும் அளவுக்கு, கோவின் வளைந்த மேற்பரப் பின் மெல்லிய கண்ணர்த் தாளை ஒரு சில சுற்றுச் சுற்றுக (படம் 16.4). கண்ண ராணு மந்தமான வெப்பங் கடத்தி; எனவே, குஞ்சுகத்தின் வெளி மேற்பரப்பு வெப்பநிலை ஏற்தாழ அறை வெப்பநிலைக்குச் சமான இருக்கும். ஆகவே திறந்த மேற்பரப்பிலிருந்து வெப்ப இழப்பு இராத. அப்போது கோலானது இழுது அல்லது

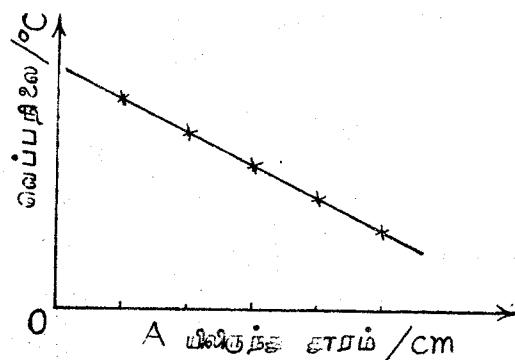
கஞ்சகம் இடப்பட்டிருக்கிறது எனச் சொல்லப்படும். செயற்பாடு 3 இந் செய்தவாற செய்க. தோர்ந்தெடுத்த ஒளையிலே வெப்பநிலை உறுதிப் பெறுமானமொன்றை அடைவதையும் மற்றைத் தளைகளிலும் வெப்பநிலைகள் அதே நேரத்தில் உறுதிப் பெறுமானங்களை அடைவதையும் காண்விட்டிரா?



படம் 16.4

குடாக்கப்படும் முனை A யிலிருந்து தளைகளின் காரங்களுக்கு எதிரே அவ்வந் துளைகளிலுள்ள உறுதி வெப்பநிலைகளை, அட்டவணை 16.2 ஜப் போன்றவோர் அட்டவணையிற் பதிலு செய்க.

நாரத்திற்கு எதிரே வெப்பநிலையைக் குறிக்க. நேர்கோட்டு வரைபொன்றைப் பெறவீர் (படம் 16.5). கஞ்சகமிடாச் சட்டத்தைக் கொண்டு வெப்பநிலைப் படித்திறன்.



படம் 16.5

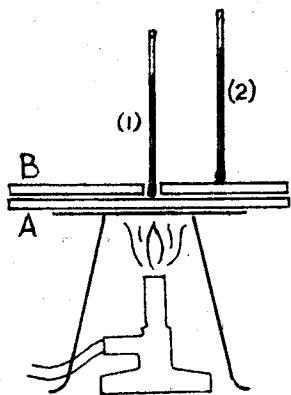
தொடர்ந்த குறைகிறபோதிலும், கஞ்சகமிட்ட சட்டத்திற்கு மாருதிருப்பதைக் காண்கிறீர். வெப்பநிலைப் படித்திறனின் இம்மாருமையானது பல வகைகளில் முக்கிய மானது.

### 16.12 எளிதிற் கடத்திகளும் அரிதிற் கடத்திகளும்

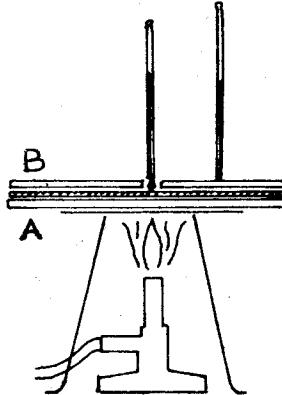
உலோகங்கள் அல்லது கலப்புலோகங்களாலாகிய சில பதார்த்தங்களாலான கோல்கள், அவ்வளவிற்கிண் முனையொன்றிற் குடாக்கப்படுமிருந்து, வெப்பநிலைப் படித்திற்கு சிறிதாக இருப்பதும், மரம் போன்ற வேறு பதார்த்தங்களாலான கோல்களுக்கு அது பெரிதாக இருப்பதும் பரிசு 16.1 இந் கூறப்பட்டுள்ளது; அது தொடர்பாக நாம் எளிதிற் கடத்திகள் பற்றியும் அரிதிற் கடத்திகள் பற்றியும் குறிப்பிட்டுள்ளோம். இவ்விடயத்தைச் சந்தூக் கூர்ந்து ஒராய்வோம்.

செயற்பாடு 5. ஏற்தாழ 1 மீ தடிப்புடைய பித்தினத் தகடொன்றிலிருந்து ஒன் வொன்றும் பரிமாணங்கள் 4 cm × 4 cm உடைய A, B என்றும் இரு சுறுரத் தட்டுகளை வெட்டுக. B யின் மையத்திலே வெப்பமானியோன்றின் குழிம் அதனாடாக நழையக் கூடிய அளவில், குளையொன்றை ஆக்குக.

ஏற்தாழ 1 மீ தடிப்புடைய அட்டைத் தாளொன்றிலிருந்து மேற்படி தட்டுகள் போன்ற (துளையில்லாத) தட்டுகளை வெட்டுக. படம் 16.6 இந் காட்டியுள்ள வாறு, துளையில்லாப் பித்தினத் தட்டு A யை முக்காலியோன்றிலிருந்து வைத்து, அத்தட்டுமீது தட்டு B யை வைக்க. உறுதியான பங்கள் கவாலியால் A யைச் சூடாக்குக. உறுதிநிலை அடையப்பட்டதும், வெப்பமானி தானம் (1) இல் (A யின் உயர் மேற்பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கவும்) தானம் (2) இல் (B யின் உயர் மேற்பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கவும்) வெப்பநிலையை வாசிக்க. இல் வெப்பநிலைகள் முறையே ① உம் ② உம் ஆகட்டும். இவை முறையே B யின் கீழ் மேற்பரப்பு, உயர் மேற்பரப்பு ஆகியவற்றின் வெப்பநிலைகளாகும்.



படம் 16.6



படம் 16.7

அடுத்து, B கை அகற்றி, A மீது ஓர் அட்டையை வைத்து, அதன்மீது B கை மறபடி வைக்க (படம் 16.7). அட்டையின் உயர் மேற்பரப்பைப் தொழுமாறு, B யில் உள்ள துளையுடாக வெப்பமானியைப் புகுத்தி, வெப்பநிலையை வாசிக்க; வாசிப்பு  $O_2^I$  ஆகட்டும். இது அட்டையினுடைய உயர் மேற்பரப்பை வெப்பநிலையாகும். கவாலையானது உறுதியாக இருந்திருந்தால் (அட்டையினது) சீழ் மேற்பரப்பை வெப்பநிலை  $O_1$  ஆகும்.

அட்டை அட்டையாகச் சேர்த்து, செயற்பாட்டை மீண்டும் மீண்டும் செய்க; ஒன்றொரு முறையும் ஆகவும் மேலேயுள்ள அட்டையின் உயர் மேற்பரப்பை உறுதி வெப்பநிலையை வாசிக்க; அங்கெப்பநிலைகள் முறையே  $O_2^{II}$ ,  $O_2^{III}$ ,  $O_2^{IV}$  ஆகட்டும்.

அடுக்கிழவுள்ள தட்டுகளின் எண்ணிக்கைக்கு எதிரே ஆகவும் மேலேயுள்ள தட்டினது உயர் மேற்பரப்பை வெப்பநிலையைக் குறிக்க (படம் 16.8). தட்டுகளின் எண்ணிக்கை குடுமித்து, வெப்பநிலை விரைவிற் குறைவதைக் காண்பிர.  $O_2^I$ ,  $O_2^{II}$  முதலிய வற்றுடன்  $O_2$  ஜை ஒப்பிடுக. பித்துளையுடன் ஒப்பிடுமித்து, அட்டையானது மிக அரிதம் கடத்தி என்பதை ஏற்றுக்கொள்ளீர்.

### 16.13 எனில் கடத்திகள், அரிதிற் கடத்திகள் ஆசியவற்றின் பயன்பாடு

கொதிகலமான்றிற் கொதிநீராவியைக் குடியமட்டிற் சீக்கஞ்சமாகப் பிறப்பிக்க விரும்புகிறீர் என்று வைத்துக் கொள்வோம். வழக்கமாகக் கொதிகலங்கள் உலோகத்தாலானவை; அவை வெளியிலிருந்து கவாலையான்றுற் கூடாக்கப்படும். கொதிகலத்துக்கு வழங்கப்படும் வெப்பம் முழுவதும் கொதிநீராவி பிறப்பித்தலிற் செலவாவதில் லை. வெப்பம் உணர்த்தக்க அளவில், (எனில் கடத்தியாசிய) கொதிகலச் கவர் வழியே கடத்தப்பட்டுச் சுற்றுடைக்கு இழக்கப்படும். இவ்வெப்பம் பயன்படாது வீண்ப்போகிறது. மேஜம் கொதிகலம் வெம்மையிக்கதாவதால் அதை அணுகவும் முடியாது.

எனவே, நாம் கொதிகலனைக் கண்ணர் போன்ற அரிதிற் கடத்தியான்றுற் சுற்றிப் போர்க்கிறோம். உண்மையில், சிறிய தடிப்புடைய கண்ணர்ப் போர்வகுடக் கொதிகலத்தின் வெப்பநிலையை ஏற்றதாழச் சுற்றுடலின் வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு வரும் எனச் செயற்பாடு 4 தரும் செய்திகளிலிருந்து நீர் உணர்ந்து கொள்ளீர். எனவே, வெப்ப இழப்புப் பெருமளவிற் குறைக்கப்படுவதால், கவாலையால் வழங்கப்படும் வெப்பத்தின் மிகப் பெரும் பகுதி கொதிநீராவி பிறப்பித்தலிற் செலவாகும்.

சீல சந்தர்ப்பங்களில், வெளியிலிருந்து வெப்பம் அடைப்பொன்றுட் புகாதிருத்தல் வேண்டியது; உதாரணமாக, ஜஸ் கிரீம் கொண்ட பெட்டியொன்றைக் கருதவோம்; அதில், ஜஸ் கிரீம் நீண்ட நேரம் உருகாதிருத்தலை நாம் விரும்புகிறோம். அடைப்பை கவர்களை மிக அரிதிற் கடத்தியான்றுற் செய்து இதைச் சாதிக்கலாம். இன்று, இத்தகைய அரிதிற் கடத்திப் பொருள்களை விலைக்கு வாங்கலாம்; அவற்றுள் பொவின்தைரைகள் என்பதும் ஒன்றுகும். நீர் அடுத்த முறை பெருமளவில் ஜஸ் கிரீம் வாங்கும் போது அதைப்படும் கொள்கலத்தைச் சோதித்துப் பார்க்க.

உயர் வெப்பநிலையில் இருக்கிற ஓர் இடத்திலிருந்து தாழ் வெப்பநிலையில் இருக்கிற பிரதோர் இடத்தக்கு, இழப்பின்றி, வெப்பம் செலுத்தும்பொருட்டு, எனிதிற் கடத்தி கள் பயன்படுத்தப்பெறும்.

#### 16.14 கடத்தலுக்கான அடிப்படைச் சூத்திரங்கள்

இச்சூத்திரங்களை உருவாக்க வேண்டுமாயின், வெப்பக் கடத்தாறுக்கு வரைவிலக் கணம் கறி அக்கவியத்தை அளந்தற்கான அலனுகளையும் வரையறுத்துக் கொள்ளல் வேண்டும்.

இழுக்கிடாக் கோவொண்றை அதன் முனையொன்றிற் குடாக்கீலுல், அம்முனையில் வழங்கப்படும் வெப்பம் முழுவதம், கோல்வழியே, மறு முனைக்குப் பாய்வதில் ஒல். வழங்கப்படும் வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி, வழியில், சுற்றுலைக்கு இழக்கப்படும். எனவே, கொள்கையை எளிதாக்குமுகமாக, நாம் இழுக்கிட்ட அல்லது கஞ்சகமிட்ட கோல்களை மட்டுமே கருதுவோம். செயற்பாடு 4 இலே கஞ்சகமிட்ட கோவீட்டுக் கிடைக்கப்பெற்ற பேருகளை தொபகப்படுத்திக்கொள்க. அங்கு, கஞ்சகக் குழாயொன்று உறுதி நிலையிலிருக்கும்போது வெப்பப் படித்திறன் மாறிவியாக இருப்பதைக் கண்டிருக்கிறீர். இச்செய்தி கொள்கையை எளிதாக்கும்,

உறுதிநிலையில், செக்கு நென்றிலே, கஞ்சகமிட்ட கோவீடாகப் பாயும் வெப்பக் கணியத்தையும், சீறப்பாக, ஏக்கவியம் தங்கியிருக்கும் காரணிகளையும் அறிய விரும்புகிறோம். ஆனால், எனிய வெப்பவியல் முறைகளின் அடிப்படையில் இந்த ஆய்வை நடத்துவதற்குச் செயற்பாடுகள் இல்லையே. எனவே, நியாயமான எடுகோள் (அதாவது கருதுகோள்)களின் அடிப்படையில், கடத்தப்படும் வெப்பக் கணியத்தக்கான சூத்திரமொன்றைப் பெற முயல்வோம். ஜிவ்வழியாகப் பெற்ற சூத்திரத்தைப் பின்னர், நேர் முறையிலோ நேரின் முறையிலோ பரிசோத ஈயால் வாய்ப்புப் பார்க்க முடியுமாயின், அதுவே நாம் கையாண்ட முறையைப் போதியவாறு மெய்ப்பிக்கும்.

எடுகோள்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு நாம் ஓர் ஒப்புமையை வழிகாட்டியாய்க் கொள்ளலாம்.

முதலாவதாக, நீர்த்தேக்கமொன்றிலிருந்து உமது இல்லத்துக்குப் பாயும் நீரைக்கருதுவோம். இங்குப் பாய்வது நீரே. நீரின் பாய்ச்சல் வீதம் தொகுக்கும் குழாயின் முறைக்கு வெட்டுப் பரப்பளவுக்கு விகிதமான் என்பது தெரிந்ததே. மேலும் இப்பாய்ச்சல் வீதம் தேக்கத்துக்கும் உமது இல்லத்துக்கும் இடையேயுள்ள அமுக்கப் படித்திறலுக்கு விகிதமான் என்பதும் தெரிந்ததே. வழியிலே பொசிவு இராவிட்டால், அது வெப்பம் கடத்தவிற் கஞ்சகமிட்ட கோலை ஒத்திருக்கும். எனவே,

நீரின் பாய்ச்சல் வீதம்

எமுழாயின் முறைக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு

எ (பொசிவில்லாக் குழாய்களிடத்து மாருவிருக்கும்) அமுக்கப் படித்திறன் என எழுதவார்கள்.

∴ நீண் பாய்ச்சல் வீதம் எழுநோயின் முறக்குவெட்டுப் பரப்பளவு x அழுக்கப் படித்திறன். எனவே, கஞ்சகமிட்ட மூலாயான்றுக்கு, வெப்பப் பாய்ச்சல் வீதம் எகோவிள் முறக்குவெட்டுப் பரப்பளவு எகோவிலியே வெப்பநிலைப் படித்திறன் என எழுத நாம் தூண்டப்படுகிறோம்.

இவ்விதைச் சமன்பாடுகள் பாரிசோத இன் யாற் சோதிக்கப்பட்டுச் சரியெனக் காணப்பட்டுள்ளன.

$J \text{ s}^{-1}$  இல் வெப்பப் பாய்ச்சல் வீதத்தை  $R$  எனவும்,  $\text{m}^2\text{s}^{-1}$  இற் முறக்கு வெட்டுப் பரப்பளவை  $A$  எனவும்,  $K \text{ s}^{-1}$  இல் வெப்பநிலைப் படித்திற என்  $G$  எனவும் அறித்தால்,

$$R \propto AG \\ \text{அல்லது} \\ R = kAG \quad (1)$$

என எழுதலாம்; இங்கு  $k$  ஆகை விதைச் சம மாறிலி.

$k$  யிற்குத் தீர்த்தால்,

$$k = \frac{R}{AG} \quad (2)$$

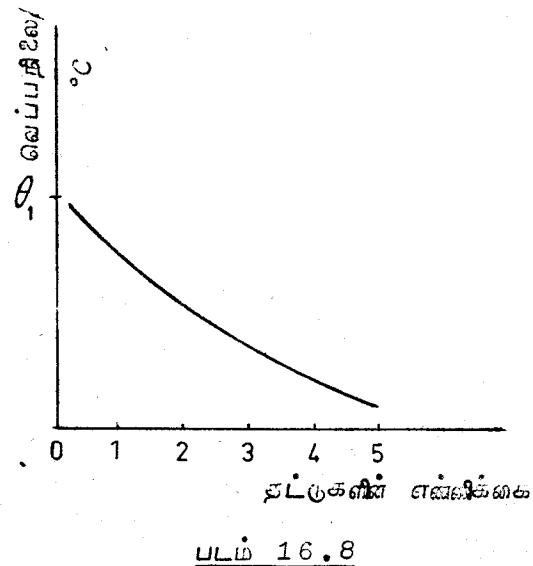
இச்சமன்பாட்டின் வலக்கைப் பக்கம்  $J \text{ s}^{-1}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$  இல்  $k$  அளக்கப்படுகிறபடியால்,  $k$  யிற்கு அலகுகள் உள்; எனவே,  $k$  வரிதே ஒர் எண்கணியமன்று.

அதனால்,  $k$  ஒரு பெளதிக்கையியம் ஆகும் என்பது தெளிவு; அது கோவிள் ஏதோ வோர் இயல்பை உணர்தலும்.  $R$  ஆகை  $A$  யாற் பிரச்சகப்பட்டிருக்கிறபடியால்,  $k$  ஆகை  $A$  யிலே தங்கியிராது. கோவிள் முனைகளுக்கிடையான வெப்பநிலை வித்தியாசத்தைக் கோவிள் நீள்த்தாற் பிரித்து  $G$  பெறப்படுவதால்,  $k$  ஆகை கோவிள் நீள்த்திலேயும் தங்கியிராது. எனவே,  $k$  ஆகை கோவிள் பதார்த்தத்திலே மட்டும் தங்கியிருக்கும்; அது கோவிலை பதார்த்தத்தின் வெப்பக் கடத்தாறு எனப்படும்.  $1 \text{ m}$  நீளம் உடைய, குறிக் கப்பட்ட பதார்த்தத்தாலான சதுரமுகிக் குற்றியொன்றின் ஒரு சோடி எதிரான முகங் களுக்கிடையே  $1^\circ\text{C}$  வெப்பநிலை வித்தியாசம் இருக்க, உறுதிலையிலே, பக்கங்களின் மூலம் இழப்பின்றி, மேற்படி முகங்களுக்குச் செங்குத்தாகவும் சதுரமுகிக் குற்றியடாகவும், செக்கங்களுக்கும் பாயும், யிலில் அளக்கப்படும் வெப்பக் கணியம், அப்பதார்த்தத்தின் வெப்பக் கடத்தாறு என வரைவிலக்கணம் கூறப்படும்.

வெப்பக் கடத்தாற்றுக்கான அலகுகள்  $J \text{ s}^{-1}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$  என நாம் ஏற்கெனவே கண்டு கொண்டோம்.

கஞ்சகமிட்ட மூலாயிடத்துப் பக்கங்களின்மூலம் வெப்ப இழப்பு இராது. எனவே, உறுதி நிலையிலே, முனையொன்றிற் புகும் வெப்பமானது, குறைதலின்றி, கோவிளோடாகப் பாய்ந்து, மறு முனையில் வளிவரும்.

அதேது, சீரான குறக்குவெட்டுக் கொண்ட கஞ்சகமிடாக் கோல் வகையாகக் கடுவோம்.



படம் 16.8

கோலில், A, B என்றும் இரு வெட்டுக் கூடுகளைக் கருதுக (படம் 16.9). அவற்றிலே வெப்பநிலைகள் முறையே  $G_1$  உம்  $G_2$  உம் ஆகட்டும். வெப்பநிலைப் படித்திறனுக்கு A யின் அயலில்  $G_1$  உம் B யின் அயலில்  $G_2$  உம் ஆகட்டும்.

உறுதிநிலையிலே அலகு நேரத்தில், இடப் பக்கத்திலிருந்து A யுட் பாயும் வெப்பக் கணியம்  $R_A$  உம், B யிலிருந்து வலப் பக்கமாக வெளியே பாயும் வெப்பக் கணியம்  $R_B$  உம் ஆகட்டும். A யிற்கும் B யிற்குமிடையே வெப்ப இழப்புகளுண்டு ஆதலால்,  $R_A$  அதை  $R_B$  கையக் காட்டிலும் பெரியது.

முறையே A யிலும் B யிலும் சமன் பாடு (1) கீழ்ப் பயன்படுத்தி,

$$R_A = k_A G_A$$

$$R_B = k_A G_B$$

எனச் செய்திக்கொள்ளும்

$R_A > R_B$  ஆதலால்,  $G_A > G_B$  என பது தெளிவு. எனவே, இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கத்தக்குச் செல்லுமிடத்து, வெப்பநிலைப் படித்திறன்

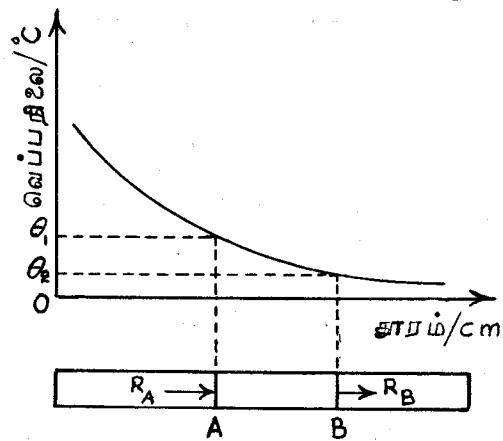
முறைந்துகொண்டு போகும். அதாவது, கோலின் சூடான முனையிலிருந்து வெவ்வேறான புள்ளிகளின் தூரங்களுக்கு எதிரே அப்புள்ளிகளிலிருந்து வெப்பநிலைகளைக் குறித்தால், படம் 16.9 இந் காட்டியுள்ளவாறு முறைந்துகொண்டு போகும் சாய்வுடைய வளையியொன்றை நாம் பெறல் வேண்டும். இவ்வகை வளையியை நீர் செயற்பாடு 3 இந் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

பொதுவாய் வழங்கும் தீண்மத் தீரவியங்கள் சீலவற்றினுடைய வெப்பக் கடத்தாறுகளின் பெறுமானங்கள் அட்டவணை 16.3 இந் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

அறித்த தேவைகளையிட்டு எதற்காகச் சீல பதார்த்தங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன என்பது, அட்டவணையில் கண்ணேட்டம் போட்டால், தெளிவாகும்.

(1) அமுக்காப் பஞ்சீன் வெப்பக் கடத்தாறு ஏற்காழ அமுக்கீய பஞ்சீனது வெப்பக் கடத்தாற்றின் எட்டில் ஒன்று; இதற்குக் காரணம் அமுக்காப் பஞ்சீன் வளிக் கேக் கங்கள் உள்ளமையே (வளி அரிதிற் கடத்தி என்பது தெரிந்ததே). அமுக்காப் பஞ்சீன் வெப்பக் கடத்தாறு நாரியற்றுணியின் வெப்பக் கடத்தாற்றைக் காட்டிலும் மிகச் சிறியதே; அது காரணமாகவே உடல் வெப்ப இழப்பைத் தடுக்கும் பொருட்டு, முறைமாதக் குழந்தைகள் அமுக்காப் பஞ்சாற் சுற்றிப் போர்த்தப்படுகின்றன.

(2) நாரியற்றுணி தாழ் கடத்தாற்றை உடையது; எனவே அது உடல் வெப்பமிழப் பகுதுத் தடுக்கும்பொருட்டு குளிர்ப் பிரதேசங்களில் உடைக்குப் பயன்படுகிறது; அதே தேவையையிட்டுப் பட்டும் பயன்படும். ஆகவே, வெப்பப் பிரதேசங்களிற் கம்பளியாலான ஆடைகள் அமைத பொருத்தமற்றதென்பது தெளிவால்லவா?



படம் 16.9

உலோகங்களும் கலப்புலோகங்களும்	$J \text{ s}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$ இல் K	அல்லலோகங்கள்	$J \text{ s}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$ இல் K
அலுமினியம்	210	கண்ணர்	0.13
பஷ்டின	109	செங்கல்	0.13
செம்பு	380	அட்டைத்தாள்	0.21
இரும்பு	75	தக்கை	0.42
சுயம்	35	(அழுக்கீய) பஞ்ச	0.22
இரசம்	8	(அழுக்காப்) பஞ்ச	0.025
உருக்கு	45	எப்பைந்து நாளியற்றணி (flannel) கண்ணு றப்பார் மனல் மரம்	0.17 0.097 1.1 0.19 0.054 0.21

தீண்மெப் பதார்த்தமொன்றின் வெப்பங் கடத்தாறுது வெப்பநிலையிலே ஒரளவு தங்கியிருக்கும். ஒரு குறிந்த வெப்பநிலை வீச்சிற் கிடைக்கப்பெற்ற பெறுமானங்களே இங்குத் தரப்பட்டுள்ளன.

### அட்டவி 16.3

(3) ஆயிர்க்காலின் மிக்க வெம்மையான பிரதேசங்களிற் சேவவுரியும் பிரெஞ்சு வெளிநாட்டுப் பட்டாளத்தைச் சேர்ந்த படைவீரர்களும் அரபுமக்களுங்கட, கம்பளித் தனியாலான, முடியையும் பிடியையும் போர்க்கும் தலையணிய அனிந்து கொள்வார். இம் மக்களின் நேரம் மிக மிகப் பெருமளவிற் குழும் வெயிலிற் செலவாகின்றபடியால், அவர்களின் முடியும் பிடியும் குரியவின் வெப்பத்தினின்றும் காப்பாற்றப்படாவிட்டால், அவர்கள் வெயில் வெப்பத்தாக்கு நோய்க்கு ஆளாகக்கூடும்.

(4) உலோகங்கள் குறிந்த வெப்பங் கடத்திகள்; அவை குறிந்த மின் கடத்திகளுங்கட. அதேபோல, அல்லலோகங்கள் மந்த வெப்பங் கடத்திகளாக இருப்பதோடு மந்த மின் கடத்திகளுமாகும். எனவே, வெப்பங் கடத்தாற்றுக்கும் மின் கடத்தாற்றுக்கு மின்டையே தொடர்பொன்றுள்ள போன்ற தோற்றுகிறது. உண்மையில் இத்தகைய தொடர்பு இருக்கிறது; அது அறிமுறையாலும் பரிசோத இன் முறையாலும் வாய்ப்புப் பார்க்கப்பட்டுள்ளது.

### 16.2 தீண்மங்களில் வெப்பம் கடத்தப்படும் முறை

தீண்மங்கள் வெப்பத்தைக் குடுதலாகவோ குறைவாகவோ கடத்தும் என்பதைக் கண்டுகொண்டோம்; மேலும், நற் கடத்திகள், மந்தக் கடத்திகள் எனத் தீண்மங்களை வகுத்தமிருக்கிறோம். இனி, கோலொன்றின் குடான முனையிலிருந்து குளிரான முனைக்கு

எவ்வாறு வெப்பச் சக்தி செலத்தப்படுகிறது என்றும் பிரச்சினையொன்று மட்டும் என்கியுள்ளது.

பதார்த்தமொன்றிலுள்ள சயாதீன் இலத்திரன்கள் வாயு மூலக்குறைகள் போன்ற நடந்துகொள்ளும். வாயுவொன்றில் கொள்கலத்தில் அவ்வாயுவின் மூலக்குறைகள் எல்லார்க்கு அனைத்து போலவே இச்சுயாதீன் இலத்திரன்களும் பதார்த்தத்திலே அகசூயும்; மேலும், வாயு மூலக்குறைகள் அவற்றின் எழுமாறு இயக்கம் காரணமாக இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியுடையவாக இருக்கிறது போன்ற சயாதீன் இலத்திரன்களும் அதே மாதிரி யான சக்தியை உடையவாயிருக்கும். வாயு மூலக்குறைகளுக்கு மேற்படி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி கொள்கலத்தில் கெல்லின் வெப்பநிலைக்கு விடித்து சமஞகும். சயாதீன் இலத்திரன்களுக்கு அவற்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அவற்றினது "கொள்கலத்தின்", அதாவது அவற்றைக் கொண்டிருக்கும் பொருளின் கெல்லின் வெப்பநிலைக்கு விடித்து சமங்.

வாயு மூலக்குறைகள் நான்கு வரையறந்த பரும இன் உடையை; எனவே, அவை தம்முடன் மோதிக்கொள்ள முடியும். மோதுகையொவ்வான்றிலும் சக்தியிக்க இலத்திரன்கள் சக்தி மறைந்த இலத்திரன்களுக்குச் சக்தி மறங்க இயலும். இலத்திரன்கள் மிக மிகச் சிறியனவாக இருக்கிறபடியால், அவை தம்முடன் மோத முடியாது. ஒன்று, ஓவை பொருளின் அஹுக்கஞ்சன் மோதலாம். இம்மோதுகையின்போது இலத்திரன்களுக்கும் அஹுக்கஞ்சுமிடையே சக்தி மாற்ற நிகழும். எனவே, விகிரவான் இலத்திரனைக்கு அஹுவொன்று முடன் மோதம்போது அது அவ்வாயுவின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும்.

வெப்பநிலைப் படித்திறன் தாபிக்கப்பட்டிருக்கும் மறைய கோவொன்றைக் கருதுவோம்.

X என்பதில், கோவின் குறக்குவெட்டைக் கருதுவோம் (படம் 16.10). சயாதீன் இலத்திரன்கள் அலைந்த நிரியும்போது, வெட்டின் இடு பக்கங்களிலுமிருந்து அவ்வெட்டினாடாகச் செல்லும்.

A யிலிருந்து B நோக்கிச் செல்லும் இலத்திரன்கள் B யிலிருந்து A நோக்கிச் செல்லும் இலத்திரன்களைக் காட்டிலும் கடுதலான சக்தியை ஏந்திச் செல்லும். எனவே, நினைச் A → B யில், தெரிய சக்தி இடமாற்ற நிகழ்விறபடியால், கோவின் புள்ளியொவ்வொன்றிலும் வெப்பநிலை ஏறும்.

உறுதிலை உடைதற்குமுன் அஹுக்கஞ்சன் மோதுகையால் இச்சக்தியின் ஒரு பங்கா ஆ, அம்மோதுகைகள் நிகழும் பிரதேசங்களிலுள்ள கோவைத் துறையில் வெப்பநிலை யிலை உயர்த்தம் பொருட்டுச் செலவாகிறது. கோல் கஞ்சம் இல்லாத்திருப்பில், இவ்வாறு தாம் ஈட்டிய (வெப்பச்) சக்தியின் ஒரு பங்கா, அதைக் கருதுதாக்கக் கதிர்ப்பு உருவில் இழுக்கும்.

வெப்பநிலைப் படித்திறன்

A சக்தியும்	X B சக்தியும்
வெகரும் மிக்க	வெகரும் மறைந்த
இலத்திரன்கள்	இலத்திரன்கள்

குடான முடை

படம் 16.10

அளிரான முடை

கோல் கருக்கமிடப்பட்டும் உறுதிநிலை அடையப்பட்டும் இருக்கும்போது, கோல் முழுதிலும், தேறிய (வெப்பச்) சக்திப் பாய்ச்சல் மாறுதிருக்கும். உறுதிநிலையில் கோவிள் எந்தப் புள்ளியிலும், சுயாதீன் இலத்திரன்கள் அப்புள்ளிக்குரிய அதே வெப்ப நிலையிலிருக்கும்; அப்பொழுது இலத்திரன்களுக்கும் அழுகக்கணக்குமிடையே சக்தி மாற்ற இராது.

சம்பற்றிய இலத்திரன் கொள்கைப்படி உலோகங்களில் வெப்பம் கடத்தப்படுவது இங்ஙனமே எனக் கருத வேண்டியுள்ளது. இதே கொள்கையின் அடிப்படையில், உலோகங்களில் மின்கடத்த லையும் விளக்கலாம் என்பதை நாம் பின்னர் கண்டு கொள்வோம்.

ஆரிதிற் கடத்திகளிலே சுயாதீன் இலத்திரன்கள் அருமையாகவே உள்ளன. எனவே, சக்திப் பாய்ச்சல் சிறிதாகவே இருக்கும்; அதன் விளைவாகக் கோவிலே தூரத்துடன் வெப்பநிலை விளரவாகக் குறையும். அதிரும் அழுகக்கள் அயலிலுள்ள அழுகக்கணக்கு மோதுவதாற் சக்தி மாற்ற நிகழ்ந்து, ஓரளவு கடத்தல் நேரிடும்.

### அத்தியாயம் 16 இற்கான பிரசினங்கள்

1. பக்கம் 0.10 ம உடைய செப்புச் சுதாரமுகிக் குற்றியொன்றின் முகமொன்று 100°C இலும் அதற்கு எதிரான முகம் 30°C இலும் பேணப்பட்டிருக்கின்றன. செம்பின் வெப்பக் கடத்தாறு  $380 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  எனின், உறுதிநிலையிலே நிரித்தில், குற்றியோடாகப் பாயும் வெப்பக் கணியத்தைக் கணிக்க. குற்றியின் எஞ்சிய நாண்கு முகங்களும் கம்பளியால் நன்று இழுகிடப்பட்டுள்ளன எனக் கொள்க. (விடை:  $1.6 \times 10^5 \text{ J}$ )

2. உலோகக் கொதிகளமொன்றின் அடியானது 0.01 ம தடிப்பும்  $1 \text{ m}^2$  பரப்பளவும் உடையது. கொதிகளம் 400°C வெப்பநிலையிற் பேணப்படும் உலையொன்றும் குடாக்கப்படுகிறது. அடியின் உள் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை 100°C எனக் கொண்டு, உறுதிநிலையிலே நிரித்தில் கொதிநீராவியாக ஆக்கப்படும் நீரின் அளவைக் கணிக்க. உலோகத்தின் வெப்பக் கடத்தாறு =  $380 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  கொதிநீராவியின் தன் மறை வெப்பம் =  $2.27 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$  (விடை: 3013 kg)

3. ஒரே நீளமும் ஒரே குறுக்குவிட்டுப் பரப்பளவுமுடைய, முறையே இரும்பாலம் செம்பாலமான இரு கோல்களை முனைக்கு முனை காய்ச்சியினைத்து, கூட்டுக் கோலொன்று ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இரும்புக் கோவிள் சுயாதீன் முனை 100°C இலும் செம்புக் கோவிள் சுயாதீன் முனை 30°C இலும் பேணப்பட்டிருந்தால், உறுதிநிலையிலே சந்தியின் வெப்பநிலையைக் காண்க. கோல்கள் இழுகிடப்பட்டிருக்கின்றன எனவும், இரும்பு, செம்பு ஆகியவற்றின் வெப்பக் கடத்தாறுகள் முறையே 76,  $380 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  எனவும் கொள்க.

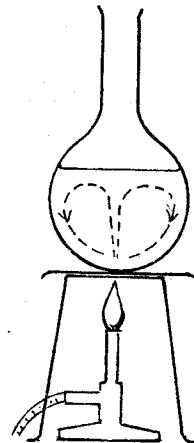
(விடை: 41.6°C )

## அத்தியாயம் 17

### வெப்பம் இடமாறம் முறைகள் - II

#### 17.1 உடன்காவுகை

செயற்பாடு 1. வீற்றர்க் குடுவையொன்றை எடுத்து, அதனை முன்றில் இரண்டு அளவு நிரால் நிரப்புக. குடுவையுள்ளே கண்ணுடிக் குழாயொன்றை நிலைக்குத்தாகப் புக்குக்க; குழாயின் கீழ்மூன்றை குடுவையின் அடியைத் தொட்டும்; குழாய் வழியாக நீரிலே சீரிடளவு பொற்றுகியம் பேர்மங்கனேற்றுப் பளிங்குகினை இடுக. பின்னர், கண்ணுடிக் குழாயின் மேல் முனையைக் கைப்பெருவிரலால் அடைத்துக் கொண்டு, குழாயையும் அதனை இருக்கும் நிரையும் வெளியே எடுக்க. பளிங்குகள் விரைவாக நீரிற் கரைந்துவிடும்; பளிங்கொல்லவான்றும் இருந்த இடத்தைச் சுற்றிச் செவ்வுதா நிறமாக இருக்கும். மந்தமான, உறுதியான பன்சன் கவாலையொன்றின் நூனியால், குடுவையின் அடியைச் சூடாக்குக (படம் 17.1). நிறுமிட்டிய பிரதேசங்களுக்கு யாது நிகழ் சிறங்க என நோக்கி, அப்பிரதேசங்களின் இயக்கத் தைப் பரும்படியாக வரைக. மீண்டும் செயற்பாட்டைச் செய்க; இப்பொழுது குடுவையின் பக்க மொன்றை மட்டும் சூடாக்குக. மேற்படி இயக்கம் இப்பொழுது தெளிவு கூடுதலாக இருக்கிறதா? இயக்கத்தை மீண்டும் வரைக.



படம் 17.1

பளிங்குகளின்றிச் செயற்பாட்டை மீளச் செய்க; குடுவையூடாக அறையிழீன் பொருள்களைப் பார்க்க; அப்பொருள்கள் மினிமிக்கமுறைவன போன்ற தோற்றுவில்லையா?

செயற்பாடு 2. கொஞ்சத்திய மெழுதுதிரியொன்றை மேசை மீது வைத்து, அதைச் சூடு மாற, மேசையிற் சீரியையொன்றை வைக்க. T-வடிவத்தில் அட்டையொன்றை வெட்டி, படம் 17.2 இற் காட்டியவாறு அதை வைக்க. மெழுதுக் குச்சியையொன்றை ஏற்றி, பின்னர் கவாலையை அணித்து, குச்சியின் புகைவிடும் முனையை, சீரிக்குச் சுற்று மேலேயும், T பின் ஒரு பக்கமாகவும், பிடிக்க. நீர் காண்பதென்ன?

செயற்பாடு 1 இலே நிறுமிட்டிய நீரின் இயக்கமும் செயற்பாடு 2 இலே புகைத் தனிக்கைகளின் இயக்கமும் முறையே நீரின் தீரின் அசைவையும் வளியின் தீரின் அசைவை யும் உணர்த்துகின்றன அல்லவா?

பாய்மங்கள் (அதாவது திரவங்களும் வாயுக்களும்) சூடாக்கப்படுமிடத்து விரிவும் என நாம் அத்தியாயம் 12 இற் கற்றுக் கொண்டோம். எனவே, பாய்மமொன்றின்

வெப்பநிலை ஏற்றித்த அப்பாய்மத்தின் அடர்த்தி இரங்கும். ஒகவே, சூடான, எனவே அடர்த்தி குறைந்த, பாய்மத் திணிவு ஏறும் எனவும், குளிரான, எனவே அடர்த்திக்கும் பாய்மத் திணிவு இரங்கும் எனவும் ஆக்ஷியிலைன் தத்துவத்திலிருந்து பெறப்படும். பாய்மத்தினது குழுமிக்க பாகங்களின் திரள் இயக்கங் காரணமாகப் பாய்மத்தில் வெப்பத்தின் இடமாற்றம் நிகழும் என்பது தெளிவு.

முறையே மேற்படி இரு செயற்பாடுகளைும், நிறமுட்டிய நீர், புகைத் துணிக்கைகள் ஆகியவற்றின் இயக்க முறையிலிருந்து இம் மேற்முக, கீழ்முக அசைவுகளை உணர்ந்திருப்பீர். பாய்மமொன்றின் பகுதிகள் அவ்வாற்றைச் சுற்றியிருக்கும் பலுதிகளின்மீது எளிதில் நழுவும் என்றும் இயல்பு மேற்படி இயக்கத்துக்கு உதவியாய் இருக்கிறது என்பதையும் நீர் உணர்வீர்.

சூடாக்கிய பாய்மங்கள் குளிர்மையும், அடர்த்தியும் குடிய பிரதேசங்களுக்கு அசைவதால் நிகழும் வெப்ப இடமாற்ற முறையானது உடன்காவுகை எனப்படும். தீண்மங்களிலே சட்டத்திரளியக்கம் நிகழுமுடியாத படி யால், இம்முறை பாய்மங்களுக்கே சீறப்பாக உரியது.

படம் 17.2

நிகழுமுடியாத படி

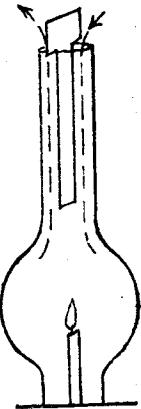
### 17.2 சில காற்று வகைகள்

எமது வளிமன்றலத்திலே பெரிய அளவில் உடன்காவுகை தோற்றுவதால் சில வகைக் காற்றுகள் உற்பத்தியாகும். நிலக் காற்றும் கடற் காற்றும் எமக்கு நன்கு தெரிந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

கடற்கரைக்கு அணித்தாக வாழ்வோர், அல்லது குறைந்தது ஒரு சில நாட்களை அவ்விடங்களிற் கழித்தோர், இக்காற்றுகளை வாங்கியிருப்பார்கள்.

பாறையின், எனவே மனவின் தன்வெப்பக் கொள்ளலு 0.9 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ஆகும்; நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளலு 4.2 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ஆகும். எனவே, இவ்விரு தன்வெப்பக் கொள்ளலுகளின் விகிதம் 1:5 ஆகும். நிலமும் நீரும் குறும் குரிய கதிர்களாற் சூடாக்கப்படும்; இஞ்சுதாலும், நிலமும் நீரும் அரிதாக கடத்திகளாதலால், மிக மிகச் சொற்பமான அளவில் மட்டுமே கீழ்மூலமான வெப்ப இடமாற்ற நிகழும். கடவின் மேற்பரப்பு சூடாக்கப்படுவிருப்பதியால், உடன்காவுகை இடம்பெறுகிறது.

மிகப் பெருமளவிலே தன்வெப்பக் கொள்ளலு வேறுபாடு இருக்கிறபடியால், பகவில், கடவின் மேற்பரப்பைக் காட்டிலும் நிலத்தின் மேற்பரப்பு குடுதலாக வெப்பமாகும். மேலும், கடவில் அலைகள் இருக்குமாயின், கடவின் மேற்பரப்பைக்குக்கண் கலக்கப்பட்டுக் குளிர்வடையும்; அது காரணமாக, நில வெப்பநிலைக்கும் கடல் வெப்ப நிலைக்குமிடையெயுள்ள வித்தியாசம் இன்னும் கடும். எனவே, நிலத்துக்கு மேலேயுள்ள வளி குடுதலாகச் சூடாக்கப்படுவிருப்பதியால், அது விரிந்து, அடர்த்தி அன்றி, வளிமன்றலத்தில் ஏறி, குளிர்வடையும்.



இவ்வாறு விரிவடைந்த வளிபாலை, மேன்முகமான காற்றோட்டு காரமாக, நிலைக் கண்டாக இருக்குமாட்டால்; எனவே, அது பக்கமாகக் கடல் நோக்கி வழிந்தோமும் (ஏன்?). இந்னீரிலோகம், கடலுக்கு மேலே வளியுக்கம் குழும்; நிலத்துக்கு மேலே இது குறையும். பாய்மஸ்கள் உயரமுக்கப் பிரதேசங்களிலிருந்து தாழ்வமுக்கப் பிரதேசங்களை நோக்கிப் பாய்கின்றபடியால், பக்கபோது, கடலிலிருந்து கரைநோக்கி வளி அசைவு நிகழும். அதாவது, பக்கபோது கடலிலிருந்து கரைநோக்கிக் காற்று வீசும். இது கடற் காற்று எனப்படும்.

கரியன் மறைந்த பின்னர், நீரும் நிலமும் வெப்பம் பெறுவதில் இல்; அல்ல, அவை கதிர்ப்பு வீசலால் வெப்பம் இழக்கும். (இவ்விடயம்பற்றி அடுத்தவரும் அத்தியாயத்திற் கற்றுக்கொள்ளலாம்.) இப்பொழுது கடல் மேற்பரப்பைக் காட்டிலும் நில மேற்பரப்பு குதுவாக வெப்பம் காலும். அன்றியும், நீரைக் காட்டிலும் மன குறைந்த தன்வெப்ப பக் கொள்ளலவை உடையது. எனவே, கடல் மேற்பரப்பைக் காட்டிலும் நில மேற்பரப்பு விழவாகக் குளிர்வடையும். அதுவுமல்லாமல், அலைகள் கடல்நீரைக் கலக்க மாற செய்கின்றபடியால், கடலில் மேற்பரப்பு வெப்பத்தில் மெதுவாகவே இருக்கும். எனவே, பக்கபோது நடந்ததற்குச் சரி நேர்மானதே இப்பொழுது நடக்கும்; கரையிலிருந்து கடலுக்கு, அதாவது நிலக் காற்று வீசும்.

நில, கடற் காற்றுகள் நான்தோறும் வீசும்; அவை வேறு காரணங்களாலாலும் பருவக் காற்று இலத்தைச் சேர்ந்தவையல்ல. குருவிக்காற்றுகளும் மற்றுரோயித்தைச் சேர்ந்தவை.

#### 17.21 இயல்பான உடன்காவுக்கடியும் வளிந்த உடன்காவுக்கடியும்

மேற்படி செயற்பாடுகளில் நீர் நோக்கிய உடன்காவுக்கடியும் வளிமண்டலத்தில் நோக்கப்படும் உடன்காவுக்கடியும் இயல்பான உடன்காவுக்கடை என்றும் வகையைச் சேர்ந்தவை.

இவ்வகை உடன்காவுக்கடையிலே பாய்மத் திணிவொன்று அதன் சுற்றுவளிருந்து வெப்பம் உறிஞ்சிச் சூடாகும்; வெப்பநிலை ஏற்றத்தக்கொத்ததாய் அதன் அடர்த்தி குறையும்; எனவே, மீண்஠ல் தத்துவப்படி அது மேல்முகமாக ஏறும். துகவே, அசைற்ற வளியாற் சூழப்பட்டிருக்கும் சூடான பொருளொன்றிடத்து, அப்பொருளுக்கு அடுத்துள்ள வளிப்படைகளே பாதிக்கப்படும். இப்படைகளின் மேல்முகமான உடன்காவுக்கடையைச் சூடு, குளிர்ப்படைகளாலால் பிரதியீடு எங்களை தொடர்ந்து மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்வதால், பொருள்களிலோகம் விடும்.

இயல்பான உடன்காவுக்கடையிலிருந்து மாறபடும் பிறிதொரு வகை உடன்காவுக்கடியும் உண்டு. அது வளிந்த உடன்காவுக்கடை எனப்படும்.

மக்குப் பரிமாறப்பட்ட தேநீர் மிகச் சூடாக இருக்குமாயிக், நீர் அதை குறி அதனை ஓர் அளவு துரச் செய்வீர். திறந்த யன்னல் அண்மையில், காற்று வீச்கள், சூடான பொருளொன்றை வெத்தும் அதைக் குளிர்வடையச் செய்யலாம்; அவ்வளது அப்பொருளின்மீது காற்று வீசுமாற விசிறியால் விசிறலாம். இங்கு, குளிர்வை உண்டாக்கும்

விதியானது பொருளுக்கு அடுத்துள்ளதன்று; மீண்டும் ஆவ்வளி பொருளின்மீது வரையறந்த வொரு வேகத்தைப் பட்டு, பின்னைத் தொலும் மீயுந்தல் விளைவாலும் சூடாக்கப்பட்ட வளி அப்புறப்படுத்தப்படும். இவ்வகை உடன்காவுகை வலிந்த உடன்காவுகை எனப் படும்; ஏனெனில், அது வலிந்ததாரு முறையாகும். அம்முறை இயல்பான உடன்காவுகையைக் காட்டிலும் குடுதலான அளிரல் விளைவை விளைக்கும்.

இயல்பான, வலிந்த உடன்காவுகைக்கான விதிகள் பரிசோதனை முறைப்படி பெறப் பட்டுள்ளன; அவை பின்வருமாறு: சூடான பொருளொன்றிலிருந்து வெப்பம் இழுக்கப் படும் வீதம் (அல்லது அப்பொருளின் வெப்பநிலை வீழ்ச்சி வீதம்)

(இயல்பான உடன்காவுகையிடத்து) ( $0 - 0_0$ ) என்பதற்கு விகிதசமன்.

(வலிந்த உடன்காவுகையிடத்து) ( $0 - 0_0$ )<sup>5/4</sup> என்பதற்கு விகிதசமன்.

இங்கு, ஒதுக்க சூடான பொருளின் வெப்பநிலையும்,  $0_0$ , சுற்றுடலின் வெப்பநிலையுமாகும்.

இரு பக்கங்களுக்கும் மடக்கைகள் எடுத்தால், சூடான பொருளொன்றிலிருந்து வெப்பம் இழுக்கப்படும் வீதம் (அல்லது அப்பொருளின் வெப்பநிலை வீழ்ச்சி வீதம்)

(இயல்பான உடன்காவுகையிடத்து) மட ( $0 - 0_0$ ) இற்கு விகிதசமன் எனவும்,

(வலிந்த உடன்காவுகையிடத்து)  $\frac{5}{4}$  மட ( $0 - 0_0$ ) இற்கு விகிதசமன் எனவும் பெற வோம்.

மடக்கை அமைப்பிலே இரு விதிகளும் ஒரே வடிவத்தில் இருக்கும்; ஆனால், வலிந்த உடன்காவுகைக்கான விதியானது இயல்பான உடன்காவுகைக்கான விதியைக் காட்டிலும் மிகப் பரந்த வெப்பநிலை வீச்சில் விதை எனப் பரிசோதனையாற் காணப்படுகிறது.

காற்று வீச்சு மிக மௌவாக இருக்கிறபோதிலும் வலிந்த உடன்காவுகை நடை பெறும் என்பது குறித்தற்பாலது. சூடான பொருள்கள் அரிதாகவே அசைவற்ற வளி யிற் குளிர்வடைகின்றபடியால், வலிந்த உடன்காவுகை பொதுவாகவும், இயல்பான உடன்காவுகை அரிதாகவும் நடைபெறும்.

வெப்பம் இடமாறும் முறைகள் - III

18.1 வெப்பக் கதிர்ப்பு

குடாக்கப்பட்ட பொருளான்றிற்குக் கீழே உமது புறங்கையைப் பிடிக்க (உள்ளுக்கையைக் காட்டிலும் அது வெப்ப உணர்வு மிக்கது). கை சுமுகிறது போலிருக்கும்; சூடான பொருளிலிருந்து கை எவ்வாறு வெப்பத்தைப் பெறுகிறது என்பதே கேள்வி. வளி அரிதிற் கடத்தியாதலால், இது கடத்தல் முறையாலன்று. குடாக்கப்பட்ட வளிப்படைகள் கீழே இறங்காது மேலெழுகின்றபடியால், இங்கு உடன்காலுகை இடம்பெறுகிறது. எனவே, வெப்பம் ஓர் இடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்துக்குச் செல்லுவதற்கு இன்னு கதிர்ப்பு முறை எனவும், இவ்வாறு அடுக்கத்தப்படும் வெப்பத்தைக் கதிர்ப்பு வெப்பம் எனவும் அழைக்கிறோம். வெப்பக் கதிர்ப்பாகுது சக்தியின் ஓர் உருவமாதல் வேண்டும்; ஏனெனில், அதைச் சக்தியின் ஓர் உருவமாகிய வெப்பமாக மாற்றமுடியும்.

புவிவாழ் உயிரினங்களுக்குத் தேவையான வெப்பத்தைச் சூரியன் வாரி வாரி வழங்குகிறது. இவ்வெப்பம் எம்மைக் கதிர்ப்பு முறையாலே அடைகிறது என்பது வளிப்படை சூரியிலிருந்து எமக்கு வரும் கதிர்ப்பு வெப்பத்தைக் கருதல் மூலம் கதிர்ப்பு முறை பற்றி இரண்டொரு முக்கியமான செய்திகளைப் பெறலாம்.

சூரியத்துக்கும் புவிக்குமிடையான தாரம் ஏறத்தாழ 1500 இலட்சம் கிலோமீற்றராகும். ஈர் அல்லது பூவாயிரம் கிலோமீற்றர் அளவிற் புவியைச் சூழ்ந்திருக்கும் வளி தில் எமக்குக் கிடைக்கக்கூடிய மிக மிகச் சிறந்த வெற்றிடப் பம்பிகளைக் கொண்டு முறை, உடன்காலுகை முறை ஆகியவற்றிற்கு இருக்கிறது போல்லாது, கதிர்ப்பு முறைக் கடவுடுகள் வேண்டியதில் ஒரே என்பது தெளிவு.

நீர் நன்பகவிலே திறந்த வளியில் இருக்கிறீர் எனவும், சூரியன் வான் முகில்களால் முடப்படாதிருக்கிறது எனவும் கொள்வோம். சூரியன் வெப்பத்தை உணர்கிறீர்; உம் மைச் சுற்றி யாவும் சுலக்கமாக இருக்கின்றன. இனி, சுற்றுத் தொலைவில் இருந்த முகிலொன்று அனுஷ்ண உமக்கும் சூரியத்துக்குமிடையே வரட்டும். சூரியன் கதிர்ப்பாலான வெம்மையும் சுலக்கமும் ஒரே நேரத்திலே தண்டிக்கப்படுகின்றன என்பதை உணர்வீர் அல்லவா? ஒளிக் கதிர்ப்பும் வெப்பக் கதிர்ப்பும் ஒரே வேகத்துடன் செல்கின்றன என நாம் இச்செய்தியிலிருந்து முடிவு செய்யலாமல்வா?

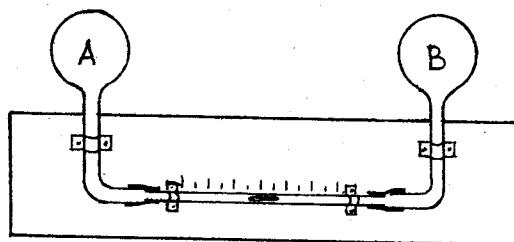
சூரியன் கதிர்ப்புப் படும் விசாலமான சுவர் அல்லது கட்டடமொன்றிற்கு முன் நீர் நிற்கிறீர் என்று வைத்துக் கொள்வோம். வெம்மையாய் இருக்கிறதல்லவா? வெப்பக்

கதிர்ப்பு தெறிப்புறுத்தக்கு என்பதை இச்செய்தி உணர்த்துகிறதல்லவா?

18.11 வெப்பக் கதிர்ப்பு உணர்தல்

எமதி தோலானது அத்தனை உயர்ந்த உணர்திறுத்தையதொரு வெப்ப உணரியன்று. வெப்பக் கதிர்ப்பைத் தொடர்ந்து ஓராய்தற்கு உயர்ந்த உணர்திறுத்தைய வெப்ப உணரி தேவைப்படுகிறது.

செயற்பாடு 1. A யும் B யும் சர்வசமனன், ஏறத்தாழ 5 cm ஆரையுடைய இரு கண்ணுடக் குழிழ்கள்; அவை செங்குத்தாக வளைக்கப்பட்ட கண்ணுடக் குழாய்களில் ஒக்கப்பட்டிருக்கின்றன; அக் குழாய்கள் ஏறத்தாழ 30 cm நீளமுடைய கண்ணுடக் குழாய்யான்றின் முனைக்குடும் தொடுக்கப்பட்டுள்ள (படம் 18.1). குழிழ்களைக் குழாய்டுன் தொடுக்குமுன், குறுகிய (1 cm நீளமுடைய), நிற ரூட்டிய திரவ நிரவொன்று அக்குழாயுட் புகுத்தப்பட்டு, அதன் நடுவிற் கீட்குமாறு செய்யப்படும். கவ்விகளால் மரப்பலகையொன்றின்மீது இவ்வொழுங்கினை ஏற்றி, படத்திற் காட்டியவாறு பலகையைப் பிடிக்குவியொன்றிற் பட்டுகூ. குழாயின் அருகே அதன் பக்கவீர் கண்ணுட அல்லது மர அளவுகோலொன்றைப் பொருத்தினால் அது வசதியாகும்.



படம் 18.1

இவ்வொழுங்கானது, உண்மையில், எதிரெதிராகத் தொழுற்படும் இரு வாயு வெப்பமானிகளின் ஒரு சேர்மானமாகும்; எனவே, ஆன வேற்றுமை வெப்பமானி எனப்படும். திரவ நிரவின் அசைவை இரு குழிழ்களின் வெப்பநிலை வித்தியாசத்தின் அளவாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

அடுத்து, பன்சன் சுவா லையோன்றிலே இரும்பு உருண்டையொன்றைச் சூடாக்கி, அதை A யிலிருந்து சுற்றுத் தூரத்திற் பிடிக்க; அப்பொழுது, B ஆனது உருண்டையின் கதிர்ப்பிலிருந்து காவலிடப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். திரவ நிரல் வலப் பக்கமாக அசையும் (என?). உருண்டையை A யிற்குக் கூட்டக் கொண்டுவந்தால் அசைவு குடுதலாக இருக்கும். குழிழ் A யைத் தேப்பந்தன் சுவா லையோன்றிற்கு மேலே பிடித்த அதிற் காரி பூச்சு. இப்பொழுது நிரவின் அசைவு குடுகிறது (என?). வேற்றுமை வளி வெப்பமானியானது கணிசமான உணர்திறுத்தைய கதிர்ப்பு உணரியாகும்.

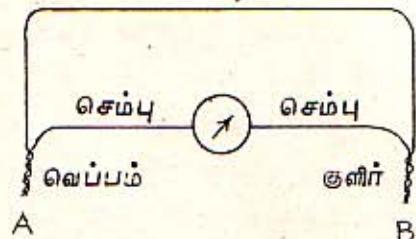
இதைவிட உணர்திறன் கூடிய கதிர்ப்பு உணரியானது வெப்பவாடுக்கு என்பதாலும்.

செயற்பாடு 2. நீண்ட இரும்புக் கம்பித் தண்டொன்றையும் இரு குறுகிய செம்புக் கம்பித் துண்டுகளையும் எடுத்து, அவற்றைப் படம் 18.2 இற் காட்டியுள்ளவாறு மேசைக் கல்வனோனியோன்றுடன் தொடுக்க; தேவைப்படும் இடங்களில், சந்திகள்

உண்டாகுமாறு, கம்பிகளை இறக்கி முறக்குக்.

கவாலையொன்றிலே சந்தி A யைச் குடாக்குக். கல்வனோமானியில் ஏதும் நிகழ்த்தா? சுற்றில் அடுக்கேயில் இல்; ஆனால் ஒட்டம் பாய்கிறதே. சந்தி கருக்கிடையே வெப்பநிலை வித்தி யாசம் உண்டாகும்போது ஒட்ட மூலமானால் தொழிற்படிக்கிறதெனக் கூறகிறோம். கவாலையை வெம்மை மிக்கதாக ஓக்குக். இப்பொழுது கல்வனோமானியில் என்ன காண்கிறீர்?

இரும்பு



படம் 18.2

இரு வேறு உலோகங்களாலான

கம்பிகளை இத்தகைய சேர்மானம் வெப்பவிலை என்பதும். எனவே, வெப்பவிலையொன்று சந்திகருக்கிடையே வெப்பநிலை வித்தியாசமியானால் தாயிக்கப்படுமித்தது, கல்வனோமானியையான்றுல் உணரக்கூடிய ஒட்டமொன்று சுற்றிர் பாயும்.

வெப்பநிலை வித்தியாசம் சீறித்தனிக், ஒட்டறும் சீற்காலும்; அப்பொழுது கல்வனோமானி அதனை உணரமுடியாமல் இருக்கலாம். எனிலும், இப்பிரச்சினையை எளிதிலே தீர்த்த விடலாம்.

நீர் மின்குள் விளக்கொன்றைப் பயன்படுத்தியிருக்கிறீர் அல்லவா? இதில் உலர் கங்களின் எண்களைக் கிரிதாக இருக்கும்போது, தலக்கம் குறைவாகவே இருக்கும்; ஆனால், அவ்விளக்கைக் குருமித்து, மின்னேட்டம் குடும், அதேவேளை பிரகாசமும் குடும்.

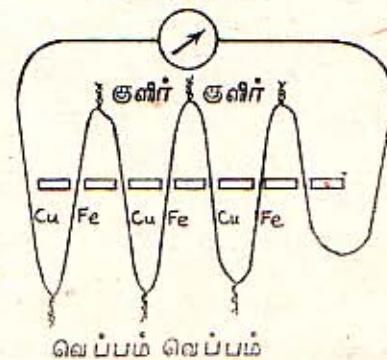
வெப்பவிலையிலும் இவ்வாறே தனியொரு வெப்பவிலையைப் பயன்படுத்தாது, நாம் பலவற்றைத் தொடரிலே பயன்படுத்தலாம் (படம் 18.3).

செயற்பாடு 3. தடித்த அட்டையொன்றிலே போதிய அளவிலே தீளைகளை ஓக்குக்; அத்தீளைக்கூக்க இரும்புக் கம்பிகளையும் செம்புக் கம்பிகளையும் செலுத்துக்; கம்பிகளின் மூலைகளை முறக்கி இனிக்க

(படம் 18.3).

தீளைகளை நெருக்கமாக ஓக்கி அல், வெப்பச் சந்திகளும், அதே போன்ற ஊர்ச் சந்திகளும், நெருக்கமாக இருக்கும், இப்போது பல வெப்பவிலைகள் தொடரிலே உருவாகும். ஏததாழ முந்திய செயற்பாட்டு வெப்பநிலை வரை வெப்பச் சந்திகளைச் சூடாக்குக். இப்போது கல்வனோமானி குடும்பால் விழுக்கீல்க் கார்ப்பரேட் துவக்காது?

கல்வனோமானி



படம் 18.3

இவ்வெப்பவினை ஒருங்கானது வெப்பவாடுக்கு எனப்படும். இனி வரும் செயற்பாடுகளில் நீர் பயன்படுத்தப்போகும் வெப்பவாடுக்கானது ஏற்கெனவே விவரித்துக் கூறியுள்ள வெப்பவாடுக்களிலிருந்து வேறுபடும்; அதில், இரும்பு-செம்புச் சேர்மானத்தைக் காட்டிலும் குருதலான விளைவு தரும் பிசுமது-அந்திமனிச் சேர்மானம் பயன்படுத்தப்பெறும்; அன்றியும், அதிலே ஏற்றாழ 25 வெப்பவினைகள் தொடரிலே தொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

### 18.12 வெப்பக் கதிர்ப்பின் இயல்புகள்

வெப்பக் கதிர்ப்பின் செல்கைக்குச் சடப்பொருள் வேண்டியதில் லை எனவும் வெப்பக் கதிர்ப்பு ஒளியின் வேகத்தைச் செல்கிறது எனவும் நாம் பொதுப்படையாகக் கண்டு கொண்டோம். வெப்பக் கதிர்ப்பைப் பற்றி நாம் தொடர்ந்து ஆராய்வோம்.

இனி வரவிருக்கும் செயற்பாடுகள் எல்லாவற்றிலும், ஏற்றாழ ஓர் அங்குல விட்டமுடைய இரும்பு உருண்டையொன்று கதிர்ப்பு முதலாகப் பயன்படுத்தப்பெறும். சங்கிலியொன்றிலிருந்து தொங்கும் இவ்வுருண்டை மிகச் சூடான பன்கள் கவா லையொன்றிலே உயர் வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படும். போதிய அளவு சூடாக்கப்பட்டதும் அவ்வுருண்டை கவா லையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டுக் கம்பமொன்றிலே தொங்கவிடப்படும்.

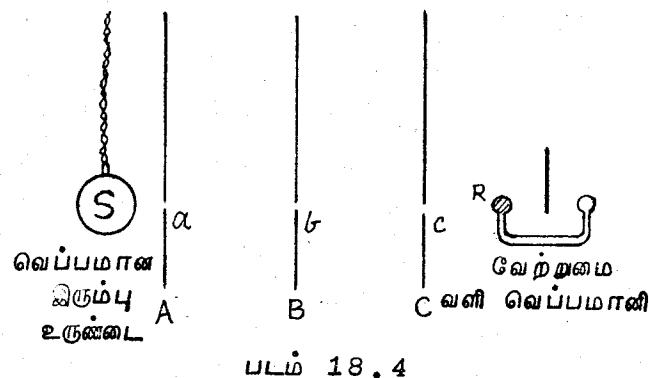
வேற்றுமை வெப்பமானி ஆல்லது வெப்பவாடுக்கு, கதிர்ப்புணரியாகப் பயன்படுத்தப்பெறும். வேற்றுமை வெப்பமானியில், வாங்கும் குழிம் இலேசாகக் கறப்பாக்கப்பட்டிருக்கும்.

கதிர்ப்புக் கதிர்களை வரையறக்கும் பொருட்டு, ஏற்றாழ 1 அங்குல விட்டமும் 1 அடி நீளமும் உடைய அட்டைக் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்பெறும்.

செயற்பாடு 4. A, B, C என்பவை முறையே a, b, c என்கும் தளைகளை உடைய முன்று அட்டைகள்; அத்தளைகளின் விட்டங்கள் ஏற்றாழ  $\frac{1}{2}$  மீ முதல் 1 மீ வரை இருக்கலாம் (படம் 18.4).

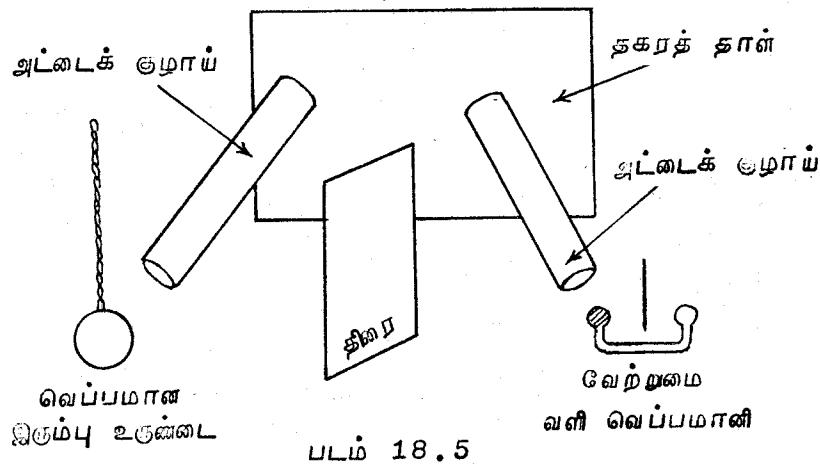
S, a, b, c, R யாவும்  
நேர்கோடொன்றிற் கிடக்கு  
மாற, படம் 18.4 இந்  
காட்டியவாறு, அவற்றை  
ஒருங்கு செய்க. வெப்பமானி  
யில் யாது காணப்படுகிறது?

நேர்கோடு S, a, c யில்  
இருந்து (1) R ஜ (2) b  
யைச் சுற்றே தள்ளி வைக்க.



இப்பொழுது வெப்பமானியில் யாது காணப்படுகிறது? உமது முடிவு யாதாகும்?

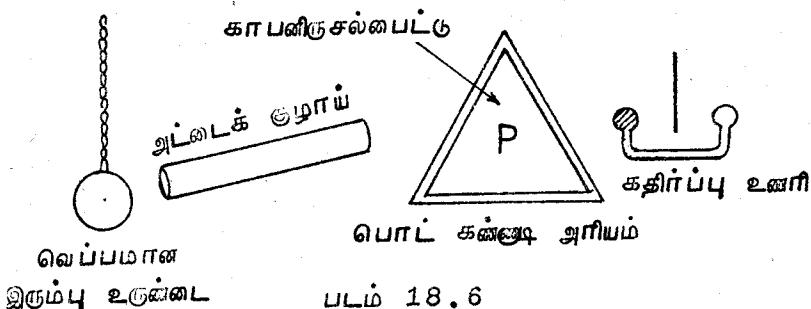
செயற்பாடு 5. படம் 18.5 இற் காட்டியுள்ளவாறு ஆய்கருவியைத் தாபிக்க; கதிர்ப்பு உணரிசீல கதிர்ப்பு நேரிற் படாதவாறு பரந்த திரையொன்றைப் பயன்



படுத்தக. ஆய்கருவியின் பல்வேறு உறுப்புகளும் பிடிகருவினால் நிறுப்பப்பட்டிருக்கடும்.

தகரத்தாளின் தளத்திற் கிடக்கின்றதும், பருமட்டாக அதன் மையத்தினாடாகச் செல் சிறுமான நிலைக்குத்தச்சைப்பற்றி அத்தாளைச் சுழற்றுக். நீர் காண்பதென்ன? உமது முடிவு யாது?

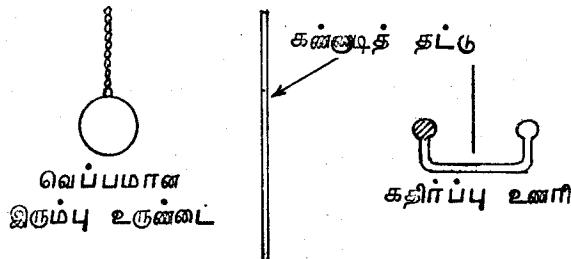
செயற்பாடு 6. அரியம் P இல்லாமல், படம் 18.6 இல் உள்ளவாறு ஆய்கருவியை ஒழுங்க செய்க; எத்திசையில் உணரி கிடக்கும்போது உயர்வு விளைவு கிடைக்கிறது?



படத்திற் காட்டியவாறு அரியம் வைக்கப்பட்டிருக்குமிடத்து, உயர்வு விளைவைப் பெற தற் பொருட்டு, எத்தானத்தில் உணரி வைக்கப்படவேண்டும்? உமது. நோக்கல்களி விருந்து எம்முடிவுக்கு நீர் வருவீர்?

செயற்பாடு 7. படம் 18.7 இற் காட்டியுள்ள ஆய்கருவியை நிறுவக. கண்ணிடத்தட்டு 15 cm × 15 cm × 0.2 cm ஆகலாம்; அப்படி ஏற்ததாழ 6 தட்டுகள் தேவைப்படும். கண்ணிடத் தட்டு புத்தப்படாமல் இருக்கும்போது, உணரியின் வாசிப்பை ஏடுக்க. பின்னர், தட்டுகளை ஒவ்வொன்றுக்கப் புத்தி ஒவ்வொரு முறையும் வாசிப்பை எடுக்க. ஒவ்வொரு முறையும் இரும்பு உருண்டையாகச் சுங்கம் கவாலையிற் கூடாக

கப்படவேண்டும்; உதி வெப்பநிலை அடைதற்பொருட்டு, உருண்டை 5 நிமிடங்களேணும்



படம் 18.7

சுவா லையிலிருத்தல் வேண்டும். அட்டவணை 18.1 இந் காட்டியவாறு நோக்கல் களைப் பதிக.

புதுதப்பட்ட தட்டுகளின் எண்ணிக்கை	உணரி வாசிப்பு	வாசிப்பின் மடக்கை
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

அட்டவணை 18.1

தட்டுகளின் எண்ணிக்கைக்கு எதிரே உணரி வாசிப்பைக் குறிக்க. வரைபைக்காண்டு என்ன முடிவுக்கு வருவீர்?

அடுத்து, தட்டுகளின் எண்ணிக்கைக்கு எதிரே உணரி வாசிப்பின் மடக்கையைக் குறிக்க. ஒத்து இரண்டாவது வரைபைக் கொண்டு என்ன முடிவுக்கு வருவீர்?

குரியினின் கதிர்ப்பைப்பற்றி நீர் அறிந்தவற்றிலிருந்தும் இவ்வத்தியாயத்தில் விவரித்துக் கூறியுள்ள செயற்பாடுகளிலிருந்தும், வெப்பக் கதிர்ப்பானது

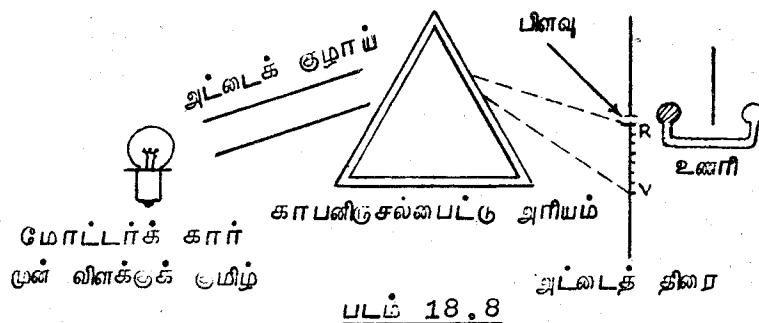
- (1) செல்லுவதற்குச் சடவுடகம் வேண்டியதில் இல
- (2) ஒளியின் வேகத்துடன் செல்கிறது
- (3) நேர்கோருகளிற் செல்கிறது
- (4) தெறிப்புறக்கூடியது
- (5) முறிந்துகூடியது
- (6) உறிச்சப்படக்கூடியது (உறிச்சப்படும் அளவானது வரையறுத்தவாரு விதிப்படி தடிப்புடன் மாறும்)

என நீர் முடிவு செய்யலாம்.

இம்முடிவுகளை ஒளியைப் பொறுத்தவரை உமக்குப் பழக்கமான, மேற்படி இயல்பு களை ஒத்த, இயல்புகளுடன் ஒப்பிடுக. வெப்பக் கதிர்ப்புக்கும் ஒளிக் கதிர்ப்புக்கு மிடையே நெருங்கிய ஒற்றுமையைக் காண்கிறோ? இதிலிருந்து, ஒளிக் கதிர்ப்பும் வெப்பக் கதிர்ப்பும் ஒரே கதிர்ப்பு இனத்தைச் சேர்ந்தவை எனவும், ஒளிக் கதிர்ப் பிலே பொருள்கள் கட்டுலனுகின்றன ஆனால் வெப்பக் கதிர்ப்பில் அவ்வாறான் என்ற அளவில் மட்டுமே அவை வேறுபடுகின்றன எனவும் நாம் முடிவு செய்யலாமல்வா?

உண்மையில், பூனைகள் பொருட்களை வெப்பக் கதிர்ப்பாற காண்கின்றன என்ற நம்பப்படுகிறது; அன்றியும், வெப்பக் கதிர்ப்பாற பாதிக்கப்படக்கூடிய ஒளிப்படப் பட வங்கள் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

செயற்பாடு 8., படம் 18.8 இற் காட்டியுள்ள ஆய்கருவியை நிறுவக. செயற்பாடு 6 இற் பயன்படுத்தியுள்ள அதே காபளிருசல்லபட்டு அரியத்தைப் பயன்படுத்துக. குழி மூான்று தரும் ஒளியின் திருசியத்தை, ஏறத்தாழ 2 மீ உசைலமும் 5 cm நீளமும் உடைய



பிளவொன்றைக் கொண்ட அட்டைத் திரையொன்றிலே உண்டாக்குக. பிளவானது அரியத்தின் குறிவோரந்தக்குச் சமாந்தரமாகவும் திருசியத்தின் கீலப்புப் பகுதிக்குச் சர்றே அப்பாலும் கிடக்குமாறு அட்டைத் திரையைச் செப்பஞ் செய்க. உணரியில் என்ன காண்கிறீர்? அதுதான், கட்டுலாமும் திருசியம் பிளவிற் பருமாற திரையைச் செப்பஞ் செய்க. உணரியின் வாசிப்பில் என்ன மாற்றம் ஏற்படும்? இச்செயற் பாட்டை வெற்றிகரமாக நடத்துவதற்கு, திரையும் உணரியும் அரியத்தக்கு மிகத் தொலைவிலோ கிட்டவோ இருத்தலாகாது; மேஜம், உணரியானது பிளவை நெருங்கியிருத்தல் வேண்டும்.

வெப்பக் கதிர்ப்பும் ஒளிக் கதிர்ப்பும் ஒரே குழும்பத்தைச் சேர்ந்தவை என்பதற்கு இலவும் ஒரு சாஸ்றல்லவா? (இரேடியோ அலைகள், கழியுதா ஒளிக் கதிர்ப்பு, X-கதிர்கள், காமா கதிர்கள், அண்டக் கதிர்கள் போன்று) இம்மாபெரும் குழும்பத்தைச் சேர்ந்த வேறு கதிர்ப்பு வகைகள்பற்றி உமது உயர்தரப் படிப்பில் அறிய வருவீர். இம்முழுக் குழும்பம் மின்காந்தக் கதிர்ப்பு எனப்படும்.

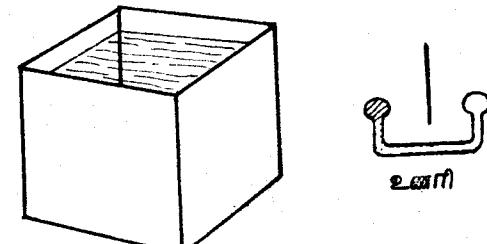
#### 18.13 (வெப்பக்) கதிர்ப்பைக் காலவும் உறுசலும்

செயற்பாடு 9., மெல்லிய தகரத் தட்டாலான, தீர்ந்த வாய் உடைய சுதரமுகிப் பாத்திரமொன்றை எடுத்து அதன் நான்கு நிலைக்குத்தான் பக்கங்களுள் முன்றில்

முறையே கறப்பு, வெள்ளை, சாம்பல் நிறங்கள் தீட்டுக்; நான்காவது பக்கம் நன்கு தலக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். இப்பாத்திரம் லெல்லியின் சுதரமுகி எனப்படும்.

படம் 18.9 இந் காட்டியுள்ள  
வாழ ஆய்கருவியை நிறுவக.  
உணரியானது சுதரமுகிப் பாத்  
திரத்தை நியாயமான அளவில்  
நெருங்கியிருக்கட்டும்.

பாத்திரத்திற் கொதி  
நிறை வார்த்த, பாத்திரத்தின்  
பக்கங்கள் உணரியை ஒன்றன்பின்  
கெண்ணாக நோக்கியிருக்குமாறு,  
பாத்திரத்தைச் சூழ்றுக; இங்கு,  
பக்கங்களுக்கும் உணரிக்குமிடையான ஓரம் மாருதிருத்தல் வேண்டும். அட்டவ இண  
18.2 இல் உள்ளவாறு உமது பேறுகளைப் பதிக.



லெல்லியின்  
சுதரமுகி

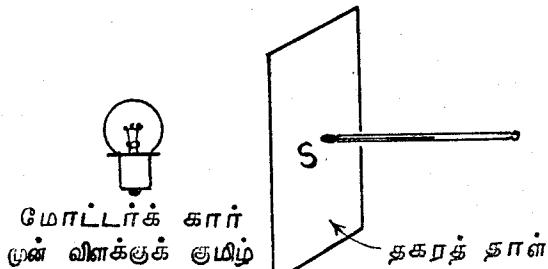
படம் 18.9

பக்கத்தின் நிறம்	உணரியின் வாசிப்பு
தலக்கிய	
வெள்ளை	
சாம்பல்	
கறப்பு	

அட்டவ இண 18.2

இச்செயற்பாட்டிலிருந்து என்ன முடிவுக்கு வருவீர்?

செயற்பாடு 10. படம் 18.10 இந் காட்டியுள்ள ஆய்கருவியை நிறுவக. ஒவ்வொன்றும்  $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  அளவான நான்கு தகரத்தாள்களைப் பெறுக. இவற்றுள் பூண்டில், அவ்வற்றின் ஒரு பக்கத்தில் மட்டுமே முறையே கறப்பு, சாம்பல், வெள்ளைத் தீந்தைகள் பூசுக்; நான்காவது தாளின் மேற்பரப்புகள் நன்கு தலக்கப்பட்டிருக்கட்டும். நிறம்பூசுக் கூக்கள் கூடியூ நோக்கியிருக்குமாறு, இத்தாள்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றுக்கொண்டு வைக்க. நான்காவது தாளின் எந்தப் பக்கமும் குமிழூ நோக்கி இருக்கலாம். குமிழுக்கும் தாஞுக்கும் இடையான ஓரம் மாருதிருத்தல் வேண்டும்; அத்தாரம் கிகப் பெரிதாகவோ மிகச் சீந்தாகவோ இருத்தலாக்காது. அட்டவ இண 18.10 கூப் போன்றவோர் அட்டவ இணயில் உமது நோக்கல்களைப் பறியு செய்க.



மோட்டர்க் கார்புனிக்குக் குமிழு

தகரத் தாள்

படம் 18.10

இச்செயற்பாட்டிலிருந்து என்ன மதிவுக்கு வருவீர்? உம்முடைய நோக்கல்களைச் செயற் பாடு 9 இற் பெற்றவற்றுடன் ஒப்பிடுக் கொடு. விதி எதையும் உய்த்தறிதல்க்குமா?

### 18.2 வெப்பக் கதிர்ப்புக் காலங்கள் உறிஞ்சலும் நிகழும் பொறிமுறை

சடப்பொருளொன்றினது அனுக்களின் சராசரி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியானது அப் பொருளினது வெப்பநிலையின் ஓர் அளவாகும் என்னாம் அத்தியாயம் 15 இற் கண்டோம். அனுக்களின் சராசரி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி உயருமிடத்து, வெப்பநிலை உயரும்; மாறுநிலையாக, வெப்பநிலை உயருமிடத்து, அனுக்களின் சராசரி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி உயரும்.

திண்மமொன்றிடத்து, அனுக்கள் கட்டுஞ்சு கீட்களின்றபடியால், அவை அசையமாட்டா; ஆனால், அவை ஒவ்வொன்றும் ஒரு மறித்த சராசரித் தாண்மபற்றியே அதிர் மதியும். எனவே, இவ்வகையில், திண்மமொன்றினது அனுக்களின் சராசரி அதிர்வுச் சக்தியே வெப்பநிலையை நிர்ணயிக்கும்.

அதிரும் அனுவொன்று தனது அதிர்வுச் சக்தியை வெப்பக் கதிர்ப்பு உருவத்திற் காலும் ஆற்றலடையது என எடுத்தக்கொண்டால், கதிர்ப்புக் காலங்களை பொறிமுறையை நாம் பெறுவோம்.

மாறுநிலையாக, திண்மமொன்றின்மீத படும் கதிர்ப்பை அப்பொருளின் அனுக்கள் உறிஞ்சக்குமாயின், அப்பொழுது அவ்வனுக்கள் விரைவாக அதிரும். இதுவே, வெப்பக் கதிர்ப்பின் உறிஞ்சலுக்கான பொறிமுறையாம்.

### 18.21 பிரேரவோளின் மாற்றுக் கொள்கை

ஆயிற் சடப்பொருள் வேறேதம் இன்றி, தனியாக்கப்பட்ட வெம் பொருளொன்றைக் கருதக. இதன் அனுக்கள் அதிர்ந்தவாறு இருக்கின்றபடியால், அவை கதிர்ப்பு மூலம் சக்தியை இழந்துகொண்டே இருக்கும்; எனவே, பொருளின் வெப்பநிலை குறைந்து கொண்டே போகும்.

இனி, வெம் பொருளையும் அத்துடன் பொருத்திய வெப்பமானி A யையும் அடைப் பொன்றுள்ளே தொங்கவிடுக (படம் 18.11); அடைப்பின் வெப்பநிலை பொருளின் வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கட்டும். அடைப்பின் சுவரிலுள்ள சீறிய கண்ணுட் யன்னல் வழியே வெப்பமாளியை வாசிக்க முடியும் என்க. அடைப்பின் உள் மேற்பரப்புடன் இரண்டாவது வெப்பமானி B தொடுகையில் இருக்கட்டும்.

A யின் வாசிப்பு இறங்கவும் B யினது ஏறவும் காண்போம். எனவே, வெம் பொருளிலிருந்து கதிர்ப்புக் காலல் மட்டும் நிகழு, அதன் வெப்பநிலை குறைகிறது எனவும், அடைப்பின் சுவர்களிற் கதிர்ப்பு வாங்கல் மட்டும் நிகழு, அவற்றின் வெப்பநிலை குடுகிறது எனவும் கருதலாம்.

ஆனால், 18.2 இல் நாம் கற்றுக்கொண்ட காலல், உறிஞ்சல் ஆகியவற்றிற்கான இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கைப்படி, திண்மமொன்றின் அனுக்கள் அதிர்வதனால் அவை கதிர்ப்புக்

காலம்: அத்தின்மத்தின்மீது கதிர்ப்புப் படுமிட்து அதன் அசூக்கள் அதை உறிஞ்சும்.

எனவே, இருவழி முறைமையொன்றைத். இது போன்றதொன்றை நாம் வர்த்தக அலுவலகங்களிற் காணலாம்; அங்குப் பனம் (கொள்வனவுவழி) வருவதம் (கொடுப் பனவுவழி) போவதமாயிருக்கிறது. கொள்வனவானது கொடுப்பனவை மீறுமிட்துப் பன இருப்புக் குழும்; கொடுப்பனவானது கொள்வனவை மீறுமிட்துப் பன இருப்புக் குழும். கொள்வனவும் கொடுப்பனவும் சாரிசுமனுக இருந்தால், பன இருப்பு மாருதிருக்கும்.

வர்த்தக அலுவலகம் என்பதற்குப் பதிலாக வெப்பப் பொருள்,

பொதுமக்கள் என்பதற்குப் பதிலாகச் சுற்றுடல்,

பனக் கொடுப்பனவு என்பதற்குப் பதிலாகப் பொருள் கதிர்ப்பைக் காலல்,

பனக் கொள்வனவு என்பதற்குப் பதிலாகப் பொருள் கதிர்ப்பை உறிஞ்சல்,

பன இருப்பு என்பதற்குப் பதிலாகப் பொருளின் வெப்பச் சக்தி உள்ளுறை

என்றவாறு பிரதியிட்டால், வர்த்தக அலுவலகமொன்றிற்கும் பொதுமக்குக்குக்கும் இடையேயான பனக் கொடுக்கல் வாங்கல்

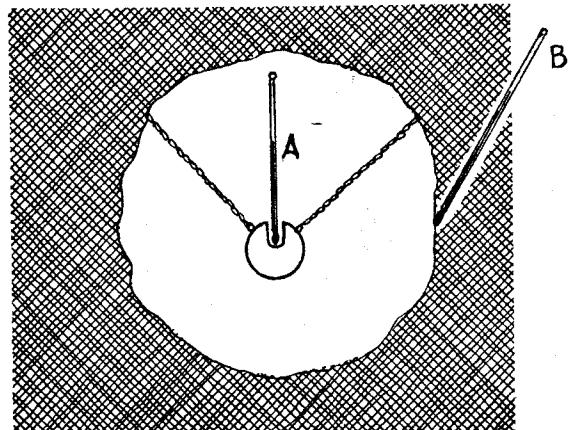
என்பது தின்மொன்றிற்கும் அதன் சுற்றுடலுக்குமிடையேயான கதிர்ப்புக்

கொடுக்கல் வாங்கல் என்பதை

நெருங்கி ஒத்திருக்கிறது எனக் கான் கிழேம். ஓகவே, அறித்த நேர மொன்றிலே பொருளொன்று (1) வெப்பம் வழங்கும் அளவானது வெப்பம் வாங்கும் அளவை மீறினால் அதன் வெப்பநிலை இருங்கும் எனவும்,

(2) வெப்பம் வாங்கும் அளவானது வெப்பம் வழங்கும் அளவை மீறினால் அதன் வெப்பநிலை ஏறும் எனவும்,

(3) வெப்பம் வழங்கும் அளவும் வாங்கும் அளவும் சமமாக இருந்தால் அதன் வெப்பநிலை மாருதிருக்கும் எனவும் நீர் விளங்குகிறீர்.



படம் 18.11

இதற்கிணைய, காலல், உறிஞ்சல் ஓனிய எதிரான முறைமைகளாலேயே பொருளொன்றின் வெப்பநிலை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பொருளின் வெப்பநிலை மாருதிருக்கிறது என்றால் அது கதிர்ப்பைக் காலாமலும் உறிஞ்சாமலும் உள்ளதை நாம் கருதமுடியாது. உண்மையில் இரண்டும் சம வீதங்களில் நடைபெறும். எனவே இங்கு ஓர் இயங்கியல் நிகழ்வே உள்ளது. இக்கொள்கை பிரேவோவின் வெப்ப மாற்றக் கொள்கை எனப்படும்.

வளிச்சீராக்கம் செய்த அறையொன்றுள் அல்லது குளிட்டிய பண்டசாலையொன்றுள்ள முறைமையினை நீர் அங்பவிப்பீர். தொடக்கத்தில் உம்மை நடங்கவைக்கும் அளவுக்கு குளிர் இருக்கும்; அதற்குக் காரணம் சுற்றுடலிலிருந்து நீர் வெப்பம்

வாங்கும் வீதத்தைக் காட்டிலும் அதற்கு நீர் வெப்பம் வழங்கும் வ்தம் கூடியது என்பதேயாம். ஒரு சில நிமிடங்களுக்குப் பின்னர், உமக்கு ஓர் அளவு சுகமாக இருக்கும்; அதன் காரணம், ஏறத்தாழச் சுற்றுடலின் வெப்பநிலைக்கு உமது தோல் வெப்பநிலை இறங்கிவிட்டபடியால், செக்களில் உமது வெப்பம் வழங்கும் வீதமும் வெப்பம் வாங்கும் வீதமும் சமன் என்பதேயாம்.

ஒன்று, வாயில் உடல் வெப்பமானியான்றை வைத்துப் பார்த்தால், ஆக வழக்கமான உடல் வெப்பநிலையையே காட்டும். உமது வெளித் தோலின் வெப்பநிலை மட்டுமே இறங்கியிருக்கிறது. தோலில் வெப்பநிலைப் படித்திறன் புதுப் பெறுமானத்தை அடைந்து, உடலில் வெப்பச் சக்தி உற்பத்தி வீதம் உயர்த்தப்பட்டிருக்கிறது.

#### 18.22 மேற்பரப்பொன்றின் காலல், உறிஞ்சல் வகுக்கள்

செயற்பாடுகள் 9 இலும் 10 இலும் நீர் முறையே வெவ்வேறுள் மேற்பரப்புகளின் வெப்பக் கால லையும் உறிஞ்சலையும் ஆய்வுகளினால். நிறத்தில் வேறுபடும் மேற்பரப்புகள் சமனான அளவிலே காலவதும் உறிஞ்சலுமின்லை எனக் கண்டார். இச்செய்தியானது என்மைக் கதிர்ப்புக்கு மேற்பரப்பொன்றின் காலல் வல அல்லது காலற்றிறன், உறிஞ்சல் வல அல்லது உறிஞ்சற்றிறன் என்னும் எண்ணக்கருக்களுக்கு இட்டுச் சொல்லும்.

கருதப்படும் மேற்பரப்பிற்கும் அதன் சுற்றுலாக்குமிடையே வெப்பநிலை வேறுபாடு  $1^{\circ}\text{C}$  கீக இருக்க, ஒரு செக்களிலே, எல்லாத் தினசக்களிலும், அம்மேற்பரப்பின் ஒரு சுதார மீற்றராற் காலப்படும் கதிர்ப்புச் சக்தியின் அளவு அம்மேற்பரப்பின் காலற்றிறன் e என வரைவிலக்கணம் கூறப்படும்; அதன் அலகுகள்  $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ஆகும். செக்களிலே மேற்பரப்பின் ஒரு சுதார மீற்றரிற் படும் கதிர்ப்புச் சக்திக்கு உறிஞ்சப்படும் சக்தியின் விகிதம் அம்மேற்பரப்பின் உறிஞ்சற்றிறன் a என வரைவிலக்கணம் கூறப்படும்.

உன்மையில், மேற்பரப்பொன்றின் e யும் a யும் கதிர்ப்பின் பண்பைப் பொறுத்தனன. எடுத்தக்காட்டாக, சீவப்புக் கண்ணுத் தண்டோன்று சீவப்பு நீங்கலாக ஏனைய நிறங்களை உறிஞ்சுகிறபடியால், ஆக சீவப்பாகவே தோற்றும். செயற்பாடுகள் 9 இலும் 10 இலும் நீர் பெற்ற பேருகளை காபகப்படுத்தினால், காலல் வீதம் என்பது அங்குக் கருதப்பட்ட எல்லா மேற்பரப்புகளுக்கும் ஏறத்தாழச் சமன் எனக் காண்பீர். இச்செய்தியிலிருந்து,

$$\left( \frac{\text{காலற்றிறன்}}{\text{உறிஞ்சற்றிறன்}} \right)_{\text{வெள்ளை}} = \left( \frac{\text{காலற்றிறன்}}{\text{உறிஞ்சற்றிறன்}} \right)_{\text{சாம்பல்}} = \left( \frac{\text{காலற்றிறன்}}{\text{உறிஞ்சற்றிறன்}} \right)_{\text{கறப்பு}}$$

$$\left( \frac{\text{காலற்றிறன்}}{\text{உறிஞ்சற்றிறன்}} \right)_{\text{வெள்ளை}} = \left( \frac{e}{a} \right)_{\text{தலக்கீடியது}} \quad \text{என நாம் எழுதலாம்; அதாவது, அண்ணவாக} \\ \left( \frac{e}{a} \right)_{\text{வெள்ளை}} = \left( \frac{e}{a} \right)_{\text{சாம்பல்}} = \left( \frac{e}{a} \right)_{\text{கறப்பு}} = \left( \frac{e}{a} \right)_{\text{தலக்கீடியது}}$$

உண்மையில், இவ்விதியானது ஒவ்வொரு நிறவொளியிடத்தும் விடுதி. இச்செய்தியிலிருந்து, சிறந்த காளிகள் சிறந்த உறிச்சிகளாகும் என்ற விதியை கூகித்தறிகிறோம்.

இனி, வெள்ளொளியானது கண்ணுட்த துண்டான்றிலே படுமிடத்து, அதன் செங் குறு உறிசல்ப்படாத செலுத்தப்பட்டு, மற்றெல்லா நிறக் குறகுகளும் உறிசல்ப்படுவதாலேயே அத்தன்னு சீவப்பு நிறமாகத் தோற்றுகிறது. எனவே, இக்கண்ணுட்த துண்டு கதிர்ப்புக் காலும் நிலையிலிருக்கும்போது, அது பச்சை தொடக்கம் ஜகா வரையுமள்ள நிறங்கள் அத்தனையையும் காலல் வேண்டும். ஆகவே, கண்ணுட்த துண்டானது காலல் நிலையில் இருக்கும்போது, அதன்மீது வெள்ளொளி படின், அது செலுத்தும் வெள்ளொளித் திருச்சியத்தின் செம்பகுதியுடன், திருச்சியத்தின் ஏனைய பகுதியில் உறிச்சிய பகுதியைக் காலலால் சாநுசெய்யும். அப்பொழுது, இந்திலையில், சீவப்புக் கண்ணுட்த துண்டிலிருந்து வரும் ஒளி யானது வெள்ளையமாகவே இருக்கும். இதேபோல வேறு நிறக் கண்ணுட்த துண்டுக் கிடத்தும் நிகழும். எனவே, சீவப்பு, நீலம், பச்சை, ஜகா முதலிய நிறங்களை உடைய கண்ணுட்த துண்டுகளும் உருண் மணிகள் போன்ற வேறு பொருள்களும் தத்தம் நிறங்கள் எரிபடாத விதத்திலே போதிய அளவு குடாக்கப்படுமிடத்து, அவை வெள்ளொளி காலும்; அந்திலையில், அவற்றை வேறுபடுத்திக் காணமுடியாது.

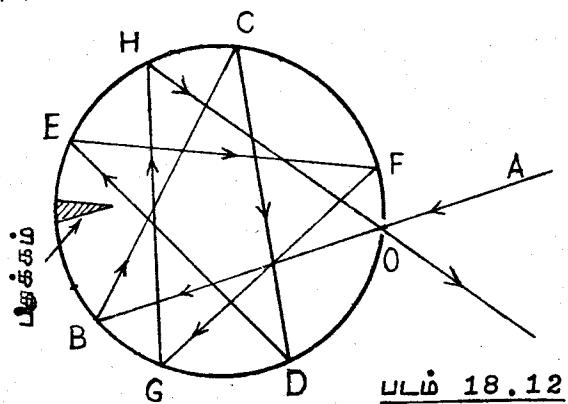
செயற்பாடு 11. ஏற்தாழ  $1 \times 1$  பரப்பில், ஓர் அடி அளவு உயரம்வரை விறங்குக் கட்டைகளை அடுக்கி, தீயுட்டுக்

விறங்க எரிந்து தனில் மட்டுமே இருக்கும் நிலையிலே தனிற் குவியளின் ஒரு பக்கத்தில் ஆழமாகத் துளை துளைத்து, அதனாலே பச்சை, சீவப்பு, நீலம், மஞ்சள், ஜகா உருண் மணிகளையும், நிறமுடைய கண்ணுட்க் காப்புத் துண்டுகளையும் இரண்டொரு செப்பு நாணயங்களையும் இடுக. கள்கொன்றுலே தனில்களிலிருந்து சாம்பலை விகிதமாக நாணயங்களையும் இடுக. சுற்றுப் பின்னர் தவாரம் வழியே நோக்குக. நீர் இட்ட பொருள்களைக் காண்கிறோ? நீர் அவற்றைக் காணமாட்டார் (என?). அப்பொருள்களின் உருவத் தெயுங்கட நீர் காணமாட்டார் (என?).

### 18.3 கரும் பொருள்

பொருளொன்று கறுப்பாகத் தோற்றுவதற்குக் காரணம், அது தன்மீது படும் ஒளியின் மிகப் பெரும் பகுதியை உறிச்சிச் சிறி தளவில் மட்டுமே ஒளியைத் திருப்பி அபுப்புசிறு என்பதேயாம். படுமொளி யை முழுமையாக உறிச்சும் பொருளானது பூரண கரும் பொருள் எனப்படும்.

உட்புறம் கறுப்புசிறுமுட்டிய பொட்ட பாத்திரமொன்றைக் கருதுக; அதிலே படம் 18.12 இற் காட்டியவாறு, ஒரு சிறிய தவாரம் உண்டு. பாத்திரத்தின்



உட்சுலரிலே, தவாரத்தை நோக்கியதாக, கூரிய முனைகொண்ட ஒரு பிழக்கம் இருந்தால் நன்று. இந்த (அடைப்பாசிய) பாத்திரம் மாரு வெப்பநிலையான்றிற் பேணப்பட்டும்.

வெளியிலிருந்து, தவாரம் வழியாக, ஒளிக் கதிர் AB ஆகத அடைப்புள் நழையட்டும். இக்கதிரானது பாத்திரச் சுலரிலே B என்னும் புள்ளியிற் பட்டுத் தெறிப்புறம். கதிரானது O வழியாக வெளியேறும், C, D, E, F, G, H முதலிய இடங்களிலே ஒன்றன்பின் நெண்குத் தெறிப்புறம். உண்மையில், தெறிப்புகளின் எண்ணிக்கை மிக மிகப் பொதாகவே இருக்கும். தெறிப்பொல்வான்றிலும், கதிரானது தன் சக்தியின் ஒரு குறித்த பின்னத்தை இழுக்கும்; எனவே, வெளியேறும் கதிரில் உணரமுடியாத அளவில் மட்டுமே சக்தி என்கூடும்.

அடைப்புள் நழையும் கதிரானது பிழக்கத்தின் கூரிய முனையிற் பட நோடிடின், அது பக்கவாட்டிலே திருப்பப்பட்டு, மேற்படி கதிர் போன்ற சுலரிலே தெறிப்புத் தொடரொன்றுக்கு உள்ளாகி, ஈற்றிலே தவாரம் வழியே வெளியேறும். கூரிய பிழக்கம் இல்லாதபோது, சுலரிலே தவாரத்துக்கு எதிரே படும் கதிர் ஒரேயொரு தெறிப்புக் குப் பின்னர் வெளியேறக்கூடும்; அதனைத் தடுப்பதற்காகவே கூரிய பிழக்கம் பயன் படுத்தப்பெறகிறது.

எனவே, அடைப்பின் தவாரத்திற் படும் ஒளிச் சக்தி ஏற்றதாழ முழுதுமே உறிஞ்சப்படுகிறது எனக் காண்கிறோம். ஆகவே, இத்தகைய தவாரம் பூரண கரும் பொருள் எனப்படும்.

### 18.31 கரும் பொருட் கதிர்ப்பு

கருநிறத் தனித் தண்டொன்று ஒளிச் சக்தியை உறிஞ்சுகிறபோதிலும், அது இன் முழுமையாக உறிஞ்சுவதில்லை; அது ஓர் அளவு ஒளிச் சக்தியைச் சீர்க்கும்; எனவே, அது பூரண கரும் பொருளன்று; ஆனால், தவாரத்தையுடைய அடைப்பானது பூரண கரும் பொருளாக விடங்கும்.

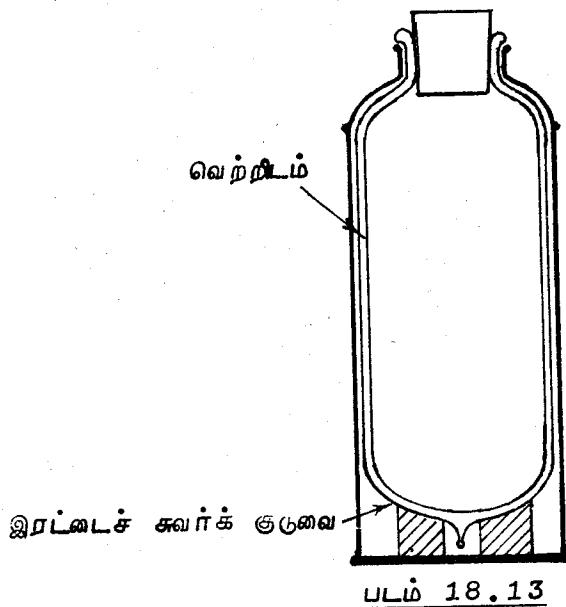
அடைப்பிச் சூடாக்கப்படுமிடத்து, அது உறிஞ்சும் அத்தனை கதிர்ப்பு வகைகளையும் காலும். அடைப்பானது வெள்ளொளியை உறிஞ்சியபடியால், வெப்பநிலை போதிய அளவில் உயர்ந்திருந்தால், அது வெள்ளொளியைக் காஜும். ஏனெனில், நல்ல உறிஞ்சுகள் நல்ல காலிகளாகும். இத்தகைய அடைப்பொன்றிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்ப்பானது கரும் பொருட் கதிர்ப்பு எனப்படும்.

### 18.4 வெற்றி ஆல்லது தியுவர் குடுவை

வெப்பப் பொருளொன்று கடத்தலாலும், உடன்காவுகையாலும், கதிர்ப்பாலும் வெப்பம் இழக்கும் என நாம் ஏற்கெனவே கண்டுகொண்டோம். வெப்பப் பொருளைத் தக்கவாறு காலவிட்டும், கடத்தற் பாதையை நீண்டதாக்கியும் கடத்தலாலாகும் இழப் பைக் குறைத்துக்கொள்ளலாம். வெப்பப் பொருளைச் சுற்றி வெற்றிடம் இருந்தால், உடன்காவுகை குறைக்கப்படும். வெற்றிடம் இருக்கும் அடைப்பின் உள் மேற்பரப்புக்கு

வெள்ளிழுலாம் பூசினால், வெப்பப் பொருளாற் காலப்படும் கதீர்ப்பு அப்பொருளுக்குத் திருப்பப்படும்.

டியுவர் என்பார் தம் பெயரால் வழங்கும் குடுவையில் மேற்படி கருத்துகளைப் பயன்படுத்தினார். இக்குடுவையானது, இன்று, வெற்றிடக் குடுவை எனப்படும்; ஏனெனில், அதில் வெற்றிடம் உண்டு. இக்குடுவையில், தாம் திரவமாக்கிய வாடிக்களை வெளியிருந்து வரும் வெப்பத்தால் ஆவியாகாதவண்ணம் டியுவர் சேமித்து வைத்தார். அதுவும் லாமல், இக்குடுவையில் வெப்பப் பொருள்களை வெம்மையாக வைத்திருக்க முடியும். மேலே விவரித்துக் கூறியுள்ள முறைகளால், இக்குடுவையிலுள்ள பொருளைன்றின் வெப்பநயம் அல்லது வெப்ப நட்டம் பொறும் குறைக்கப்படும்.



படம் 18.13

வெற்றிடக் குடுவையின் வரிப்படமானது படம் 18.13 இலே தரப்பட்டுள்ளது. இது இரட்டைக் கண்ணுடிச் சுவரையுடைய ஒரு குடுவையாகும்; சுவர்களுக்கிடையே வெற்றிடம் இருக்கும் சுவர்களின் உள் மேற்பரப்புகள் வெள்ளிழுலாம் பூசப்பட்டிருக்கும்.

#### அத்தியாயம் 18 இற்கான பிரசினங்கள்

- நீளம் 0.5 மீ உம் ஆரை 0.001 மீ உம் உடைய கம்பியொன்றிற் பாடும் யின் கேட்டமொன்றுல் அக்கம்பியானது உறுதி வெப்பநிலை 80°C இறஞச் சூடாக்கப் படுகிறது; கற்றுடலின் வெப்பநிலை 30°C ஆகும். ஒட்டமானது கம்பியிலே 6 J s<sup>-1</sup> வீதத்தில் வெப்பத்தைப் பிறப்பித்தால், கம்பியினது மேற்பரப்பின் காலற்றிற னைக்கனிக்க.

(விடை: 38 J m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)

- வீட்டு மண்கற்றிலுள்ள உருகு கம்பியின் தொழிற்பாட்டை விளக்குக.

3. முறையே ஆரைகள் r உம் 2r உம், சரியாத்த மேற்பரப்புகளும் உடைய இரு செம்புக் கோளங்கள் A யும் B யும் O<sub>1</sub> இற்குச் சூடாக்கப்பட்டு, ஒன்றின் வெளிரூகு, O<sub>2</sub> இற் பேணப்படும் மாறு வெப்பநிலை அடைப்பொன்றன், மெல்லிய கம்பியாண்றுலே தொங்கவிடப்படுகின்றன. இரு கோளங்களினதும் தொடக்க (அ) வெப்பநிலை வீழ்ச்சி வீதங்களையும், (ஆ) வெப்ப இழப்பு வீதங்களையும் ஒப்பிடுக.

(விடை: (அ) 1/2, (ஆ) 2/1 )

4. (அ) புளோரோஸிர்வு விளக்கொளியால் விளங்கும் கடைகளிலே சேலை வாங்கல் ஏன் புத்தியாகாது?

(ஆ) இரச விளக்கால் விளங்கும் சாலையிலே ஒரு பெண்மணி இரவில் நடக்கிறார்; அவரது ஆடையில் வானவில் நிறங்கள் அத்தனையும் உள்ளடங்கியிருக்கின்றன. பெண்மணி யின் ஆடை உமக்கு எப்படித் தோற்றும்?

5. குளிர்ட்டிகளின் பின்புறத்திலுள்ள வெப்பக் கதீர்த்தி கழப்பாகவும் ஏனைய பக்கங்கள் வெள்ளையாக அல்லது வெளிறிய நிறமாகவும் பூசப்பட்டிருப்பது ஏன்? குளிர்ட்டிகளுக்கு ஒருவகைத் திரவியம் உள்ளடங்கிய இரட்டைச் சுவர் இருப்பது ஏன்?

6. வெப்பக் கதீர்ப்பை நன்கு உறிஞ்சும் வளிமன்றல் நீராவியானது எவ்வாறு எமது கற்றுடலின் வெப்பநிலையை ஒழுங்காக்குவதற்கு என்பதை விளக்குக.

அத்தியாயம் 19

## வெப்ப எஞ்சினிகள்

19.1 விரியும் வாயுவொன்றுத் தெய்யப்படும் வேலை

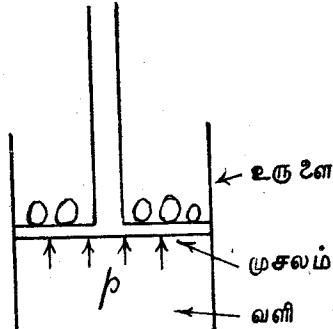
சைக்கிழுக்குக் காற்றிடக்கும் போது, பம்பிக் குழலன்னிருக்கும் வளியானது அழக்கத் தினை எதிர்ப்பதைக் கவனித்திருக்கிறோ? வேலைசெய்தே இவ்வெதிர்ப்பை வெல்லமுடியும்; அதற்கான சக்தி உமது உடலால் வழங்கப்படுகிறது. இச்சக்தி வீணக்கப்படுவதில் ஈர்க்கப்பட்ட றப்பர்த் தண்டோன்றில் அல்லது சாவிகொடுத்த வில்லைன்றில் எவ்வாறு சக்தி செமிக்கப்பட்டிருக்கிறதோ, அவ்வாறே மேற்படி சக்தி (அழக்கப்பட்ட) வளியிற் செமிக்கப்பட்டிருக்கும்.

குழலில் உள்ள வளியானது அமுக்கிய திலையிலிருக்கும்போது பம்பியின் கைப்பிடி விடுவிக்கப்பட்டால், அது பின்னுக்குத் தள்ளப்படும். குழலிலுள்ள வளி வரிசிறபடியால், அது வேலைசெய்யும். ஏற்கெனவே வளியிற் சேமிக்கப்பட்டிருந்த சக்தி இப்பொழுது விடுவிக்கப்படுகிறது. வளியமுக்கம் ஏற்றதாழ மாருதிருப்பதான் மிக எளிய சந்தர்ப்பத்தில் விரியும் வாயுவொன்றுற் செய்யப்படும் வேலையைக் கணிப்போம்.

உருளையிலுள்ள அமுக்கம் ட சுமையேற்றிய முசலமீது உஞ்சும் மேஜைதப்பானது முசலத் தொடுத்தின் நிறையைச் சுற்றே மீறுமளவு முசலம் சுமையேற்றப்பட்டும். அப்பொழுது முசலம் மெதுவாக மேலெழும் (படம் 19.1).

முசலமீதன் உதைப்பு  $pA$  ஆகும்; இங்கு,  $A$  ஆனது முசலத்தின் பரப்பளவாகும். முசலம் தொரம்  $x$  செல்லுமிடத்து விரீயும் வாயுவாற் செய்யப்படும் வேலை  $pA x$  ஆகும். ஆனால்,  $A x$  ஆனது வாயுவின் கணவளவில் உண்டாகிய அதிகாரிப்பு ஆதலால், விரீவின் போது வாயு வாற் செய்யப்பட்ட வேலை

அமுக்கம் × கனவளவு அதிகரிப்பு ஆகும். இச்சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி, ஒரு தலோக்ராம் நீர் வளிமண்டல அமுக்கத்தின் கீழ்க் கொதித்துக் கொதிநீராவியாக வளிமண்டலத்தைச் செல்லுமிடத்துச் செய்யப்படும் வேலையைக் கணிப்போம்.



ULB 19.1

100°C இலும் வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் 1 kg கொதிநீராவியின் கனவளவு ஏற்றதாம்  $1.7 \text{ m}^3$  ஆகும் என்பது தெரிந்ததே. வளிமண்டல அழுக்கம்  $9.81 \times 13600 \times 0.76 \text{ Nm}^{-2}$  ஆகும்; அது அண்ணவாக  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$ . நீரின் கொதிநீரிலையில், நீராவியின் (அதாவது இங்கு கொதிநீராவியின்) நிரம்பிய ஆவியமுக்கம் வெளி அழுக்கத்துக்குச் சமமாகவால், கொதிநீராவியால் உருற்றப்படும் அழுக்கமும்  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$  ஆகும்.

எனவே, கொதிநீராவி விரிந்து வளிமண்டலத்துட் செல்லுமிடத்து அதனற் செய்யப் படும் வேலை  $1.7 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$ , அதாவது  $170 \text{ kJ kg}^{-1}$  ஆகும்; அவ்வேலைக்கான சக்தி, ஆவியாதலுக்கான தன் மறை வெப்பத்திற்குந்து வரும்; மறை வெப்பம்  $2260 \text{ kJ kg}^{-1}$  மிக்சமாயுள்ள மறை வெப்பத்துக்கு நடப்பதென்ன?

### 19.2 வெப்ப எஞ்சினிகள்

வேலையை வெப்பமாக மாற்றலாம் என நாம் அறிவோம்; எமது ஆதி முதாதையர் இரு தடித்தண்டுகளை ஒன்றேடொன்று உருங்கி அதனைச் செய்தனர்.

வெப்பத்தை வேலையாக மாற்றி வைக்கலாம் என்பதும் தொரிந்ததே; ஆன கொதிநீராவி, பெற்றேல், டசல் முதலிய எஞ்சினிகளில் நிகழ்கிறது. வெப்பச் சக்தியைப் பொறுத்துக் கூடியாக மாற்றி வைக்கும் இவ்வுபகரணங்கள் வெப்ப எஞ்சினிகள் எனப் படும்.

வெப்பம் என்பது தானே தனியாக உள்ள ஒன்று அன்று. தீரவியமொன்றின் மூலக்கூறுகளினது எழுமாற்று அசைனின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியே அத்தீரவியம் உள்ளடக்கிய வெப்பமாக அமையும் என நாம் அத்தியாயம் 15 இலை கண்டுகொண்டோம். சுருங்கக்கூறின், தீரவியமொன்றினது மூலக்கூறுகளின் மொத்த எழுமாற்று இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியானது அத்தீரவியத்தில் அடங்கிய வெப்பத்துக்குச் சமன்; சராசரி எழுமாற்று இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியானது தீரவியத்தின் தனி வெப்பபநிலைக்கு விகிதசமன்.

எனவே, வெப்ப எஞ்சினிகளின் வெப்பத்தை வேலையாக மாற்றி வைத்தற்குத் தீரவியமொன்று வேண்டியதாகும்; அத்தீரவியம் வெப்ப எஞ்சினின் வேலைசெய் தீரவியம் எனப்படும்.

இம்மாற்ற லை நிறைவேற்றும் பொருட்டு, வேலைசெய் தீரவியம் கூட குறித்த இயல்புகளை உடையதாயிருத்தல் வேண்டும்; ஆன-

- (1) வெப்பம் உறிஞ்சும் பொருட்டு, தன் வெப்பக் கொள்ளலு அல்லது தன் மறை வெப்பக் கொள்ளலு உடையதாயிருத்தல் வேண்டும்;
- (2) குமைகாவும் முசலமொன்றைத் தன்னி வேலைசெய்தற் பொருட்டு, அழுக்கம் உறுறும் ஆற்றல் உடையதாயிருத்தல் வேண்டும்.

(அ) கொதிநீராவி எஞ்சினிடத்து வேலைசெய் தீரவியம் நீர் ஆகும்; அதில், வெப்பம் உறிஞ்சப்படுவதால் நீர் கொதிநீராவியாக மாறும்.

(ஆ) அதனை எரிபொருள் எரிகிறபடியால் (தகனம்) அகத் தகன எஞ்சின் எனப் படும் பெற்றேல் அல்லது டசல் எஞ்சினிடத்து, வேலைசெய் தீரவியமானது வெடித்தல் அல்லது தகன வழிவரும் வாயு விளைவுப் பொருள்களாகும்; அவ்விளைவுப் பொருள்களை தன் வெப்பக் கொள்ளலு காரணமாக, பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பம் உறிஞ்சப்படும்.

### 19.3 அக்த் தகன் எஞ்சின்

நீர்க்காண்ட கேத்திலொன்று குடாக்கப்படுமிடத்து, பிறப்பிக்கப்படும் கொதிநீராவி யானது கேத்தில் முடியை உயர்த்த முயல்வதை நீர் கண்டிருப்பீர். இதனை, சற்றேறக் குறைய ஒரு ஈற்றுங்குக்குமுன், ஒரு விஞ்ஞானி கவனிக்க நேர்ந்தது; கொதிநீராவியின் மகத்தான இயக்கு வலுவை அவர் உணர்ந்தார்; அதன் விளைவாகக் கொதிநீராவி எஞ்சின் படிடக்கப்பட்டது.

புக்கவண்டிகளை இழுத்தற்கும் ஆலைகளிலே பொறிகளைச் செலுத்தற்கும் நீண்ட காலமாகக் கொதிநீராவி எஞ்சின் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. பீன்ஸர், இவ்வெஞ்சினின் திறன் சொற்பமென உணரப்பட்டது; அதீல், சிடைக்கக்கூடிய சக்தியில் ஏற்றதாழப் பத்து சதவீதம் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பெறுகிறது.

திறன் கூடிய எஞ்சின்களை நாடியபோது அக்த் தகன் எஞ்சின் என்பது உருவாக்கப் பட்டது.

கொதிநீராவி எஞ்சினிடத்து, நிலக்கரி அல்லது விரகிற் சேயிக்கப்பட்டிருக்கும் இரசாயனச் சக்தியானது, அப்பொருள்கள் உலையொன்றில் எரியும்போது, வெப்பவருவில் விழுவிக்கப்படுகிறது. இவ்வெப்பமானது (எஞ்சினுக்குப்) புந்தேயுள்ள கொதிகலத்திலே கொதிநீராவியைப் பிறப்பிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுகிறது; அவ்வளி எஞ்சினின் இயக்கு விதை உண்டாகிறது.

அக்த் தகன் எஞ்சினிடத்து, (வழக்கமாகப் பெற்றேல் அல்லது கூசல் ஆகிய) என்னைய் எரியபாருளாகும்; அதீல் மறைந்திருக்கும் இரசாயனச் சக்தியானது எஞ்சினுள்ளே (வெடித்தல் அல்லது தகனத்தால்) விழுவிக்கப்படுகிறது. தகனத்தின்போது உண்டாகும் வாயுக்களின் விரிவாலேயே இயக்கு அல்லது செலுத்த வல சிடைக்கப்பெறுகிறது.

உருளையொன்றுள்ளே தகனம் நடைபெறும்; விரியும் வாயுக்கள் தரும் இயக்கு வல வானது எஞ்சினுக்கத்தே தொழிற்படும் முசலம் ஒன்றன்மீது தாக்கும். உருளை - முசலம் என்கும் சேர்மானத்தைப் பயன்படுத்தும் எஞ்சினுடை தண்டலை எஞ்சின் எனப்படும். எஞ்சினிலுள்ள உருளைகளின் எண்ணிக்கை மாறலாம்; நான்கு உருளை, அல்லது ஆறு உருளை, அல்லது எட்டு உருளைக் கார் என்றாலும், உருளைகளின் எண்ணிக்கை எவ்வளவு குடுதலாக இருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கு எஞ்சின் சரளமாகத் தொழிற்படும்.

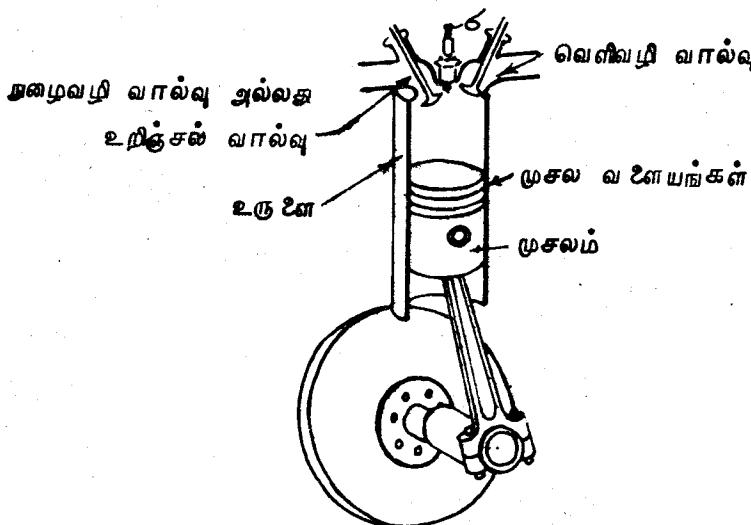
படம் 19.2 இல் உருளை - முசலச் சேர்மானத்தின் வரைப்படம் தரப்பட்டுள்ளது; முசலத்தைக் காட்டுமுகமாக உருளையின் ஒரு பகுதி முடப்படாததுபோற் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முசலம் அலயினியத்தாலானது; வாயுக்கள் தப்பியோடாமல் இருத்தற்பொருட்டு, முசலமும் உருளையும் ஒன்றேடொன்று சரியளவிற் பொருந்தியிருத்தல் வேண்டும். இதன் பொருட்டு, முசலத்தில் வெட்டப்பட்டிருக்கும் தவாளிப்புகளில் முசல வளையங்கள் எனப்படும் வளையத் தொகுதியான்று பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. வளையங்கள் வில்லியல்பு 7. இ. ஃ. 77072

வாய்ந்த இரும்பாலானவை; எனவே, அவை புறழக்மாகத் தள்ளி, உருளையுடன் பொளி வில்லாப் பொருத்தத்தை உண்டாக்கும்.

உருளையின் முடியில் இரு குழாய்கள் உள்; அவ்வொவ்வொன்றிலும் ஒரு பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு வால்வு துழைவழி வால்வு எனவும் மற்றுத்

வால்வு  
வெளிவழி



படம் 19.2

வால்வு எனவும் கறப்படும். இரு வால்வுகளும் உருளைமுகமாகத் திறக்கும். எக்கணமும் ஒன்றுமட்டும் திறந்து அல்லது எதுவும் திறவாமல் இருக்குமாறு இவ்வால்வுகளின் தொழிற் பாடு ஓர் இயக்கவழிந்திடுவது ஆனப்படும்.

பெரும்பாலான அகத் தகள் எஞ்சின்கள் நான்கடிப்புச் சக்கர முறைப்படி தொழிற் படும்; சக்கரம் என்னும் சொல் ஆம்முறை மீட்டும் மீட்டும் நிகழும் ஒரு முறை என்பதை உணர்த்தும். இந்நான்கு அடிப்புகள் முறையே (1) தாண்டல்(அல்லது உள்ளெடுப்பு) அடிப்பு, (2) நெருக்கல் அடிப்பு, (3) வஜ் அடிப்பு, (4) வெளியகற்ற அடிப்பு எனப்படும்.

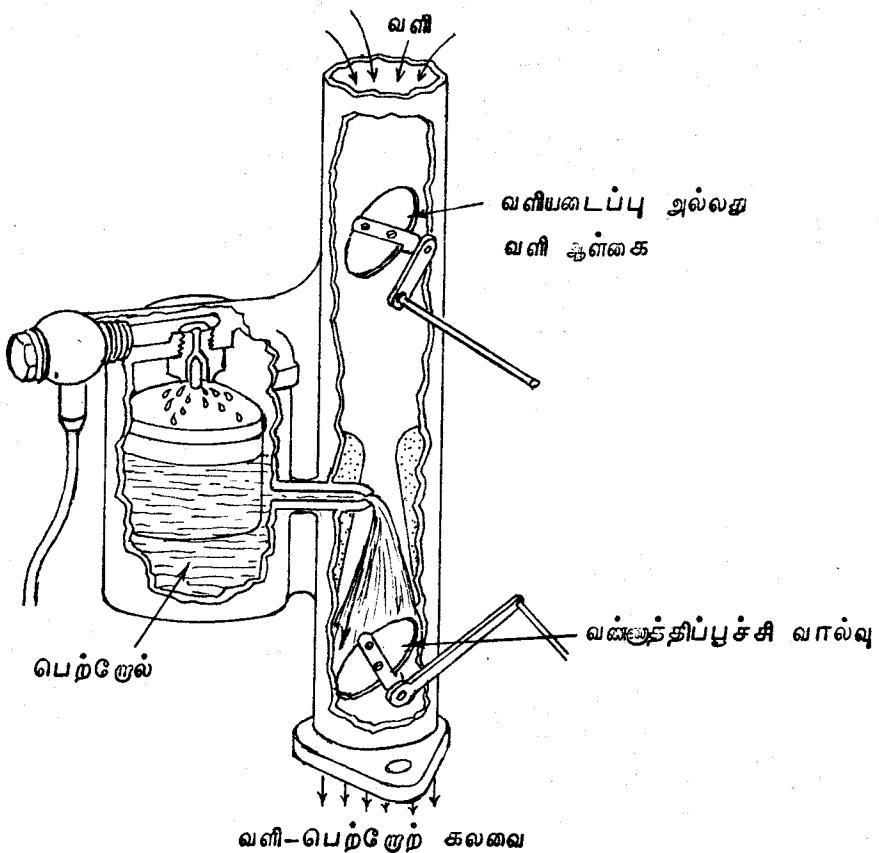
பெற்றேல் எஞ்சினித்து, முசலம் அதன் மிக மிக உயர்வான தானத்தில் இருக்கும் போத தாண்டல் அடிப்புத் தொடங்கும்; அவ்வடிப்பின்போத வெளியகற்ற வால்வு முடப் பட்டிருக்கும்; துழைவழி வால்வு திறந்திருக்கும் (படம் 19.4). முசலம் இறங்குக்காவே காபுரேற்றர்வழியாக உருளையுள்ளிடுகிறது (படம் 19.3). வளி இழுப்பானது காபுரேற்றர் ஆடாகச் செல்லும்போது, அதன்மீத நன்றிய புகார்போன்ற பெற்றேல் விசீறப்படும். இந்த வளி-பெற்றேல் கலவையே துழைவழி வால்வுடாக உருளையுட் புகும். தாண்டலடிப்பு முடியில், முசலம் அதன் மிக மிகக் கீழான தானத்தில் இருக்கும்; அப்

பொருள் உருளை வளி-பெற்றேற் கலவையால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

இக்கட்டத்தில், மூழையில் வால்வு முடப்புவுதால் உருளையின்னே கலவை அடைப்பட்டு விடும்; நெருக்கலடிப்பைத் தொடக்கி வைக்கும் நிலையில் முசலம் இருக்கும். முசலம் மேல்நோக்கி ஏறி அதன் உச்ச நிலையை அடைந்ததும் கலவையின் கனவளை அதன் ஆரம்பப் பெறுமானத்தின் ஒரு பிண்ணத்துக்கு நெருக்கப்பட்டிருக்கும்; மேலும் அதன் வெப்பநிலை உயர் பெறுமானம் அடைந்திருக்கிறபடியால், பெற்றேற் புகார் ஆவியாகி வளி-பெற்றேலாவிக் கலவை உண்டாக்கப்படும்.

இக்கணத்தில், தீப்பொறிச் செருகியில் மின்பொறியொன்று ஆக்கப்படும்; அது வளி-பெற்றேலாவிக் கலவையைத் தீப்பிடிக்க வைக்கும். இதன் விளைவாக, உருளையின் இருக்கும் வாயுவின் கணவளவானது திடீரென உயர்ந்து, முசலம் கீழ்முகமாகத் தள்ளப்படும். இதுவே வலவடிப்பாகும்.

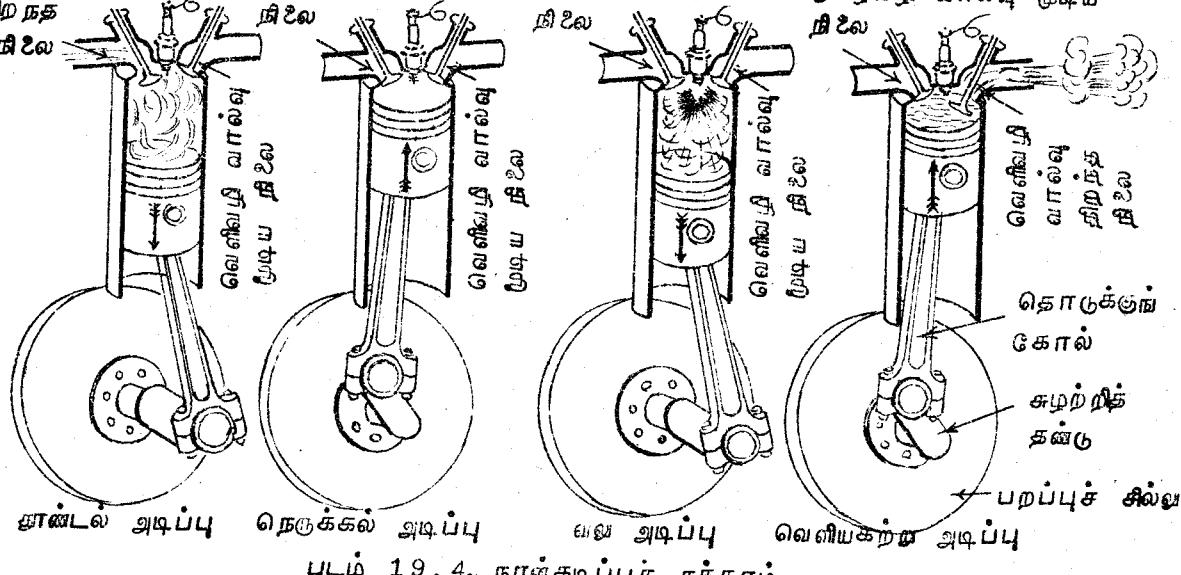
வலவடிப்பின் இறுதியில், விரையும் வாயுக்கள் ஏறத்தாழ அவற்றின் சக்தி முழுதையுமே, முசலத்துக்கு வழங்கிவிடும்; அப்பொருள் முசலம் அதன் மிக மிகக் கீழான தானத்தில் இருக்கும். முசலம் இப்பொருள் மீண்டும் ஏறத் தொடங்கும்; வெளியகற்ற வால்வு திறக்கப்படும்; வாயுக்கள் வெளிவழிக் குழாய்டாக வெளியேற்றப்படும். இதுவே வெளியகற்ற அடிப்பாகும்.



முசலம் அதன் மிக மிக உயர்வான தாயத்தை அடைந்ததும், நான்கடிப்புச் சுக்கரம் மற்றுப்பெற்றவிடும்; அடுத்த சக்கரத்தை ஒக்குவதற்கு முசலமும் உருளையும் ஆயத்தமாக இருக்கும்.

என்கின் தொழிற்பாட்டிலே சுழற்றித் தண்டும் தொடுக்குவ் கோவும் சேர்ந்த முசுவத்தின் வரல்போக்கு (தண்டிலை) இயக்கத்தைச் சூழவியக்கமாக மாற்றுகின்றன பறப்புச் சீல்லு எனப்படும் ஒரு பாரமான சில்லானது சுழற்றித் தண்டுடன் இனைக்கப் பட்டிருக்கும். சக்கரமொன்றின் வலவடிப்பின்போது பறப்புச் சீல்லு ஈட்டிய சக்தியா ஏதுத்த சக்கரத்தின் வலவடிப்புவரை முசலத்தின் இயக்கத்தைப் பேணும்.

ஈழமுவழி வால்வு ஈழமுவழி வால்வு முடிய ஈழமுவழி வால்வு முடிய ஈழமுவழி வால்வு முடிய  
தீமந்த லி டி நிலை லி டி நிலை லி டி நிலை



### படம் 19.4. நான்கடிப்புச் சக்கரம்

ஈசல் எஞ்சிலே தீப்பொறிச் செருகியும் காபுரேற்றருயில் வை, மற்றும் படி அதன் தொழிற்பாடானது ஏற்கெனவே விவாதித்துக் கூறியுள்ள பெற்றேல் எஞ்சினின் இயக்கத்தைப் பொறும் ஒத்திருக்கிறது. ஈசல் எஞ்சிநிடத்து உருளையுள் இருக்கப்பட்டு அங்கு நெருக்கப்படுவது வளி மட்டுமே. நெருக்கவடிப்பண் இறுதியில் இவ்வளி மிகக் கடுமையாக நெருக்கப்பட்டிருக்கிறபடியால், அதன் வெப்பநிலை பொறும் உயர்த்தப்படும். அக்கட்டத்தில், பெற்றேல் எஞ்சின் தீப்பொறிச் செருகிக்குப் பதிலாக இருக்கும் எரிபொருள் உட்பாய்ச்சி எனப்படும் உபகரணத்தால், ஈசல் எண்ணெயானது, கூடாக்கப்பட்ட வளிமீது புகார் வடிவில் விசிறப்படும்; இவ்வளியின் உயர் வெப்பநிலை காரணமாக விசிறிய ஈசல் எண்ணெயின் தகனம் நடைபெறும். சக்கரத்தில், இக்கட்டத்துக்குப்பண், பெற்றேல் எஞ்சிநிற் போலவே யாவும் நிகழும்.

பெற்றுவில், ஈசல் ஆகிய எஞ்சினிகளின் நான்கடிப்புச் சக்கரத்தில் நிகழும் தொழிற் பாகுள் அட்டவணை 19.1 இலே தொகுத்துக் குறப்பட்டிருள்ளன.

அடிப்பு	முசலத்தின் அளவு	வாஸ்தவம்	பெற்றேல் எஞ்சீன்	உசல் எஞ்சீன்
ஶாண்டல் அல்லது உள்ளெடுப்பு	↓	நழைவுமி வால்வு திறந்தும் வெளி யகற்ற வால்வு முடியும் இருக்கும்.	ஏற்கெனவே உருளையி விருந்து பயன்தீர்ந்த வாயுக்கள் வெளியேற முப்பட்டிருக்கும்; காபு ரேற்றாவிருந்து, நழை வழி வால்லுடாகப் பெற்றேல்-வளிக் கலவை உருளையுட் புகும்.	ஏற்கெனவே உருளையி விருந்து பயன்தீர்ந்த வாயுக்கள் வெளியேற நப்பட்டுள்ளன; தழுவ வழி வால்லுடாக வளி உருளையுட் புகும்.
நெருக்கல்	↑	இரு வால்வு கணும் முடியிருக்கும்.	பெற்றேல் ஆவியாகிறது.	வளி அதி உயர்வான வெப்பநிலை வரை குடாக்கப்படுகிறது.
வழி	↓	இரு வால்வு கணும் முடியிருக்கும்.	அடிப்பின் தொடக்கத் தில், பொறி பாயும்; அதைத் தொடர்ந்து வெடித்தல் நிகழும்; உருளையுள் உயரமுக்கம் உண்டாக்கப்பட்டு முசலம் கீழ்முகமாகத் தள்ளப்படும்.	அடிப்பின் தொடக்கத் தில், உருளையுள் எளி பொருள் புதுத்தப் படும்; தகனம் நிகழும்; உருளையுள் உயரமுக்கம் உண்டாக்கப்பட்டு முசலம் கீழ்முகமாகத் தள்ளப்படும்.
வெளியகற்று	↑	நழைவுமி வால்வு முடியும் வெளி யகற்ற வால்வு திறந்தும் இருக்கும்.	பயன்தீர்ந்த வாயுக்கள் வெளியகற்றி யூடாக வெளியேற முப்பட்டு, எஞ்சீன் அடுத்த சக்கரத்தின் ஶாண்டல் அல்லது உள்ளெடுப்பு அடிப்புக்கு ஆயத்தமாக இருக்கும்.	பயன்தீர்ந்த வாயுக்கள் வெளியகற்றி யூடாக வெளியேற நப்பட்டு, எஞ்சீன் அடுத்த சக்கரத்தின் ஶாண்டல் அல்லது உள்ளெடுப்பு அடிப்புக்கு ஆயத்தமாக இருக்கும்.

ஈசல் எஞ்சினிடத்து, உருளையில் வளி நெருக்கப்படுவதால் உண்டாலும் வெப்பமானது எரிபொருளைக் கொஞ்சத்துவதற்குப் போதியதாகிறது; பெற்றேல் எஞ்சினிடத்துள்ள தீப் பொறியானது இங்கு வேண்டியதேயில் இல். இதுவே இவ்விரு வகை எஞ்சின்களுக்கிடையான அடிப்படை வேறுபாடு. இருந்தாலும், ஈசல் எஞ்சினிலே தகவத்துக்குப் போதிய உயர் வெப்பநிலையை உண்டாக்குவதற்கு, பெற்றேல் எஞ்சினுக்குப் போதியதான் நெருக்க கூலக் காட்டிலும் கூருதலான நெருக்கல் வேண்டியதாகிறது. இது காரணமாக, ஈசல் எஞ்சின் பருமனும் நிறையும் மிக்கதாகவும் விலையுயர்ந்ததாகவும் இருக்கும்; மேலும், அதன் தொழிற்படு வேகம் சிறிதே எனினும், நயமொன்றுள்ளது; அதன் எரிபொருள் விலை மூற்றாக இருப்பதோடு அதைத் தப்புவாக்க வேண்டிய அவசியமேயில் இல். சிக்கனத்தையிட்டு, ஈசல் எஞ்சினங்கள் (புகையிரத எஞ்சின், வெளாறி, வச முதலிய போக்கு வரத்து வாகனங்களிலும் நிலச்சமன் பொறிகளிலும்) பயன்படுத்தப்பெறுகிறது.

#### 19.4 குளிரேற்றி

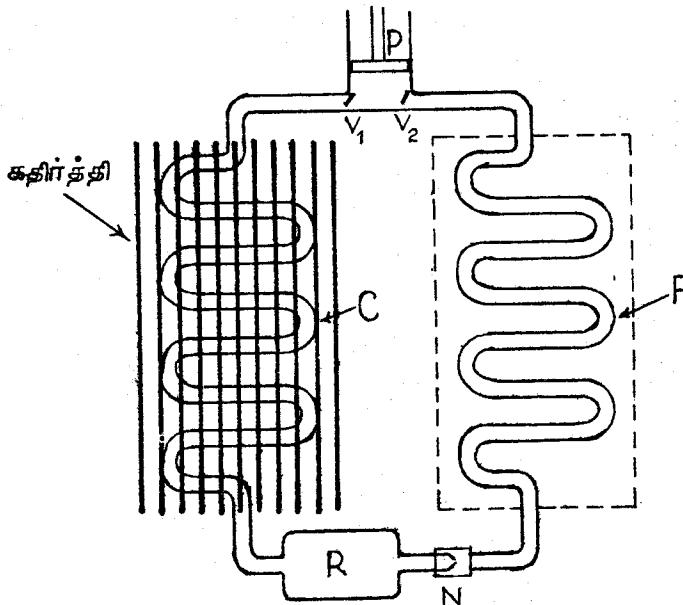
உள்ளங்கையிலே சிறிதனவு மெதனேல்சேர் மதசாரம் இடுக. உள்ளங்கை குளிர்கிற தல்லவா? இதற்குக் காரணம் மதசாரம் ஆவியாகும் போது தேவைப்படும் வெப்பத்தை அது உமது உடலிலிருந்து பெறுகிறது என்பதே; ஆகவே குளிர்ச்சி தோற்றுகிறது. ஆவியாதலால் குளிர்ச்சி உண்டாகும் என்ற இத்தக்கவமானது குளிரேற்றிகளிலே பயன்படுத்தப்பெறுகிறது; குளிரேற்றியானது பழுதாகக்கூடிய பொருள்களைப் பாதுகாத்து வைப்பதற்குப் போதிய அளவு தாழ்ந்த வெப்பநிலையை உண்டாக்கும் ஒரு பொறியாகும்.

குளிரேற்றியானது வெப்ப எஞ்சினின் பிறிதொரு வகையே; ஆக, கொத்திரோவி எஞ்சினில் வேலைசெய் திரவியத்தால் (அதாவது கொதிகலத்து நீரால்) வெப்பம் உறிஞ்சப்படுகிறது; அவ்வெப்பச் சக்தியின் ஒரு பகுதியானது கொத்திரோவியாலே வேலையாக மாற்றப்படுகிறது. குளிரேற்றியின் செயன்முறை இதற்கு நேர்மாறுக இருக்கிறது. வேலைசெய் திரவியமானது பொது அறை வெப்பநிலையிலே திரவ நிலையில் இருத்தல் வேண்டும்; எனவே, அதன் அவதி வெப்பநிலை (**குறிப்பு:** அவதி வெப்பநிலையை மீறும் வெப்பநிலைகளில் வாயுவெள்ளிறை அழுக்கத்தால் மட்டும் திரவமாக்கலுடியாது) அறை வெப்பநிலையை மீறியிருக்கிறபடியால், திரவத்தின் ஆவியை அழுக்கத்தால் மட்டும் திரவமாக்கலாம்.

பொதுவாக, அமோனியா, காபனீரோட்சைட்டு, கந்தகவீரோட்சைட்டு என்பன ஏம் பிரீயோன் (Freon) போன்ற இத்தேவையையிட்டுச் சீர்ப்பாகத் தயாரிக்கப்பட்ட சேர்வைகளும் வேலைசெய்யும் திரவியங்களாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. பிரீயோ ஒக்கு அரிக்கும் தன்மையும் வெடிக்கும் தன்மையும் தீப்பிடிக்கும் தன்மையும் இல்லையாதலால், அது பெரிதும் விரும்பத்தக்கது; அதற்கு மனுமில் இல்; அன்றியும் பிரீயோன் ஆவியைத் திரவமாக்குவதற்கு மட்டான அழுக்கம் போதியதாகும்.

குளிரேற்றியான்றின் பாய்ச்சற் கற்று, அதாவது வேலைசெய் பதார்த்தம் பாயும் குழாய்ச் சுற்றுகளை படம் 19.5 இலே காட்டப்பட்டுள்ளது.

குளிராக்ஷி எஃப்படும் வெலைசெய் திரவமானது மின் மோட்டராற் செலுத்தப்படும் பம்பியான்றுல், ஒரு மூடிய பாய்ச்சற் கற்றிற் கற்றமாற செய்யப்படும். வரிப்படத் தின் மேடியில்ஸ் உருளையில்  $V_1, V_2$  ஆகிய வால்வகள் உள்;  $V_1$  புழுகமாகவும்  $V_2$  உண்மொசகவும் திறுக்கும்.



படம் 19.5. களிரேற்றி

முசலம் P யின் கீழ்மூக அடிப்பிள்போத  $V_1$ , திறந்தும்  $V_2$  மூடியும் இருக்கும்; அப்பொழுது குளிராக்ஷியின் ஆவி நெருக்கப்படும். விரைவாக நெருக்கல் காரணமாக நெருக்கீய ஆவி குடேற்றப்படுகிறது; அவ்வெப்பும் சூருள் C யுடன் இணக்கப்பட்டுள்ள கதிர்த்தி யால் உறிஞ்சப்பட்டு வளிமண்டலத்தடி கக்கப்படும்.

குளிராக்ஷியின் அவதி வெப்பநிலை ஆறை வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் குடுதலாக இருக்கிறபடியாலும் முசலத்தாற் போதிய அளவில் அழுக்கம் உருற்றப்படுகிறபடியாலும், ஆவியானது C யில் ஒடுங்கி தேக்கி R இடுட்பாடும்.

N ஆணத் துஞ்சிய முக்கொண்டுகும்; முசலம் உருற்றும் அழுக்கம் காரணமாக ஒடுங்கிய திரவம் அம்முக்கூடாகச் செலுத்தப்படும்.

P ஏறுங்காலே, சூருள் R இலை தாழ்வூக்கப் பிரதேசம் ஆக்கப்படும்; எனவே, மூக்கு வழியாகச் செலுத்தப்படும் குளிராக்ஷி தாழ்வழுக்க நிலையில் விரைவாக ஆவியாலும். ஆவியாதற்கான வெப்பச் சக்தியானது சூருள் R இலிருந்தும் அதன் கற்றுடவி லிருந்தும் எடுக்கப்படுகிறபடியால், அவ்விரைங்கும் குளிர்க்ஷீ அடையும். சூருள் R ஆனது அளி சூட்டுவதற்கான பாத்திரத்தின் கவர்களைச் சுழ்ந்திருக்கிறபடியால், அப்பாத்திரத்தின் உட்புறம் தாழ்வெப்பநிலைய ஆடையும்; வெளிப்புறமும் குளிர்வடையும், ஆனால் அதே

அவனில் அன்று.

முசலத்தின் முழுச் சக்கரமொன்றில் கீழ்முக அடிப்பொன்றும் மேல்முக அடிப்பொன்றும் அடங்கியிருக்கும். மேல்முக அடிப்பின்போது ஒவியானது உய்ட் செல்லும்; அதற்கு அடுத்தன்ன அடிப்பில், ஒவி நெருக்கப்படும்; சக்கரம் மீள நிகழும்.

பெரும்பான்மையான உளிரேற்றிகளில், மோட்டறை இயக்கி வைக்கும் மின் சுற்றிலே தனியக்கழுள்ள ஒளியான்ஹளது; ஏற்கெனவே தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ள வெப்பநிலைக்குக் குளிரேற்றியின் உட்புறம் இறங்கியதும் அது மோட்டறை நியத்தும், வெப்பநிலை ஏறத் தொடங்கியதும் அது மோட்டறைத் தொடக்கி வைக்கும்.

உளிரேற்றியிலே, தாழ் வெப்பநிலையிலிருக்கும் பொருளொன்றிலிருந்து வெப்பக் கக்தி எடுக்கப்பட்டு, அதனிறும் உயர்வான வெப்பநிலையொன்றில் இருக்கும் பொருளொன்றுக்கு வழங்கப்படும்; அதன்பொருட்டு வேலை செய்தாகவேண்டும்.

உளிரேற்றிக்கும் கொதிநீராவி எஞ்சிக்குமிடையான வேறுபாடுகளை உம்பால் எடுத்துக் கூற முடியுமா?

