

க.பொ.த (உயர்தரம்)

# பௌதிகவியல் தரம் - 13

வளநூல்

அலகு - 10

சடத்தின் பொறியியல் இயல்புகள்

ஏளைய அலகுகளுக்கூரிய வளநூல்களை தரவிறக்கம் செய்ய **இங்கு** அழுத்தவும்



இன்னும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திடுங்கள்



/ ScienceEagle

[CLICK HERE TO JOIN](#)

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் ( Broadcast Service ) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

[CLICK HERE](#)

[www.ScienceEagle.com](http://www.ScienceEagle.com)

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்

## பொருளடக்கம்

பக்கம்

### 1. மீள்தன்மை

- 1.1 அறிமுகம்
- 1.2 மீள்தன்மையுள்ள திரவியங்களும் மீள்தன்மையில்லாத திரவியங்களும்
- 1.3 இழுவைத்தகைப்பும் இழுவை விகாரமும் யாங்ஙின் மட்டும்
- 1.4 ஹூக்கின் விதி
- 1.5 மீள்தன்மை மட்டு
- 1.6 இழுவைத் தகைப்பும் இழுவை விகாரமும் யாங்ஙின் மட்டும்
- 1.7 விகாரத்துக்கும் தகைப்புக்கும் இடையிலான வரைபு
- 1.8 உலோகக் கம்பியொன்றின் யாங்ஙின் மட்டைப் பரிசோதனை ரீதியில் துணிதல்
- 1.9 சர்த்த கம்பியொன்றில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி
- 1.10 பிடியியில் இறுக்கப்பட்டுள்ள கோல்களிலும் இழைகளிலும் வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கேற்ப உருவாகும் விசைகள்
- 1.11 அன்றாட வாழ்க்கையில் மீள் தன்மை பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள்

### 2. பிசுக்குமை

- 2.1 அறிமுகம்
- 2.2 அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலும் கெந்தளப் பாய்ச்சலும்
- 2.3 பிசுக்குமைக் குணகத்தை வரையறுத்தல்
- 2.4 புலாசேயின் சமன்பாடு
- 2.5 மயிர்த்துளைப் பாய்ச்சல் முறையில் நீரின் பிசுக்குமைக் குணகத்தை துணிதல்
- 2.6 பிசுக்குமை ஊடகமொன்றின் ஊடாகச் சுயாதீனமாகக் கீழ்தோக்கி அசையும் சீறு கோளவடிவப் பொருளொன்றின் இயக்கம்
  - 2.6.1 ஸ்ரோக்கின் விதி
  - 2.6.2 பிசுக்குமைத் திரவமொன்றின் ஊடாக அசையும் சீறிய கோளவடிவப் பொருளொன்றின் இறுதி வேகத்துக்கான கோவையொன்றினைப் பெறல்
- 2.7 வெவ்வேறு திரவங்களின் பிசுக்குமைக் குணகங்களை ஒப்பீடும் முறைகள்
  - 2.7.1 ஸ்ரோக்கின் விதியைப் பயன்படுத்தி
  - 2.7.2 புலாசேயின் சமன்பாட்டினது பிரயோகங்கள்
- 2.8 பிசுக்குமையின் பயன்பாடுகள்

3. பரப்பு இழுவை

3.1 அறிமுகம்

3.2 மூலக்கூற்றுக் கொள்கை மூலம் பரப்பு இழுவையை விளக்குக

3.3 பிணைவு விசையும் ஓட்டிற் பண்பு விசையும்

3.4 பரப்பு இழுவை - வரையறுத்தல்

3.5 திரவ மேற்பரப்புகளின் வடிவமும் தொடுகைக் கோணமும்

3.5.1 மயிர்த்துளை ஏற்றமும் மயிர்த்துளை திறக்கமும்

3.6 திரவவட்டமொன்றின் பரப்பளவை சமவெப்பமாக அதிகரிக்கும்போது செய்யப்படும் வேலை

3.7 கோளப் பிறையருவொன்றுக்கு குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசத்துக்கான கோவையொன்றினைப் பெறுதல்

3.8 திரவத்தின் பரப்பு இழுவை, தொடுகைக் கோணம், குழாயின் ஆரை ஆகியவற்றைக்கொண்டு மயிர்த்துளை ஏற்றத்துக்கான ஓர் கோவையொன்றினைப் பெறுதல்

3.8.1 அழுத்த வித்தியாசம் மூலம்

3.8.2 விசைச் சமனிலை மூலம்

3.9 பரப்பு இழுவையைத் துணியும் முறைகள்

3.9.1 நுண்ணுக்குக்காட்டி வழக்கி முறை

3.9.2 மயிர்த்துளை ஏற்ற முறை

3.9.3 யேகரின் முறை

3.10 பரப்பு இழுவையின் பிரயோகங்கள்

உ. சாத்துளை நூற்பாட்டியல்

முதலாம் அத்தியாயம்

## மீள்தன்மை (Elasticity)

### 1.1 அறிமுகம்

திரவியங்களின் மீள்தன்மை தொடர்பாகக் கற்றாய்வதற்காக முதலில் எமது அன்றாட வாழ்க்கையில் பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களில் எதிர்ப்பட்டுள்ள மற்றும் நாம் கையாண்டு பார்க்கக்கூடிய சில தோற்றப்பாடுகளைக் கவனத்திற்கொள்வோம். (உரு 1.1)



உரு 1.1

தாங்கியொன்றில் பொருத்தப்பட்டுள்ள இறப்பர் நாடாவொன்றினை அல்லது கருளி வில்லொன்றினை அதன் கீழ் அந்தத்தில் பிடித்து இழுத்து விடுவிப்போமாயின் அது மீண்டும் ஆரம்ப அமைவை அடைகின்றமையும் "மீள்பொங்" மேசைப்பந்தொன்றினை மேலேயிருந்து தரையில் விழச்செய்வதால் அது பின் அதைக்கிறமையும் களி உருண்டையொன்றை மேலேயிருந்து தரையில் விழச் செய்வதால் அதன் ஷடவம் வேறுபட்டு அது தரையுடன் ஒட்டிக் காணப்படுகின்றமையும் நாம் நன்கறிவோம். புறவாரியான செல்வாக்குகள் காரணமாக வெவ்வேறு பொருள்களின் இவ்வாறான வெவ்வேறுபட்ட நடத்தைகளுக்கான காரணங்களைத் தேடியறிய முயற்சிப்போம்.

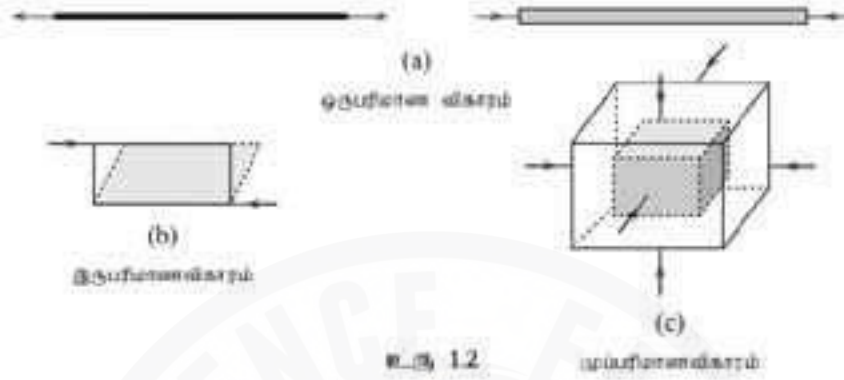
இந்த அலகில், திரவியங்களின் பொறிமுறை இயல்புகள், புற விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் அவை காட்டும் நடத்தைகளுக்கு அமைவாகக் கற்றாயப்படுகின்றது. வலிமை (Strength), வன்மை (Hardness), மீள்தகவு (நீளியல்பு - Ductility), இறுக்கம் (Stiffness) ஆகியன மிக முக்கியமான நான்கு ச. த்தின் பொறிமுறை இயல்புகளாகும். யாதேனும் வேலைக்காகத் திரவியங்களைத் தெரிவுசெய்யும் பொறியியலாளர்களைப் பொறுத்தமட்டில் திரவியங்களின் இந்த இயல்புகள் மிக முக்கியமானவையாகும்.

### 1.2 மீள்தன்மையுள்ள திரவியங்களும் மீள்தன்மையில்லாத திரவியங்களும்

ஒரு பொருளின் மீது ஒரு குறித்த எல்லை வரை புறவிசையைப் பிரயோகிப்பதால் அத்திரவியத்தின் ஷடவம் வேறுபடும். அது விகாரம் அடைந்துள்ளது எனப்படும். அவ்விசையை அப்புறப்படுத்திய பின்னர் அது முன்னர் இருந்த வடிவத்தைப் பெறுமாயின், அத்திரவியம் மீள்தன்மையுள்ள திரவியம் எனப்படும். விசையை அப்புறப்படுத்திய பின்னர் அது முன்னர் இருந்த வடிவத்தைப் பெறவில்லையெனின் அவ்வாறான திரவியம்

மீள்தன்மையில்லாத திரவியம் எனப்படும். மீள்தன்மையுள்ள திரவியங்களில் விகாரத்திற்கு எதிராக அத்திரவியத்தில் தகைப்பு தோன்றுகின்றமையால், அத்தகைப்பு மூலம் திரவியம் அதன் ஆரம்ப நிலைக்கு இட்டுச்செல்லப்படும்.

திண்மநிலைத் திரவியமொன்று விகாரமடையும் மூன்று முறைகள் உள்ளன. ஒருபரிமாணக் விகாரம், இருபரிமாண விகாரம், முப்பரிமாண விகாரம் ஆகியனவே அவையாகும். (உரு: 1.2)



உரு 1.2

உரு 1.2 (a) இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரே கோட்டின் வழியே இழுவை விசை அல்லது நெருக்கல் விசை பிரயோகிப்பதன் மூலம் கம்பியொன்றில் அல்லது கோளொன்றில் ஒரு பரிமாண விகாரத்தை ஏற்படுத்தலாம். இதன்போது நீளத்தில் அதிகரிப்போ (நீட்சியோ) குறைவோ (சுருக்கமோ) ஏற்படும்.

உரு 1.2 (b) இல் காட்டியுள்ளவாறாக தொடலி விசையைப் பிரயோகிப்பதால் பரப்பளவில் அதிகரிப்பை ஏற்படுத்தலாம். இது இருபரிமாணவிகாரம் எனப்படும்.

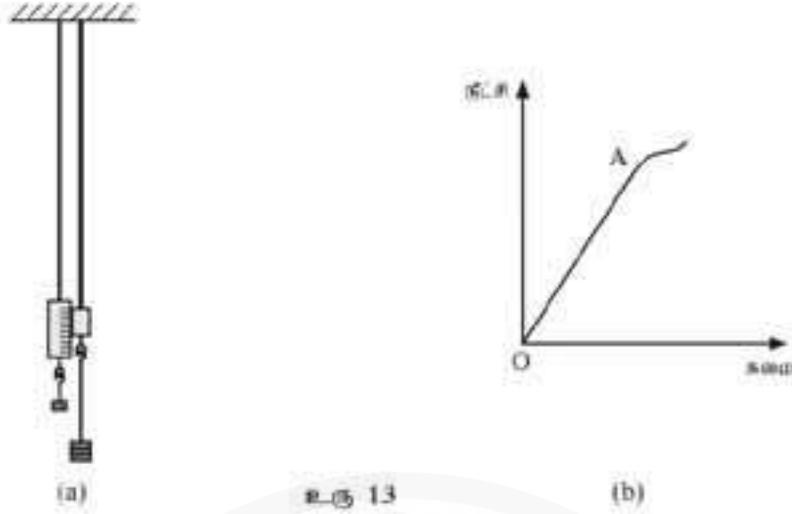
உரு 1.2 (c) இல் காட்டியுள்ளவாறாக விசையைப் பிரயோகிப்பதால் கனவளவுக் விகாரத்தை ஏற்படுத்தலாம். அது முப்பரிமாணவிகாரம் எனப்படும்.

இந்த அலகில் பிரதானமாக ஒரு பரிமாண விகாரத்தையே கருதுவோம். சடத்தின் பொறிமுறை இயல்பில் மெல்லிய கம்பி அல்லது மெல்லிய பட்டி இவ் இழுவை பிரயோகிப்பும்போது அதன் நடத்தை ஆராயப்படுகிறது.

### 1.3 கம்பியொன்றில் வெவ்வேறு நிறைகளை பிரயோகிப்பதன் மூலம் அதன் நீட்சியில் ஏற்படும் மாற்றத்தை வரைபின் மூலம் காட்டுதல்

உரு: 1.3 (a) இல் காட்டியுள்ளதுபோன்ற ஓர் அமைப்பைப் பயன்படுத்தி, மெல்லிய கம்பியொன்றினை (உதாரணம்: உருக் கம்பி) அசையாத தாங்கியொன்றில் தொங்கவிட்டு அதன் கீழ் அந்தத்தில் படிப்படியாக அதிகரித்துச்செல்லுமாறு சுமையேற்றுவதால் அச்சுமைக்கேற்ப கம்பியின் நீள அதிகரிப்பை அளவது நீட்சி மாற்றத்தைக் கற்றாயலாம்.

அவ்வாறாகக் கிடைக்கும் நீட்சிக்கு எதிரே சுமையை வரைபாங்கினால் கிடைக்கும் வரையு உரு 1.3 (b) இற்போன்றதாகும். வரைபின் OA பகுதியின்போது சுமையை அப்பூர்ப்படுத்தினால் கம்பி மீண்டும் ஆரம்ப நீளத்தை பெறும். சுமைக்கும் நீட்சிக்கும் இடையிலான தொடர்பை, முதன்முதலாக ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ரொயட் ஹூக் 1676 இல் கண்டறிந்தார்.



உரு 13

#### 1.4 ஹூக்கின் விதி

விகிதசம எல்லையிலுள்ள மாதிரியம் இழுவிசைக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ள கம்பியொன்றில் ஏற்படும் நீட்சியானது, இழுவிசைக்கு அதாவது கமைக்கு நேர்விகிதசமமானது.

அதாவது விகிதசம எல்லையிலுள்ள  $F$  பருமனுள்ள விசை காரணமாக இழுவிசைக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ள ஒரு கம்பியின் நீட்சி  $e$  ஆயின்,

$$F \propto e, \quad F = ke$$

இங்கு  $k$  என்பது விகிதசமத்துவ மாறிலியாதலால் அது கம்பியின் விசை மாறிலி (force constant) எனப்படும்.

அதன் S.I அலகு  $N m^{-1}$  ஆகும்.

கம்பியொன்றில் இவ்வாறாக ஏற்படும் நீட்சியானது சில காரணிகளில் தங்கி உள்ளது.

- கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியம்
- கம்பி மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை
- கம்பியின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு
- கம்பியின் ஆரம்ப நீளம்

மேற்படி iii ஆம் iv ஆம் காரணிகளின்படி, ஏற்படும் விளைவுகள் வெவ்வேறு அளவீடுகளைக் கொண்டதாகையால் அவ்வாறான மாதிரிகளுக்காக நியாயமான ஒப்பீட்டைச் செய்வதற்காக, தகைப்புவிசை, மற்றும் அதனால் ஏற்படுத்தப்படும் விகாரத்துக்குப் பதிலாக, முறையே, இழுக்கைத்தகைப்பு, இழுவை விகாரம் ஆகியன பயன்படுத்தப்படும். கம்பி சர்பாக ஏற்படுவது இழுவை விசையாகையால், அப்பதங்கள் இழுக்கைத்தகைப்பு, இழுவை விகாரம் என அமைக்கப்படுகின்றன. கோலொன்று சர்பாக நெருக்கல் விசையைப் பிரயோகிக்க முடியாததால் அப்பதங்கள் நெருக்கல் தகைப்பு எனவும் நெருக்கல் விகாரம் எனவும் அழைக்கப்படும்.

### 1.5 மீளியல் மட்டு (Modulus of Elasticity)

முன்னைய பரிசோதனையில் கமையின் குறித்த எல்லைப் பெறுமானம் வரை கமை அகற்றப்படும்போது கம்பி தனது ஆரம்ப நிலைக்கு மீழும் இந்த எல்லை மீள்தன்மை எல்லை எனப்படும்.

மீளியல் எல்லையில் தகைப்பானது, விகிதாசாரத்துக்கு ஓர் விகிதசமமானது.

தகைப்பு  $\propto$  விகாரம்  
 தகைப்பு = E விகாரம்

இங்கு E என்பது மீளியல் மட்டு எனப்படுகின்றது.

இழுவீசை மற்றும் நெருக்கல் வீசைகளின் கீழ் நிகழும் விகாரத்தின் பொழுது, E ஆனது யாங்ஸின் மட்டு (y) எனவும், பிணைப்பு தகைப்பின் கீழ் நிகழும் விகாரங்களின்போது E ஆனது விறைப்பு மட்டு (n) எனவும், கனவளவுக் விகாரங்களின்போது E ஆனது, பணைப்பு மட்டு (k) எனவும் குறிப்பிடப்படும். [விறைப்பு மட்டு (n), பணைப்பு மட்டு (k) ஆகியன பற்றி, இந்தப் பாடத்தில் நாம் கற்றாய்வுசெய்வதில்லை].

### 1.6 இழுகைத் தகைப்பும் இழுவை விகாரமும் யாங்ஸின் மட்டும்



உ.ரு 1.4

ஓர் அந்தம் பிடியினால் இறுக்கப்பட்டுள்ள (clamped) ஆரம்பநீளம் l ஆகவுள்ள, குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு A கொண்ட கம்பியொன்றின் மறு அந்தத்தில் F இழுவைவீசையைப் பிரயோகித்தபோது e நீட்சி ஏற்பட்டதாகக் கருதுவோம். (உ.ரு: 1.4)

ஓரு கம்பியின் அலகுக் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவின் மீது தொழிற்படும் இழுவை வீசையானது, இழுவைத் தகைப்பு எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{இழுகைத்தகைப்பு} &= \frac{\text{இழுவை வீசை}}{\text{குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு}} \\ &= \frac{F}{A} \end{aligned}$$

$$\text{இழுவைத்தகைப்பின் அலகுகள்} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{N m}^{-2} \text{ (Pa)}$$

ஓரு கம்பியின் அலகு நீளத்தின் நீட்சி, இழுவை விகாரம் எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{இழுவை விகாரம்} &= \frac{\text{நீட்சி}}{\text{ஆரம்பநீளம்}} \\ &= \frac{e}{l} \end{aligned}$$

க.பொ.த. (உயர்தர பொதுப்பரீட்சை)

அலை : 10 ச.ப.பொருளின் பொறிமுறை இயல்புகள்

விகாரம் ஆனது சமமான இரண்டு கனியங்களைக் கொண்ட ஒரு விகிதமானகையால், அதற்கு அலகு கிடையாது.

மீளியல் எல்லையினுள், இழுக்கைக்கைப்படுத்தும், இழுவை விகாரத்துக்கும் இடையிலான விகிதம் கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள பதார்த்தத்தின் யங்ஸின் மட்டு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{யங்ஸின் மட்டு} = \frac{\text{இழுவைத் தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}}$$

யங்ஸின் மட்டு தினது குறியீடு  $Y$  ஆகும்.

$$Y = \frac{F/A}{e/l} \quad \text{----- (1.1)}$$

$$\text{யங்ஸின் மட்டமானது அலகுகள்} = \text{N m}^{-2} \text{ (Pa)}$$

$$\begin{aligned} \text{யங்ஸின் மட்டமானது பரிமாணங்கள்} &= \frac{MLT^{-2}}{L^2} \\ &= ML^{-1}T^{-2} \end{aligned}$$

20°C இல் சில திரவியங்களின் யங்ஸின் மட்டுக்கள் அட்டவணை 1.1 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1.1 சில திரவியங்களின் யங்ஸின் மட்டு 20°C இல்	
திரவியம்	யங்ஸின் மட்டு ( $10^{11} \text{ N m}^{-2}$ )
உருகரு	2.0
செம்பு	1.2
பித்தளை	0.9
அலுமினியம்	0.7
கண்ணாடி	0.5

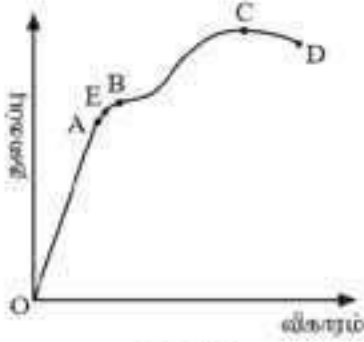
யங்ஸின் மட்டினது வரைவிலக்கணத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு மேற்படி சமன்பாட்டை (1.1) ஓரக்கின் விதியைப் பிற்றிதொரு விதமாகக் கூறுதலாகக் கருதலாம்.

$$\text{அதனை } F = \left( \frac{AY}{l} \right) e \text{ என எழுதலாம்}$$

$$\text{அங்கு } F = ke : \text{ இங்கு } k = \frac{AY}{l} \text{ ஆகும். } k \text{ விசைமாறிலி எனப்படும்.}$$



1.7 விகாரத்துக்கும் தகைப்புக்கும் இடையிலான வரைபு



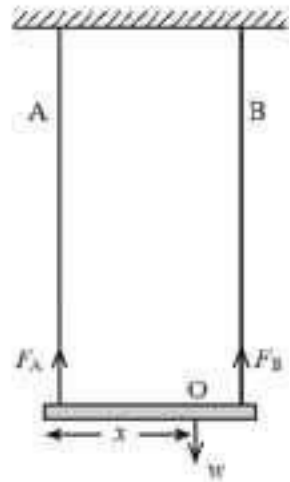
உரு 15

- A = விகிதசம எல்லை
- E = மீளியல் எல்லை
- B = இளகுநிலை
- BC = நெகிழ் விகாரம்
- C = இறு தகைப்பு (உடை தகைப்பு)
- D = இறு புள்ளி (உடை புள்ளி)
- OE = மீளியல் விகாரம்

கம்பி வடிவத் திரவியமொன்றில் விகாரத்துக்கு எதிரே தகைப்பை வரையாக்குவதால் உரு 15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற ஒரு வரைபு கிடைக்கும். அவ்வரையானது OA எனும் நேர்கோட்டுப் பகுதியையும் AEBCD வளையியையும் கொண்டது. OA நேர்கோடானது, தகைப்பானது விகாரத்துக்கு நேர்விகிதசமமானது என்பதைக் காட்டுகின்றது. A ஆனது விகிதசம எல்லை எனப்படுகின்றது. A தொடக்கம் E வரையில் விகாரமானது தகைப்புக்கு விகிதசமமானதல்ல. எனினும் இவ்வளையியில் O தொடக்கம் E வரையிலான எல்லையில், தகைப்பைப் படிப்படியாகக் குறைக்கும்போது இவ்வளையியை அனுசரித்தவாறாகவே விகாரமும் குறைவடையும். கமையை முற்றாக நீக்கும்போது கம்பி மீண்டும் அதன் ஆரம்ப நீளத்தைப் பெறுகின்றது. அந்த OE எல்லையினுள் கம்பி மீள்தன்மையுள்ள நடத்தையைக் காட்டுகின்றது. E புள்ளி மீளியல் எல்லை எனப்படுகின்றது. மீள்தன்மைநிலை தொடக்கம் இளகுநிலை வரையில் நிகழும் மாற்றம் B இல் உள்ள இளகு புள்ளியினால் காட்டப்படுகின்றது. OE ஆனது மீளியல் மாற்றத்தைக் காட்டுவதோடு, BC ஆனது இளகு மாற்றத்தைக் காட்டுகின்றது. புள்ளி C ஆனது உடையும் அல்லது உச்ச விகாரத்தைக் காட்டுகின்றது. D இல் கம்பி அறும். D இறு புள்ளி ஆகும்.

**தீர்த்த உதாரணங்கள்**

(1) 100 cm நீளமுள்ள இலேசான கோலொன்று சமநீளமுள்ள A, B எனும் இரண்டு கம்பிகளில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கோல் கிடையாக, கம்பிகளின் அந்தங்களிரண்டிலும் கட்டப்பட்டுள்ளது. A கம்பி இளது குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு 1 mm<sup>2</sup> உம் B கம்பி இளது குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு 2 mm<sup>2</sup> உம் ஆகும். A, B ஆகிய இரண்டு கம்பிகளிலும் சமமான விகாரத்தை ஏற்படுத்துவதற்காக w கமையைக் கோலின் எந்தப்புள்ளியில் தொங்கவிட வேண்டும்.



**தீர்ப்பு**

A, B கம்பிகளின் இழுவைகள் முறையே  $F_A$ ,  $F_B$  உம் கோலில் கம்பி A கட்டப்பட்டுள்ள அந்தத்திலிருந்து கமை w வை தொங்கவிடும் இடம் o வரையிலான தூரம் x உம் ஆகும் எனக் கருதுவோம்.

கம்பிகளின் விகாரம் S எனின்,

$$\text{A கம்பிக்காக} \quad \frac{F_A}{1 \times 10^{-6}} = 2.0 \times 10^{11} \times s \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{B கம்பிக்காக} \quad \frac{F_B}{2 \times 10^{-6}} = 1.6 \times 10^{11} \times s \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{2 F_A}{F_B} = \frac{2.0}{1.6}$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{5}{8}$$

O ஐயற்றிய திருப்பதைக் கருதுவோம்.

$$F_A \times x = F_B \times (100 - x)$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{(100 - x)}{x} = \frac{5}{8}$$

$$\therefore x = \underline{61.5} \quad x \text{ நீளம்} = 61.5 \text{ cm ஆகும்.}$$

- (2) ஒவ்வொன்றும் 1.5 m நீளமும் 2mm விட்டமும் கொண்ட உருளை வடிவச் செப்புக் கம்பியொன்றும் உருக்கம்பியொன்றும் ஒரு முனை உருளை வடிவ உருக்குக் கம்பியொன்றின் ஒரு முனையுடன் 3m நீளமான கூட்டுக்கம்பியொன்று கிடைக்குமாறு இணைக்கப் பட்டுள்ளது. கம்பியின் நீளம் 3.003m ஆகும் வரையில், அக்கூட்டுக்கம்பியில் கமையொன்று ஏற்றப்படுகின்றது. செப்புக்கம்பி, உருக்குக் கம்பி ஆகியவற்றின் விகாரத்தையும் கம்பியில் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையையும் கணிக்கുക.

(செப்புக்கான யங்ஸின் மட்டு =  $1.2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$  உம் உருக்கிற்கான யங்ஸின் மட்டு =  $2.0 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$  உம் ஆகும்.  $\pi = 3.14$  எனக் கருதுக.)

**தீர்வு**

நீட்சி  $e = \frac{lF}{EA}$  இங்கு  $l =$  ஆரம்பநீளம்,  $F =$  பிரயோகித்த விசை,  $E =$  யங்ஸின் மட்டு

A = குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு

$$\begin{aligned} \text{செப்புக்கம்பியின் நீட்சி } e_{cp} &= \frac{1.5 F}{1.2 \times 10^{11} \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2} \\ &= \frac{1.5 F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{உருக்குக் கம்பியின் நீட்சி } e_{ur} &= \frac{1.5 F}{2 \times 10^{11} \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2} \\ &= \frac{1.5 F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{கூட்டுக்கம்பியின் நீட்சி } e &= e_{cu} + e_{cs} \\
 0.003 &= \frac{1.5F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} + \frac{1.5F}{2 \times 3.14 \times 10^5} \\
 &= \frac{1.5F}{3.14 \times 10^5} \left( \frac{1}{1.2} + \frac{1}{2} \right) \\
 F &= \frac{0.003 \times 3.14 \times 10^5 \times 1.2 \times 2}{1.5 \times 3.2} \\
 &= \underline{471}
 \end{aligned}$$

விசையின் பருமன் 471 N ஆகும்.

$$e = \frac{lF}{EA}; \text{ விகாரம், } \frac{e}{l} = \frac{F}{EA} \text{ ஆதலால்,}$$

$$\begin{aligned}
 \text{செம்புக் கம்பியின் விகாரம்} &= \frac{(471 \text{ N})}{(1.2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}) \times 3.14 \times [(1 \times 10^{-3})^2 \text{ m}^2]} \\
 &= \frac{471}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} = \underline{1.25 \times 10^{-3}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{உருக்குக் கம்பியின் விகாரம்} &= \frac{(471 \text{ N})}{(2.0 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}) \times (3.14 \times [1 \times 10^{-3})^2 \text{ m}^2]} \\
 &= \frac{471}{2 \times 3.14 \times 10^5} = \underline{0.75 \times 10^{-3}}
 \end{aligned}$$

### 1.8 உலோகக் கம்பியொன்றின் யங்ஙின் மட்டைப் பரிசோதனை ரீதியில் துணிதல்

இப்பரிசோதனைக்காக உருகருக்கம்பியொன்று பயன்படுத்தப்படுவதோடு, உரு 1.6 இல் காட்டியுள்ளவாறான பரிசோதனை அமைப்பொன்று பயன்படுத்தப்படும். பரிசோதனையின் பெறுபேறுகளை மேலும் செம்மையாகவும் வெற்றிகரமாகவும் பெறுவதற்காக, பரிசோதனையைத் திட்டமிடும் வேளையிலும், பரிசோதனையை நிகழ்த்தும் வேளையிலும் பின்வரும் விடயங்கள் குறித்துக் கவனஞ் செலுத்தத் தல வேண்டும்.



(1) கம்பி மெல்லியதாயின் சிறிய கமையாயினும் (சிறிய kg) - பாரிய இழுவைத் தகைப்பு ஏற்படுத்தப்படும். அத்துடன் நீளமான கம்பியொன்றினைப் பயன்படுத்துவதால் அளக்கக் கூடிய அளவு நீட்சியை ஏற்படுத்தலாம்.

(2) ஒரே திரவியத்திலாக்கப்பட்ட, சமநீளமுள்ள P, Q கம்பிகளின் ரண்டைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் பின்வரும் வழக்களை நீக்கிக்கொள்ளலாம்.

- Q கம்பியில் கமையேற்றும்போது தாங்கி தாழ்வதால் ஏற்படும் வழ.
- வெப்பநிலை வேறுபடுவதன் மூலம் நிகழும் விரிவு காரணமாக ஏற்படும் வழ.

(3) கம்பி, வளைவுகளின்றி இருப்பதற்காக, கம்பியின் அந்தத்தில் கமையேற்ற வேண்டும். வளைவு இருக்குமாயின், நீட்சியைச் சரியாக அளக்க முடியாது.

(4) நீட்சி மிகச் சிறியதாகையால், அதனைச் சரியாக அளப்பதற்காக வேணியர் அளவிடையொன்று தேவை. கம்பியின் ஆரம்ப நீளத்தை அளப்பதற்கு மீற்றர் கோல் மாத்திரம் போதுமானது. ஏனெனில் ஆரம்ப நீளத்துடன் (4 m = 4000 mm) ஒப்பிடும்போது 1 mm இனால் ஏற்படும் பின்ன வழ புறக்கணிக்கத்தக்கதாகும்.

(5) கம்பி மெல்லியதாகையால் அதன் ஆரையை அளப்பதற்காக நுண்மணித் திருகுக்கணிச்சியைப் பயன்படுத்தி கம்பியின் வெவ்வேறு இடங்களில் விட்டத்தை அளந்து அப்பெறுமானங்களின் இடைப் பெறுமானத்தைக் கணித்தறிதல் வேண்டும்.

(6) கமைகளை அப்பூறப்படுத்தும் சந்தர்ப்பங்களில் வேணியர் அளவிடையைப் பயன்படுத்தி கம்பியின் நீட்சிக்குரிய வாசிப்புக்களைப் பெறுதல் வேண்டும்.

உட்கரையில் உள்ள B நிராத்தியில் P, Q கம்பிகள் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. உரு 1.6 இல் காட்டியுள்ள அமைப்பில் கம்பி P உடன் மமகளில் அளவு கோடிடப்பட்ட அளவிடை M இணைக்கப்பட்டுள்ளதோடு அது கமை Aயினால் நிலைக்குத்தாகவும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. Q ஆனது வேணியர் அளவிடை (VI உடன் இணைக்கப்படும். இது ஆ உடன் அருகில் தொட்டுக்கொண்டுள்ளது. அத்துடன் P இல் காட்டிதொங்கவிடப்பட்ட கமைக்கு (A) சமனான கமையுள்ள தட்டு Q வின் நுனியில் கோழுவப்படும். அத்தட்டின் மீது 0.5 kg வீதம் W கமைகளை ஏற்றுவதன் மூலம் Q அளவிடைகள் M, V ஒன்றுடன் ஒன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கவேண்டும். கம்பியின் இழுவிசையை மாற்றலாம் படம் 1.6 இல் காட்டியவாறு.

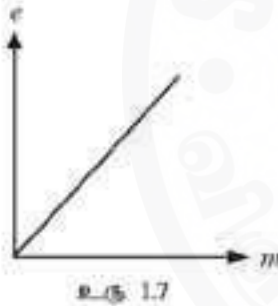
நிறைவேற்றும்போது கமைக்கு ஒப்பான நீட்சியை வேணியர் அளவிடையைப் பயன்படுத்தி பெறுங்கள். கமைகளை அப்பூறப்படுத்தும் சந்தர்ப்பங்களிலும் வாசிப்புக்களைப் பெறுங்கள். வாசிப்புக்களை அட்டவணை 1.2 இல் பதிவு செய்யுங்கள்.

க.பொ.த. (உயர்தர பௌதிகவியல்)

அலகு : 10 சட்டப்பொருளின் பொறிமுறை இயல்புகள்

மீற்றர் கோலொன்றினைப் பயன்படுத்தி, கம்பியின் ஆரம்ப நீளம்  $l$  இனை அளந்து பதிவு செய்துகொள்ளுங்கள். நுண்மானித் திருகுக் கணிச்சியைப் பயன்படுத்தி, கம்பியின் மூன்று வெவ்வேறு இடங்களில் ஒன்றுக்கொன்று சேங்குத்தான இரண்டு திசைகளின் வழியே விட்டத்தை அளந்து பதிவு செய்துகொள்ளுங்கள். அவற்றைக்கொண்டு கம்பியினது விட்டத்தின் இடைப்பெறுமானம்  $d$  இனைப் பெறுங்கள். அதன் மூலம் கம்பியின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு  $A$  ஐ கணித்தறியுங்கள்.

அட்டவணை 1.2			
கமை $m$ (kg)	வேஸியர் வாசிப்பு		நீட்சி $e$ (m)
	நிறையேற்றும்போது	நிறை நீக்கும்போது	



கம்பியின் ஆரம்பநீளம்  $l$  உம் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு  $A$  உம்  $m$  திணிவு தொங்கவிடப்பட்டுள்ள கம்பியின் நீட்சி  $e$  உம் ஆகுமெனக் கருதுவோம். கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் யங்கின் மட்டு  $Y$  ஆயின்,

$$Y = \frac{m g / A}{e / l}$$

$$\frac{Y e}{l} = \frac{m g}{A}$$

$$e = \left( \frac{l g}{Y A} \right) m$$

$m$  இற்கு எதிரே  $e$  இனை வரைபாக்குவதன் மூலம் உரு 1.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற வரைபொன்று கிடைக்கின்றது.

$$\text{வரைபின் படித்திறன்} = \frac{l g}{Y A}$$

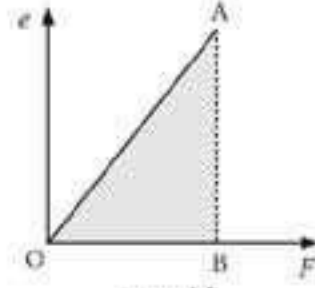
$$\therefore Y = \frac{l g}{A \times (\text{படித்திறன்})}$$

$l, g, A$  படித்திறன் ஆகிய பெறுமானங்களை மேற்படி கோவையில் பிரதியீடு செய்து  $Y$  இனைத் துணியலாம்.

[இப்பரிசோதனை தொடர்பாக விவரங்கள் க.பொ.த. உயர்தர பௌதிகவியல் செய்முறை நூலில் அடங்கியுள்ளன.]

## 1.9 ஈர்த்த கம்பியொன்றில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி

மீள்தன்மை எல்லையிலுள்ள கம்பியொன்றினை ஈர்க்கும்போது செய்யப்படும் வேலையை நோக்குவோம். ஓர் அந்தம் பிடியில் இறுக்கப்பட்டுள்ள மெல்லிய கம்பியொன்றின் மறு அந்தத்தில்  $F$  விசையைப் பிரயோகிப்பதால்  $e$  நீட்சி ஏற்பட்டதாகக் கருதுவோம். மீள்தன்மை எல்லையை தாண்டவில்லையெனின், நீட்சியானது பிரயோகிக்கப்பட்ட சுமைக்கு நேர் விகிதசமமானது. (உரு 1.8).



உரு 1.8

கம்பி மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை பூச்சியத்திலிருந்து  $F$  வரை அதிகரித்தது.

$$\text{கம்பி மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையின் இடைப்பெறுமானம்} = \frac{0+F}{2} = \frac{F}{2}$$

இந்த இடை விசையின்கீழ் கம்பி  $e$  அளவு ஈர்க்கப்படுகின்றமையால்,

$$\begin{aligned} \text{ஈர்க்கப்படும்போது செய்யப்படும் வேலை} &= \text{இடை விசை} \times \text{நீட்சி} \\ &= \frac{1}{2} F \times e = \frac{1}{2} Fe \end{aligned}$$

இந்த வேலையானது கம்பியில் சக்தியாகச் சேமிக்கப்படும்.

$$\therefore \text{ஈர்த்த கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி} = \frac{1}{2} Fe$$

உரு: 1.8 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, சுமைக்கு எதிரே நீட்சிக்கூறிய வரையில்,

$$\begin{aligned} \text{வரையின் கீழ் பரப்பளவு} &= \Delta OAB \\ &= \frac{1}{2} OB \times AB = \frac{1}{2} Fe \end{aligned}$$

$\therefore$  ஈர்த்த கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியானது சுமைக்கு எதிரே நீட்சி வரையின் கீழ்ப் பரப்பளவுக்குச் சமமானது.

1.10 இரு முனைகள் பிடிக்கப்பட்ட கோல்களிலும் இழைகளிலும் வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கேற்ப உருவாகும் விசைகள்



உரு 1.9

இரு அந்தங்களும் பிடியில் இறுக்கப்பட்ட கோலொன்றினை வெப்பமேற்றும்போது அக்கோல் விரிவடைய முயற்சிக்கும். எனினும் அது பிடியில் இறுக்கப்பட்டுள்ளமையினால் அதனால் விரிவடைய முடியாது. எனவே கோலினால் பிடியின் மீது உடையு விசை ஏற்படுத்தப்படும். இரு முனைகளும் பிடிக்கப்படாதபோது கோலின் வெப்பநிலையை  $\theta^\circ\text{C}$  இனால் அதிகரிக்கும்போது, அது  $e$  அளவு விரிவடைவதாகக் கருதுவோம். எனவே கோலினால் ஏற்படுத்தப்படும் (தளருகை) விசை  $F$  இனை, கோலை  $e$  அளவினால் நெருக்குவதால் உருவாகும் விசை எனக் கருதலாம். [உரு: 1.9(a)]

இரு அந்தங்களும் பிடியில் இறுக்கப்பட்டுள்ள கம்பியொன்றினை குளிர்ந்தும்போது அக்கம்பி சுருங்க முயற்சிக்கும். எனினும் அது பிடியில் இறுக்கப்பட்டுள்ளமையினால் அதனால் சுருங்க முடியாது. எனவே கம்பியினால் பிடியின் மீது இழுவை விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படும். இரு முனைகளும் பிடிக்கப்படாதபோது கம்பியின் வெப்பநிலையை  $\theta^\circ\text{C}$  யினால் குளிர்ந்தும்போது அது  $e$  அளவு சுருங்குவதாகக் கருதுவோம். ஒரு பிடி இறுக்கி இல்லை எனின்) எனவே கம்பியினால் ஏற்படுத்தப்படும் இழுவை விசை  $F$  இனை, கம்பியை  $e$  அளவு தர்ப்பதால் உருவாகும் விசை எனக் கருதலாம். [உரு 1.9 (b)] கோல் / கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் யங்ஷின் மட்டு  $Y$  உம் நீட்டல் விரிதகவு  $\alpha$  உம் கோலின் / கம்பியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு  $A$  யும் ஆரம்ப நீளம்  $l$  உம் ஆயின்,

$$Y = \frac{F/A}{e/l}$$

$$F = \frac{Y/Ae}{l}$$

எனினும்  $e = \alpha l \theta$

$$\therefore F = \frac{Y A \alpha l \theta}{l}$$

$$F = Y A \alpha \theta$$

இதேமாதிரியான கோலையை கோலின் விரிவு தடுக்கப்படும்போது கோலின் மீது உண்டாகும் தள்ளுகைக்கும் பெறலாம்.

- (3) ஆரம்பநீளம் 500 mm உம் விட்டம் 8.0 mm உம் கொண்ட சீரான கம்பிக்கோலொன்று 0.4 mm இனால் விரிவடையும் வரை சீராக வெப்பமேற்றப்பட்டது. பின்னர் அக்கோலின் அதன் இரண்டு அந்தங்களும் வன்மையாகப் பிடியில் இறுக்கப்பட்டு குளிர் விடப்பட்டது. கோலினால் சுருங்க முடியாததால் அதில் இழுவையொன்று உருவாகும். கோல் குளிர்ச்சியடைந்த பின்னர், அதன் இழுவையையும் அதில் சேமிக்கப்பட்ட சக்தியையும் கணிக்கുക. கோலின் யங்ஷின் மட்டு  $1.8 \times 10^{11} \text{ Pa}$  எனக் கருதுக.  $\pi = 3.14$  எனக் கொள்க.

தீர்வு

$$\begin{aligned}
 \text{நீட்சி } e_0 &= 0.4 \text{ mm} \\
 &= 0.4 \times 10^{-3} \text{ m} \\
 &= 4 \times 10^{-4} \text{ m} \\
 \text{ஆரம்ப நீளம் } l_0 &= 500 \text{ mm} \\
 &= 500 \times 10^{-3} \text{ m} \\
 &= 0.5 \text{ m} \\
 \text{குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு } A &= \pi \times \left( \frac{8.0}{2} \times 10^{-1} \right)^2 \\
 &= \pi \times (4 \times 10^{-1})^2 \text{ m}^2 \\
 &= 3.14 \times 16 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\
 &= 50.24 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\
 &= 5.024 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \\
 &= 5.02 \times 10^{-5} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

கோல் குளிர்ந்த பின்னர்  $T_0$ ,

$$\begin{aligned}
 T_0 &= \frac{AE}{l_0} e_0 \\
 &= \frac{(5.02 \times 10^{-5} \text{ m}^2) \times 1.8 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times (4 \times 10^{-4} \text{ m})}{(0.5 \text{ m})} \\
 &= \underline{7.24 \times 10^3 \text{ N}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{சேமிக்கப்பட்ட சக்தி} &= \frac{1}{2} T_0 e_0 \\
 &= \frac{1}{2} \times (7.24 \times 10^3 \text{ N}) \times (4 \times 10^{-4} \text{ m}) \\
 &= \underline{1.45 \text{ J}}
 \end{aligned}$$

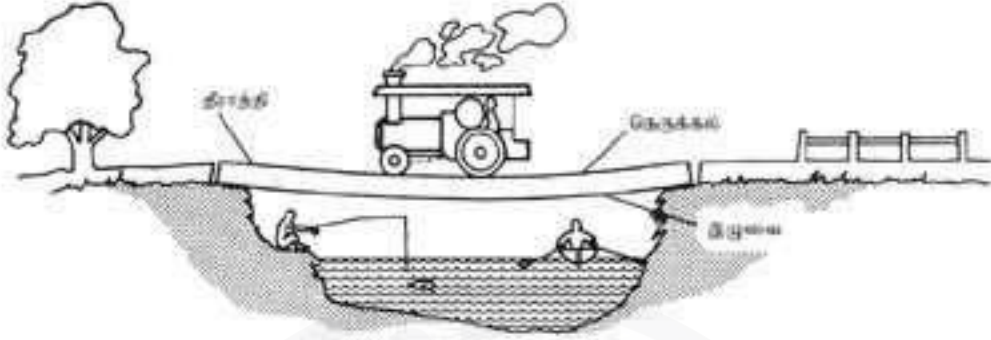
### 1.11 அன்றாட வாழ்க்கையில் மீள் தன்மை பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள்

யங்ஷின் மட்டுப் பெறுமானமானது, மாதிரிப் பொருளின் பரிமாணத்தில் மாத்திரமன்றி திரவியத்தின் தன்மையிலேயே தங்கியுள்ளது. திரவியமொன்றின் யங்ஷின் மட்டு பெரிய பெறுமானத்தைப் பெறுமாயின், அது மீள் தன்மை விகாரத்திற்குப் பெரிதும் எதிர்ப்பு காட்டுவதோடு, சிறிய விகாரத்தை ஏற்படுத்துவதற்காக பாரிய தகைப்பு அவசியமாகும்.

பொறியியல் விஞ்ஞானத்தின் யங்ஷின் மட்டு மிக முக்கியமானது. ஆரம்பக் கட்டத்தில் புகையிரதப் பாலங்கள் அமைப்பதற்காக இரும்பு பயன்படுத்தப்பட்டது. எனினும் குறுகிய காலத்தில் அவை உடைந்தன. அக்காலத்தில் அமெரிக்க ஐக்கியக் குடியரசிலும் கூட



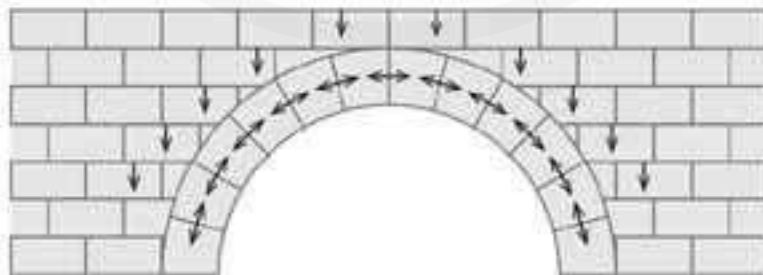
ஆண்டொன்றுக்கு ஏறத்தாழ இருபத்தைந்து பாலங்கள் வரை உடைந்து வீழ்ந்தன. எனவே, நிர்மாண வேலைகளுக்காக, தீர்வியங்களைச் சிக்கனமாகவும் பாதுகாப்பாகவும் கையாள்வதற்காக நம்பகமான சக்திக் கணித்தல்களின் தேவைப்பாடு தொடர்பாகக் கவனஞ் செலுத்தப்பட்டது. இவ்வாறான சரியான கணித்தல்களுக்காக அறிந்துகொள்ளவேண்டிய ஓர் அம்சம் யங்ளின் மட்டு ஆகும்.



உரு 1.10

உரு: 1.10 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, தீர்ந்தியொன்று வளையும்போது அதன் ஒரு மேற்பரப்பு நெருக்குதலுக்கு உள்ளாவதோடு மற்றைய மேற்பரப்பு நீட்சிக்கும் உள்ளாகும். இந்த மாற்றத்திற்கு யங்ளின் மட்டு பங்களிப்புச் செய்யும்.

கட்டட நிர்மாணப் பணிகளின் போது மீள் தன்மை மிகப் பயனுடையதாகும். கட்டடத்தின் மேல் மாடிகளினதும் கூரையினதும் பாரத்தைத் தாங்கக்கூடியவாறாக கீழ்ப்பகுதியின் தூண்களும் கவுட்களும் வலிமைமிக்கதாக (strength) அமைக்கப்படுதல் வேண்டும். செங்கல்வின் நெருக்கல் தகைப்பு மிக உயர்வானதாயினும் கூட, அதன் இழுவைத் தகைப்பு மிகவும் குறைவானது. கதவு நிலையொன்றுக்கு மேலே அமைந்துள்ள ஓர் இடத்தில் அல்லது வில்வளைவொன்றுக்கு மேலே அமைந்துள்ள ஓர் இடத்தில் பொதுவான வகையில் செங்கல்கள் பயன்படுத்தப்படுமாயின், இழுவைத் தகைப்பு காரணமாக வில்வளைவு உடைய இடமுண்டு. எனவே கதவு நிலைக்கும் வில்வளைவுக்கும் மேலாக, கொங்கீற்றுத் தீர்ந்தியொன்று (விட்டக்கல்லொன்று - lintel) இட்டு அதன் மேலேயே செங்கல்களால் கட்டப்படும். இதன் விளைவாக செங்கல் மீது நெருக்கல் தகைப்பு மாத்திரமே பிரயோகிக்கப்படும்.



உரு 1.11

மேலும், வில்வளைவுக்கு மேலாக உரு 1.11 இல் காட்டியுள்ளவாறான செங்கற்களை இருவதால், அக்கற்களின் மீது நெருக்கல் விசைகளை பிரயோகிக்கப்படுவதால், உடைவு ஏற்படுவதில்லை.

(முற்காலத்தில் பாலங்கள் மதுகுகள் அமைப்பதற்காகப் இந்த முறை கையாளப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறாக அமைக்கப்பட்டுள்ள மாவனல்லை A1 பாலம் உரு. 1.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது முற்றுமுழுதாக செங்கல்களினாலேயே கட்டப்பட்டுள்ளது. அதாவது இப்பாலத்தில் சீமந்தை வெண்கலமே பயன்படுத்தப்படவில்லை.



உரு. 1.12

வீடுகளில் கூரை அமைக்கும்போது யாங்ஷின் மட்டு தொடர்பான அரிசைப் பயன்படுத்துவது மிக முக்கியமானது. கூரையில் இடும் சில தீராந்திகளில் தெருக்கல் விசைகளும், சில தீராந்திகளில் இழுவை விசைகளும் தொழிற்படும் அதற்கமைய, பயன்படுத்தும் அரிசை வகையின் (உதாரணம்: பலா, நயுன், தேக்கு, முதிசை) மீள்வன்மைக்கேற்பவும் அவற்றின் குறுக்கு வெட்டும் அடிப்பளவும் தீளமும் தீர்மானிக்கப்படும்.

### பயிற்சி

- (1) (a) 0.30 m நீளம் விட்டமும் 15m தீளமும் கொண்ட ஒரு கம்பியின் 0.50 kg திணிவொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கம்பியை ஆக்கியுள்ள திரவியத்தின் யாங்ஷின் மட்டு  $1.0 \times 10^{11}$  Pa ஆயின் கம்பியில் ஏற்படும் நீட்சியைக் கணிக்கുക. ( $g = 10 \text{ m s}^{-2}$  எனக் கருதுக.)
- (b) ஒவ்வொன்றும் 1.5 m தீளமும் 0.20 cm விட்டமும் கொண்ட உருக்க மற்றுப் பொருள் வெண்கலக் கம்பிகளிரண்டுக் கொண்டு 3.0 m தீளமான கூட்டுக் கம்பியொன்று உருவாகுமாறு அந்தத்தூடன் அந்தம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எவ்வளவு இழுவைவிசைல் கம்பியின் 0.064m பொத்த நீட்சி ஏற்படுத்தப்படும்? (உருக்கின் யாங்ஷின் மட்டு =  $2.0 \times 10^{11}$  Pa)  
(பொது வெண்கலத்தின் யாங்ஷின் மட்டு =  $1.2 \times 10^{11}$  Pa)
- (2) தகைப்பு, விசாரம், யாங்ஷின் மட்டு ஆகியவற்றையும் பரிசோதனை (தீயில் தூண்டியும்) விதத்தை விவரிக்கുക.  
0.100 cm விட்டமும் 350 cm தீளமும் கொண்ட நிலைக்குத்தான உருக்குக் கம்பியொன்றின் கீழ் அந்தத்தில் 20 kg கனமொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ளது.
  - (a) கம்பியின் நீட்சியைப்
  - (b) கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியைப்

காண்க.

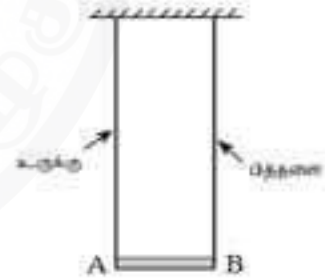
( உருக்கிளது யங்ஙின் மட்டு  $2.00 \times 10^{11}$  Pa உம்  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$  உம் ஆகும் எனக் கருதுக.

(3) X,Y இரண்டு நிலைக்குத்துக் கம்பிகள் ஒரு கிடைமட்டத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன, அவற்றின் கீழ் அந்தங்கள் இலேசான XY கோலினால் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன, கம்பிகள் ஒரே A குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவையும் / நீளத்தையும் கொண்டவை. கோலின் மீது O புள்ளியில் 30 N கமை ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இரண்டு  $XO : OY = 1 : 2$  ஆகும். இரண்டு கம்பிகளும் சர்க்கப்பட்டுக் காணப்படுவதோடு XY கோல் கிடையாக உள்ளது. X கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் யங்ஙின் மட்டு  $1.0 \times 10^{11}$  Pa ஆகும். இரண்டு கம்பிகளும் மீள்தன்மை எல்லையை தாண்டவில்லை எனக் கொண்டு Y கம்பியின் யங்ஙின் மட்டைக் கணிக்குக.

(4) புறக்கணிக்கத்தக்க திணிவுள்ள,  $10^{-6} \text{ m}^2$  சீரான குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவைக் கொண்ட கம்பியொன்றின் அந்தங்கள் ஒரே கிடைத்தளத்தில் 1 m இடைவெளியில் அமைந்துள்ள A, B எனும் நிலைத்த புள்ளிகளிரண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆரம்பத்தில் கம்பி சர்ப்பின்று நேராகக் காணப்படுகின்றது. கம்பியின் நடுப்புள்ளியில் 0.5 kg திணிவொன்று இணைக்கப்பட்டபோது கம்பியின் நடுப்புள்ளி 10 cm கீழ்தூங்கி சமநிலையாக தொங்குகிறது. கம்பியின் யங்ஙின் மட்டைக் கணிக்குக.

(5) உருவில் காட்டியுள்ளவாறு, இலேசான விற்றைத் கோலொன்று உருக்கு மற்றும் பித்தளைக் கம்பிகளிரண்டினால் கிடையாக தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு கம்பியும் 2.0 m நீளமானது. உருக்கருக் கம்பியின் விட்டம் 0.60 mm உம் AB கோலின் நீளம் 0.20m உம் ஆகும். AB யினது நடுப்புள்ளியில் 10.0kg திணிவொன்றினைத் தொங்கவிட்டுள்ளபோது கோல் கிடையாக உள்ளது.

- ஒவ்வொரு கம்பியினதும் நீட்சி எவ்வளவு?
- உருக்குக் கம்பியின் நீட்சியையும் அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியையும் கணிக்குக.
- பித்தளைக் கம்பியின் விட்டத்தைக் கணிக்க.
- இப்பித்தளைக் கம்பிக்குப் பதிலாக 1.00 mm விட்டமுள்ள வேறொரு பித்தளைக் கம்பி பயன்படுத்தப்படுமாயின், AB இனை இனியும் கிடையாக வைத்திருப்பதற்காக திணிவை எந்த இடத்தில் தொங்கவிட வேண்டும்?



( உருக்கின் யங்ஙின் மட்டு  $= 2.0 \times 10^{11}$  Pa,

( பித்தளையின் யங்ஙின் மட்டு  $= 1.0 \times 10^{11}$  Pa )

(6) துறைமுகத் தடாகமொன்றில் அமிழ்ந்து காணப்படும் கப்பற் பாகமொன்றினை பாரத் தூக்கியினால் (Crane) மேலே உயர்த்துவதற்காக, அதனுடன் 10 m நீளமான,  $5 \times 10^{10}$  Pa யங்ஙின் மட்டைக் கொண்ட உருக்கு வடமொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலே உயர்த்தும் கப்பற் பாகம்  $10^4$  kg திணிவுள்ளது. அதன் அடர்த்தி  $8000 \text{ kg m}^{-3}$  ஆகும். கமை நீரிலிருந்து வெளியே வந்துள்ள நிலையில், உடலாக வடத்தின் நீட்சி வேறுபாட்டைக் கணிக்குக. முழு நேர செயன்முறையிலும் வடத்தின் இழுவையானது அதன் மொத்த நீளத்துக்கு ஊடாகவும் சீராகக் காணப்படுவதாகக் கருதுக.

$$(\text{நீரின் அடர்த்தி} = 1000 \text{ kg m}^{-3})$$

- (7) இழுவைத் தகைப்பு யங்ஙின் மட்டு என்பதை வரையறுக்குக.

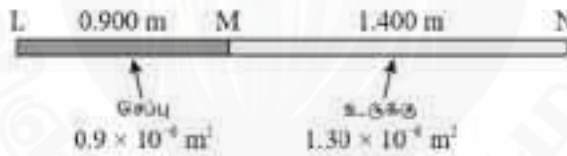
உருக்குக் கம்பியொன்றின் யங்ஙின் மட்டைத் துணிவதற்காக அய்கூடத்தில் நடத்தக் கூடிய ஒரு பரிசோதனையைத் தெளிவாகப் பெரிடப்பட்ட ஒரு விளக்கப்படத்தின் துணையுடன் விவரிக்குக.

1 m நீளமும் 2 mm விட்டமும் கொண்ட நிலைக்குத்தல் செப்புக் கம்பியொன்றுக்கு அருகேயும் சமாந்தரமாகவும், எல்லா வகையிலும் சமமான உருக்குக் கம்பியொன்றினை வைத்து, அவற்றின் மேல் அந்தக்கள் இரண்டும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கூட்டுக் கம்பியின் மேல் இணைப்பு அந்தத்தை விரைப்பாகப் பொருத்தி, கீழ் இணைப்பு அந்தத்தில் 20 kg சுமையொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கூட்டுக்கம்பியின் நீட்சியைக் கணிக்கുക.

$$\text{செப்பின் யங்ஙின் மட்டு} = 1.2 \times 10^{11} \text{ Pa,}$$

$$\text{உருக்கின் யங்ஙின் மட்டு} = 2.0 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

- (8) LM செப்புக் கம்பியானது MN உருக்குக் கம்பியின் M அந்தத்துடன் உருக்கி ஒட்டப்பட்டுள்ளது (fused) செப்புக் கம்பி 0.900 m நீளமும்  $0.90 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு கொண்டது. உருக்குக் கம்பி 1.400 m நீளமும்  $1.30 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு கொண்டது. இக்கூட்டுக்கம்பி இழுக்கப்பட்டது. அதன் மொத்த நீளம் 0.0100 m இனால் அதிகரித்தது.



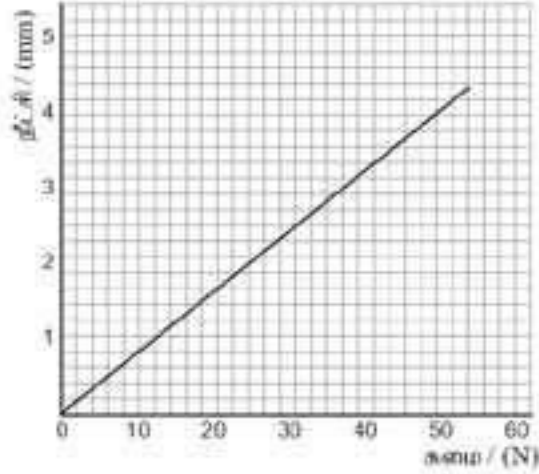
- (a) இரண்டு கம்பிகளினதும் நீட்சியின் விகிதம்  
 (b) அந்தந்தக் கம்பியின் நீட்சி  
 (c) கூட்டுக் கம்பியில் பிரயோகிக்கப்பட்ட இழுவை

ஆகியவற்றைக் காண்க.

$$(\text{செப்பின் யங்ஙின் மட்டு} = 1.30 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$\text{உருக்கின் யங்ஙின் மட்டு} = 2.10 \times 10^{11} \text{ Pa})$$

- (9) பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கேற்ப, நீட்சி மாறும் விகிதம் வரையில் காட்டப்பட்டுள்ளது. பயன்படுத்திய கம்பியின் நீளம் 3.00 m உடம் விட்டம்  $5.0 \times 10^{-4} \text{ m}$  உடம் ஆகும்.



- i. 50 N கனமையினால் ஏற்படுத்தப்படும் இழுவைத் தகைப்பைக் கணிக்க.
  - ii. கனம் தொழிற்படும்போது கம்பியில் சேமிக்கப்படும் சக்தியை காண்க.
  - iii. கனமேற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட 5.0 kg திணிவின் ஈர்வை அழுத்தச் சக்தியில் ஏற்படும் குறைவைக் கணிக்க.
  - iv. மேற்படி i, ii இற்கான விடைகள் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபடுவதேன் எனக் குறிப்பிடுக.
  - v. கம்பி ஆக்கப்பட்டுள்ள உலோகத்தின் யங்ஸின் மட்டைக் கணிக்க.
10. 240 mm விட்டமுள்ள வட்டவடிவ குறுக்கு வெட்டைக் கொண்ட இரும்புக்கோலொன்று 600 K வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றப்படுகிறது. பின்னர் உருக்குச் சட்டகமொன்றைப் பயன்படுத்தி அக்கோலின் இரண்டு அந்தங்களும் 0.40 m இடைவெளியில் அமைப்பாறு பிடியியில் இறுக்கப்பட்டது. கோலின் வெப்பநிலை 300 K வரை குறைக்கப்பட்டது. கோல் 300 K வரை குளிர்ந்த பின்னர் கோலின் இழுவையைக் கணிக்க. இரும்பின் யங்ஸின் மட்டு  $2.0 \times 10^{11}$  Pa எனவும் அதன் ஏகபரிமாண விரிவுக்குணைக்  $1.2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  எனவும் கருதுக.
11. தகைப்பு, விகாரம், மீள்தன்மை மட்டு ஆகியவற்றை விளக்குக.  
ஹூக்கின் விதியை அனுசரிக்கும் றப்பர் இழையொன்றில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்திக்கான ஒரு கோவையை இழுவை விசை, நீட்சி ஆகிய பதங்களைக் கொண்டு பெறுக.  
கவனொன்றினது இறப்பர் வாரின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு  $1.0 \text{ mm}^2$  ஆகும். அதன் ஈர்க்காத மொத்த நீளம் 10.0 cm ஆகும். 5.0 g திணிவுள்ள சிறு கல்லொன்றினை எறிவதற்காக அது 12.0 cm வரை இழுக்கப்பட்டது. சக்தியைக் கருத்திற் கொண்டு அல்லது வேறு ஒரு முறையைக் கையாண்டு எறிபொருளின் வேகத்தைக் கணிக்க. இறப்பரின் யங்ஸின் மட்டு  $5.0 \times 10^{11}$  Pa ஆகும். கணித்தலின்போது நீங்கள் பயன்படுத்திய எடுகோள்களையும் தருக.

இரண்டாம் அத்தியாயம்

பிசுக்குமை  
(Viscosity)

2.1 அறிமுகம்

பிசுக்குமை பற்றிக் கற்றாய்வதற்காக, முதலில் அன்றாட வாழ்க்கையில் நாம் அவதானித்த சில தோற்றப்பாடுகளைக் கவனிப்போம். (உரு 2.1)



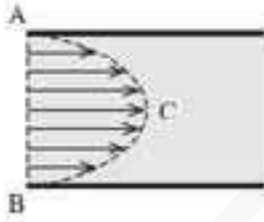
ஒடுக்கமான குழாயொன்றின் ஊடாகத் தேங்காயெண்ணெய் கிளிசரின் போன்றவற்றின் பாய்ச்சல், நீரின் பாய்ச்சலை விட வேகங்குறைந்தது. கெட்டியான திரவமொன்றின் ஊடாகச் சிறிய கோளவடிவ பொருளொன்று (சைக்கிள் போதிகைக் குண்டு போன்ற) கீழ்நோக்கிச் செல்ல விடப்படும்போது அதன் ஆர்முடுகல் குறைவடைவதைக் காண முடிகின்றது. இதேவேளை வெற்றிடத்தில் இவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. திரவமொன்று பாயும்போது, திரவமொன்றின் ஊடாக பொருளொன்று அசையும்போது திரவப்படைகள் மூலம் இயக்கத்துக்கு எதிராக உராய்வு விசை ஏற்படுத்தப்படுகின்றது என்பது இதன் மூலம் தெளிவாகின்றது. திரவத்தின் இவ்வியல்பு பிசுக்குமை எனப்படும். விசை பிசுக்குமை விசை எனப்படும்.

2.2 கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சலும் அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலும்



குழாயொன்றின் அந்தங்களிரண்டுக்குக் குறுக்காகப் பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்த வித்தியாசம் அதிகமாயின் குழாயின் ஊடாகத் திரவம் கொந்தளித்துப் பாயும். இது கொந்தளிப்பு (turbulent) இயக்கம் [உரு 2.2 (a)] எனப்படும். குழாயின் அந்தங்களிரண்டுக்கும் குறுக்காக அழுத்த வித்தியாசம் சிறிதாயின் குழாயின் ஊடாகத் திரவம் சீராகப் பாயும். இது அருவிக் கோட்டு (streamline) (சீரான, ஒழுங்கான, அடர்) இயக்கம் [உரு 2.2 (b)] எனப்படும்.

சீரான அதாவது அடர்ப் பாய்ச்சலின்போது தரப்பட்ட எந்தவொரு புள்ளிக்கும் குறுக்காகப் பாயும் சகல திரவத் துணிக்கைகளும் ஒரே பாதையில் ஒரே கதியில் செல்லும். அவ்வாறான பாய்ச்சல்களைப் அருவிக்கோடுகள் மூலம் காட்டலாம். குழாயொன்றின் ஊடாகப் பாயும் திரவயொன்றின் திரவப் படைகளுக்கு இடையேயான சார் இயக்கத்தைக் கருதுவோம். அரைவட்டவடிவக் குறுக்குவெட்டைக்கொண்ட பீலியொன்றின் ஊடாகச் சீராகப் பாயும் நீரின் மேற்பரப்பு மீது AB கோட்டின் வழியே (உரு 2.3) ஒரு குறித்த கணத்தில் சிறிய ரெஜிப்போம் துண்டுகள் சில வீழ்த்தப்பட்டால் சில கணங்களின் பின்னர் அத்துணிக்கைகள் ACB வளையியின் வழியே அமைகின்றமையை அவதானிக்கலாம்.



உரு 2.3

நடுவே உள்ள திரவப்படை உச்ச கதியைக் கொண்டுள்ளதோடு கவரை நோக்கிச் செல்லும்போது படைகளின் கதி படிப்படியாகக் குறைவடைந்து குழாயினது கவருடன் தொடுகையடைந்துள்ள படையின் கதி பூச்சியமாகின்றமை இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

இப்பாய்ச்சலின்போது ஒரு திரவப்படைமீது மற்றொரு திரவப்படை வழக்கிச்செல்லுமாறு திரவப் படைகள் அசைகின்றன. எனவே திரவப் படைகளுக்கு இடையே சார் இயக்கத்துக்கு எதிரான உராய்வு விசை தொழிற்படுகின்றது. இந்த உராய்வு விசை மீது செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகளைக் கருதுவோம்.

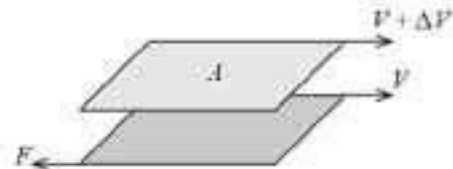
திண்ம மேற்பரப்புக்களிரண்டுக்கு இடையிலான உராய்வு விசையானது பரப்புக்களின் பொதுப் பரப்பளவு மீதும் மேற்பரப்புக்களுக்கு இடையிலான சார் வேகத்தின் மீதும் தங்கியிருப்பதில்லை. எனினும் இரண்டு திரவப் படைகளுக்கு இடையிலான உராய்வு விசையானது, படைகளிரண்டுக்கும் இடையிலான பொதுப்பரப்பளவு A மீதும், படைகளுக்கு இடையிலான சார் வேகத்தின் மீதும் தங்கியிருக்கும்.

திரவ மேற்பரப்புக்களுக்கு இடையிலான இடைவெளிக்கேற்ற படைகளிரண்டினதும் கதிகள் முறையே  $V_1$  உம்  $V_2$  ( $V_1 > V_2$ ) உம், அவற்றுக்கு இடையிலான இடைவெளி d உம் ஆயின்,

$$\begin{aligned} \text{வேகப் படித்திறன்} &= \frac{v_1 - v_2}{d} \\ &= \frac{\Delta v}{d} \end{aligned}$$

திரவ மேற்பரப்புக்களுக்கு இடையிலான உராய்வு விசை F ஆயின்,

$$\begin{aligned} F &\propto \frac{\Delta v}{d} \\ F &\propto A \frac{\Delta v}{d} \\ F &= \eta A \frac{\Delta v}{d} \end{aligned}$$



உரு 2.4

இங்கு  $\eta$  என்பது ஒரு மாறாக் கணியம் ஆகும்.  $\eta$  ஆனது குறித்த திரவத்தின் பிகக்குமைக் குணகம் என்படுவதோடு மேற்படி சமன்பாடு நியூடோனியன் சமன்பாடு என்படும். இச்சமன்பாட்டிற்கு அமைவான நடத்தையைக் காட்டும் திரவங்கள் நியூடோனியன் திரவங்கள் எனவும் இச்சமன்பாட்டுக்கு அமைவாக நடத்தை காட்டாத திரவங்கள் நியூடோனியன் அல்லாத திரவங்கள் எனவும் அழைக்கப்படும். பெரும்பாலான திரவங்கள் நியூடோனியன் திரவங்களாகும். நெய்ப்பூச்சு வகைகள் பசை போன்றவை நியூற்றன் திரவங்கள் அல்ல.

### 2.3 பிகக்குமை குணகத்தை வரையறுத்தல்

சீராக அரிவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலில் பாயும் பாய்மமொன்றின் வேகப் படித்திரன் ஓர் அலகாகவுள்ள இரண்டு படைகளுக்கு இடையே அலகுப் பரப்பளவு மீது தொழிற்படும் தொடலி விசையே அப்பாய்மத்தின் பிகக்குமைக் குணகம் ஆகும் என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

$\eta$  இனது அலகுகளும் பரிமாணங்களும்

$$\eta = \frac{F}{A \frac{\Delta v}{d}}$$

$$\eta \text{ இனது அலகுகள்} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2 \frac{\text{m s}^{-1}}{\text{m}}} = \text{N s m}^{-2}$$

$$\begin{aligned} \eta \text{ இனது பரிமாணங்கள்} &= \frac{\text{MLT}^{-2}}{\text{L}^2 \text{T}^{-1}} \\ &= \text{ML}^{-1} \text{T}^{-1} \end{aligned}$$

### 2.4 புவாசேயின் சமன்பாடு

மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றின் ஊடாகச் சீரான பாய்ச்சல் உள்ள திரவமொன்றின் பாய்ச்சல் விதத்துக்கான ஒரு கோவை புவாசேயின் சமன்பாடு மூலம் கிடைக்கின்றது.



உரு 2.5

$l$  நேரத்தில் குழாயின் ஊடாகப் பாயும் திரவக் கனவளவு  $V$  உம் குழாயின் ஆரை  $a$  உம், நீளம்  $l$  உம் குழாயின் இரு அட்த்தங்களுக்கும் இடையிலான அழுக்க வித்தியாசம்  $\Delta p = p_1 - p_2$  உம் ஆயின்,

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi a^4 (\Delta p)}{8 \eta l}$$

இது தொடர்பாக முதன்முதலாக 1944 இல் கற்றாய்ந்த பிரான்க நாட்டு விஞ்ஞானி லெனாட் புவாசேய் இனது பெயரைக் கொண்டு, இச்சமன்பாடு புவாசேய் சமன்பாடு எனப்படுகின்றது.



புவசேய் சமன்பாடு பரிமாணங்களின்படி சரியானது எனக் காட்டுதல்

$$L. \quad \frac{V}{r} \text{ இனது பரிமாணங்கள்} = \frac{L^3}{T} = L^3 T^{-1}$$

$$\left(\frac{\Delta p}{l}\right) \text{ இனது பரிமாணங்கள்} = \left(\frac{MLT^{-2}}{L^2}\right) \frac{L}{L} = ML^{-1}T^{-2}$$

$$\eta \text{ இனது பரிமாணங்கள்} = ML^{-1}T^{-1}$$

$$\frac{\pi a^4}{8\eta} \left(\frac{\Delta p}{l}\right) \text{ இனது பரிமாணங்கள்} = \frac{ML^{-1}T^{-2} \times L^4}{ML^{-1}T^{-1} \times L}$$

$$\frac{L^4}{ML^{-1}T^{-1}} ML^{-1}T^{-2} = L^3 T^{-1}$$

$$= L^3 T^{-1}$$

இடது பக்கப் பரிமாணங்கள் = வலது பக்கப் பரிமாணங்கள்

எனவே புவசேயின் சமன்பாடு பரிமாணமுறைப்படி சரியானது

புவசேயின் சமன்பாடு செல்லுபடியாகும் நிபந்தனைகள்

- திரவப் பாய்ச்சல் அடராக (அருவிக்கோடாக) இருத்தல் வேண்டும். இதற்காகத் திரவம் சிறிய அழுக்க வித்தியாசத்தின் கீழ் பாய்தல் வேண்டும்.
- திரவம் உறுதி நிபந்தனைகளின் கீழ் பாய்தல் வேண்டும்.
- திரவம் நெருக்கப்படாததாக இருத்தல் வேண்டும்.
- குழாய் கிடையாகவும் மெல்லியதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

**திறந்த உதாரணம்**

உள் ஆரை முறையே  $r$ ,  $2r$  கொண்ட A, B எனும் இரண்டு குழாய்கள் அந்தத்துடன் அந்தம் தொடுக்கப்பட்டுள்ளதோடு அவற்றின் ஊடாக, திரவமொன்று சீராகப் பாய்கின்றது. குழாய் B ஆனது A யிலும் எட்டு மடங்கு நீளமானது. கூட்டுக் குழாயின் அந்தங்களுக்கு இடையிலான அழுக்க வித்தியாசம்  $9000 \text{ N m}^{-2}$  ஆயின், A இற்குக் குறுக்கான அழுக்க வித்தியாசம் எவ்வளவு?

தீர்வு



குழாய் A இனது திறந்த முனையிலும், குழாய்களின் முட்டிலும், குழாய் B இனது அந்தத்திலும் அழுக்கம் முறையே  $p_1, p_2, p_3$  எனக் கருதுவோம்.

குழாய்களின் ஊடாகத் திரவம் சீராகப் பாய்கின்றனவால் டிராபிள் சாம்பாட்டி என்பது.

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi (p_1 - p_2) r^4}{8 \eta l} \quad \text{----- 1}$$

$$= \frac{\pi (p_2 - p_1) (2r)^4}{8 \eta \times 8l} \quad \text{----- 2}$$

இங்கு  $\eta$  என்பது பிசுக்குமைக் குணகம் ஆகும்.

$$(p_1 - p_2) \quad \quad \quad l = 2$$

$$= 2 (p_2 - p_1)$$

$$\therefore \frac{p_2 - p_1}{p_1 - p_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{p_1 - p_2} + 1 = \frac{1}{2} + 1$$

$$\frac{p_2 - p_1 + p_1 - p_2}{p_1 - p_2} = \frac{1 + 2}{2}$$

$$\frac{p_1 - p_1}{p_1 - p_2} = \frac{3}{2}$$

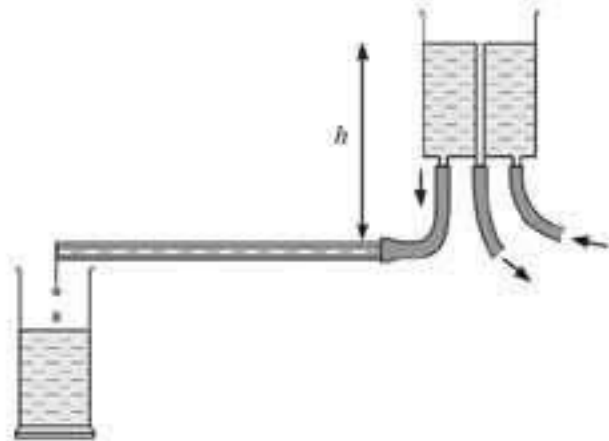
எனினும்  $p_1 - p_1 = 9000 \text{ N m}^{-2}$

$$\therefore \frac{9000}{p_1 - p_2} = \frac{3}{2}$$

$$\therefore p_1 - p_2 = 6000 \text{ N m}^{-2}$$

$\therefore$  A இற்குக் குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசம் =  $6000 \text{ N m}^{-2}$

2.5 மயிர்த்துளைப் பாய்ச்சல் முறையில் நீரின் பிசுக்குமைக் குணகத்தைத் துணிதல்



உ.கு. 26

பரிசோதனையின் பெறுபேறுகள் வெற்றிகரமானவையாக அமைவதற்காகப் பரிசோதனை தொடர்பான பின்வரும் விடயங்களில் கவனஞ் செலுத்துதல் வேண்டும்.

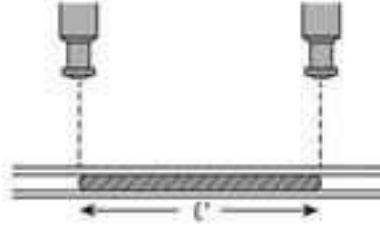
- மயிர்த்துளைக் குழாயை முதலில் NaOH கரைசலினாலும் அடுத்ததாக ஐதான அமிலமொன்றினாலும் இறுதியாக நீரினாலும் நன்கு கழுவிச் சுத்திகரித்துக் கொள்ளுங்கள்.
- குழாய் கிடையாக அமையுமாறு தாங்கியுடன் இணையுங்கள்.
- குழாயின் அந்தத்துடன் சீறிய நூல்துண்டொன்றினைக் கட்டுங்கள்.

உரு 2.6 இல் காட்டியுள்ளது போன்று மாறாத அழுக்க நிரலைக் கொண்ட நீர்த்தொட்டியை நிறுத்தி, அதிலிருந்து நீரை வெளியே எடுக்கும் குழாயை (outlet) றப்பர் குழாயொன்றினால் மயிர்த்துளைக் குழாயின் அந்தத்துடன் பொருத்துக. புகுவழியை (Inlet) நீர் வழங்குதல் இணைத்து வெளிவழியின் ஊடாக வெளிவரும் நீரை வெளியேறிச் செல்ல இடமளிக்குக; மயிர்த்துளைக்குழாயின் ஊடாக அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சல் ஏற்படும் வகையில் அழுக்க நிரலைச் செய்யுஞ்செய்க. மயிர்த்துளைக் குழாயிலிருந்து அழுக்க நீரல் வரையிலான உயரம்  $h$  இனை மீற்றர் கோலினால் அளந்து பதிவு செய்து கொள்க.

நிறுத்தற் கடிக்காரமொன்றினை இயக்கும் அதே கணத்தில், குழாயுடன் இணைக்கப்பட்ட நூல் துண்டுக்குக் கீழாக முகவையொன்றினை வைத்து குறித்த  $t$  நேரத்தில் (ஏறத்தாழ 5 செக்கன்) மயிர்த்துளைக் குழாயிலிருந்து வெளியேறும் நீரைச் சேகரித்துக்கொள்க. அளக்குஞ் சாடியொன்றினைப் பயன்படுத்தி, நீரின் கனவளவு  $V$  இனை அளந்து பதிவு செய்து கொள்க. மீற்றர் கோலொன்றினைப் பயன்படுத்தி, மயிர்த்துளைக் குழாயின் நீளம்  $l$  இனை அளந்து பதிவு செய்து கொள்க. அழுக்க நீரில்  $h$  இன் பெறுமானத்தை மாற்றியவாறு சில  $h$  பெறுமானங்களுக்கு ஒத்த பெறுமான வாசிப்புக்களைப் பெற்று வாசிப்புக்களை அட்டவணை 2.1 இல் பதிவு செய்க.

அட்டவணை 2.1		
$h$ (m)	$V$ ( $m^3$ )	$V/t$ ( $m^3 s^{-1}$ )

குழாயின் ஆரையைச் சரியாகத் துணிவதற்காகப் பின்வரும் முறை பயன்படுத்தப்படும் மயிர்த்துளைக்குழாயின் ஓர் அந்தத்தில் இறப்பர் குழாயை இணைத்து அதன் மற்றைய அந்தத்தை இரசத்தில் அமிழ்த்துக. இறப்பர் குழாயை அழுத்தி மெதுவாக விடுவித்து குழாயிலுள் குறித்த நீளமுள்ள இரச இளை உட்செல்வதற்கு இடமளிக்க குழாயைக் கிடையாக வைத்து, நகரும் நுணுக்குக் காட்டியைப் பயன்படுத்தி இரசத்தடத்தின் நீளத்தை  $l$  அளந்து பதிவு செய்து கொள்க. (உரு 2.7) இரச இளையை கடிக்காரக் கண்ணடியொன்றில் ஊற்றி, செய்மான ஒரு தராசைப் பயன்படுத்தி, அதன் நிலைவை அளந்துகொள்க.



உரு 2.7

இரத்தின் அடர்த்தி  $\rho'$  உம் மயிர்த்துளைக் குழாயின் ஆரை  $a$  உம் ஆயின்,

$$\pi a^2 l' \rho' g = m g \text{ ஆகும்.}$$

மேற்படி கோலையில்  $l' \rho', m$  ஆகியவற்றுக்கான பெறுமானங்களைப் பிரதியிடு செய்வதன் மூலம்  $a$  ஐக் கணிக்கலாம்.

நீரின் அடர்த்தி  $\rho$  எனின், மயிர்த்துளைக்குழாயின் அந்தங்கள் இரண்டுக்கும் இடையிலான அழுக்க வித்தியாசம்  $\Delta p = h \rho g$

புளசேய் சமன்பாட்டின்படி,

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi a^4 \Delta p}{8 \eta l}$$

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi a^4 h \rho g}{8 \eta l}$$



உரு 2.8

$h$  இறகு ஏதிரே  $\frac{V}{t}$  இணை வரைபாக்குக. (உரு: 2.8)

$$\text{வரைபின் படித்திறன்} = \frac{\pi \rho g a^4}{8 \eta l} = \frac{\pi a^4 \rho g}{8 \eta l}$$

$$\eta = \frac{\pi a^4 \rho g}{8 l (\text{வரைபின் படித்திறன்})}$$

$a, l$  ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களைப் பிரதியிடு செய்வதால்  $\eta$  ஐக் கணிக்கலாம்.

2.6 பிசுக்குமை ஊடகமொன்றின் ஊடாகச் சுயாதீனமாகக் கீழ்நோக்கி அசையும் சிறிய கோள வடிவப் பொருளொன்றின் இயக்கம்

ஆரம்பத்தில் கோளத்தின் மீது தொழிற்படும் விசைகளாவன, கோளத்தின் நிலை  $W$  உம் திரவத்தினால் கோளத்தின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் மேலுதையு  $U$  உம் ஆகும். (உரு 2.9)



உரு 2.9

$W > U$  ஆயின், கோளத்தின் மீது சமப்படுத்தப்படாத விசையொன்று தொழிற்படுகின்றமையால், அது ஆர்முடுகலுடன் விழும். பொருளொன்று திரவமொன்றினுள் இவ்வாறாக இயங்கும்போது அப்பொருளின் அருகே உள்ள திரவப்படைகள் பொருளின் கதியிலேயே இயங்குவதோடு, பொருளுக்கு அப்பால் உள்ள திரவப்படைகளின் கதி படிப்படியாகக் குறைவடைந்து ஓய்வை அடையும். இவ்வாறாகப் பொருளின் இயக்கம் காரணமாக, திரவப் படைகளுக்கு இடையே சார் இயக்கமொன்று உருவாகும். அதன் விளைவாக, பின்னரும் திரவப் படைகள் இரண்டுக்கு இடையே பீகக்குமை உராய்வு விசைகள் உருவாகும். இவற்றின் விளைவுள் உராய்வுவிசை இயங்கும் பொருளின் இயக்கத்திற்கு எதிராக பொருளிலும் தொழிற்படும். எனவே அதன் ஆர்முடுகல் படிப்படியாகக் குறைவடையும். ஆனால் கோளத்தின் வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும். எனவே இந்தப் பீகக்குமை உராய்வு விசை  $F$  அதிகரிக்கும். இவ்வாறாக  $F$  அதிகரித்து  $F + U$  இனது பெறுமானமானது  $W$  இற்குச் சமமாகும்போது கோளத்தின் மீது தொழிற்படும் விளைவுள் விசை பூச்சியாவதால் கோளம் கீரான வேகத்தைப் பெறும்.



உரு 2.10

நேரத்துக்கமைய கோளத்தின் வேகமாறல் உரு 2.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கோளம் இவ்வாறாகப் பெறும் மாறாத வேகம்  $v$  முடிவு வேகம் (terminal velocity) எனப்படும். கெட்டியான திரவமொன்றின் ஊடாகச் சுயாதீனமாக அசையும் சிறிய கோளமொன்றின் மீது தொழிற்படும்  $F$  பீகக்குமை உராய்வு விசைக்கு, கோளம் பெறும் முடிவு வேகம்  $v$  இற்கும் இடையிலான தொடர்பு ஸ்ரோக்கின் விதியின் மூலம் கிடைக்கின்றது.

### 2.6.1 ஸ்ரோக்கின் விதி (Stokes' law)

திரவமொன்றினுள் அசையும் கோள வடிவப் பொருளொன்றினைக் கருதி, பிரித்தானிய விஞ்ஞானி ஜோர்ஜ் ஸ்ரோக்கஸ் (ஈ.பி. 1819 - 1903) மேற்படி பீகக்குமை உராய்வு விசையின் பருமனுக்கும் ( $F$ ) அப்பொருளின் பெறும் முடிவு வேகத்துக்கும் ( $V$ ) இடையிலான தொடர்பைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் எடுத்துக் காட்டினார்.

$$F = 6\pi\eta av$$

இங்கு  $\eta$  என்பது திரவத்தின் பீகக்குமைக் குணகமும்  $a$  என்பது கோள வடிவப் பொருளின் ஆரையும்,  $v$  என்பது அதன் முடிவு வேகமும் ஆகும்.

இது ஸ்ரோக்கின் விதி (Stokes' law) எனப்படுகின்றது.

ஸ்ரோக்கின் விதியானது பரிமாண ரீதியில் சரியானது என காட்டுதல்

$$F = 6\pi\eta av$$

இடது புறத்தே  $F$  இனது பரிமாணங்கள் =  $MLT^{-2}$

$$\begin{aligned} \eta \text{ இனது பரிமாணங்கள்} &= ML^{-1}T^{-1} \\ a \text{ இனது பரிமாணங்கள்} &= L \\ v \text{ இனது பரிமாணங்கள்} &= LT^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{வலது புறத்தே } 6 \pi \eta a v \text{ இனது பரிமாணங்கள்} &= ML^{-1}T^{-1} \times L \times LT^{-1} \\ &= MLT^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{இடது புறப்பரிமாணங்கள்} = \text{வலது புறப் பரிமாணங்கள்}$$

∴ ஸ்ரோக்ஸின் விதி பரிமாணங்களைப் பொறுத்தமட்டில் சரியானது

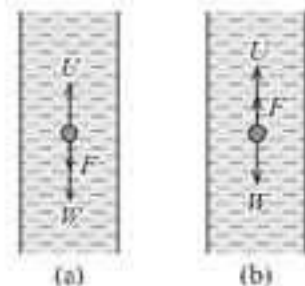
பாத்திரமொன்றினுள் விடுவிக்கப்பட்ட பொருளொன்றுக்கு ஸ்ரோக்ஸின் விதியைப் பிரயோகிக்கப்படுவதற்குப், பின்வரும் நிபந்தனைகள் திருப்தி செய்யப்படல் வேண்டும்.

1. பாய்மம் ஓய்வில் இருத்தல் வேண்டும்.
2. பாய்மம் முடிவற்றதாக இருத்தல் வேண்டும். (பொருளுக்குச் சார்பாக பாய்மம் பாரிய கனவளவில் பரம்பியிருத்தல் வேண்டும்)
3. கோளத்தின் ஆரை  $a$  உம் பாத்திரத்தின் ஆரை  $R$  உம் ஆயின்  $R > a$  ஆதல் வேண்டும்.
4. கோளம் ஓய்விலிருந்து விடுவிக்கப்படுதல் வேண்டும்.
5. கோளத்தைப் பாத்திரத்தின் அச்சின் வழியே விடுவித்தல் வேண்டும்.
6. முடிவு வேகத்தை அளப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் பிரதேசம் பாத்திரத்தின் அடியிலிருந்து சேய்மையில் இருத்தல் வேண்டும்.

### 2.6.2 பிசுக்குமைத் திரவமொன்றின் ஊடாக அசையும் சிறிய கோள வடிவப் பொருளொன்றின் முடிவு வேகத்துக்கான ஒரு கோவையைப் பெறுதல்

பிசுக்குமைத் திரவமொன்றினுள்ளே கோளவடிவ முள்ள இலேசான ஒரு பொருளை (உதாரணமாக மெழுகு உருண்டை) இட்டால், அக்கோளம் ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் அடர்த்தி  $\rho_1$  உம் திரவத்தின் அடர்த்தி  $\sigma$  இலும் சிறியதாகையால் ( $\rho_1 < \sigma$ ) கோளம் மேல்நோக்கிச் செல்லும் [உரு 2.11 (a)].

திரவத்தினுள் சிறிய கோளவடிவ, பாரமான ஒரு பொருளை (உதாரணம்: சைக்கிள்பொதிகைக்குண்டு) இட்டால் கோளம் ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் அடர்த்தி  $\rho_2$  ஆனது திரவத்தின் அடர்த்தி  $\sigma$  இலும் பெரியதாகையால் ( $\rho_2 > \sigma$ ) கோளம் கீழ்நோக்கிச் செல்லும் [உரு 2.11 (b)].



உரு 2.11

க.பொ.த. (உயர்தர பொதுப்பரீட்சை)

அக்டோபர் 10 அப்பொருளின் பொறிமுறை இயல்புகள்

கோளத்தின் நிறை  $W$  உம், கோளத்தின் மீது மேலுதையு  $U$  உம் பிசுக்குமை விசை  $F$  உம் ஆகும் எனக் கருதுவோம்.

(a) மேல்நோக்கி அசையும் கோளத்துக்காக  $W = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_1 g$

$$U = \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g$$

கோளத்தின் ஆரை  $a$  உம் திரவத்தின் பிசுக்குமைக் குணகம்  $\eta$  உம் கோளத்தின் முடிவு வேகம்  $v_1$  உம் ஆயின்,

$$F = 6\pi\eta a v_1$$

$$U = F + W$$

$$F = U - W$$

$$6\pi\eta a v_1 = \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g - \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_1 g$$

$$= \frac{4}{3} \pi a^3 (\sigma - \rho_1) g$$

$$v_1 = \frac{2}{9} \frac{a^2}{\eta} (\sigma - \rho_1) g$$

(b) கீழ்நோக்கி அசையும் கோளத்துக்காக  $W = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_2 g$

$$U = \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g$$

கோளத்தின் ஆரை  $a$  உம் திரவத்தின் பிசுக்குமைக் குணகம்  $\eta$  உம் கோளத்தின் முடிவு வேகம்  $v_2$  உம் ஆயின்,

$$F = 6\pi\eta a v_2$$

$$U + F = W$$

$$F = W - U$$

$$6\pi\eta a v_2 = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho_2 g - \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g$$

$$= \frac{4}{3} \pi a^3 (\rho_2 - \sigma) g$$

$$v_2 = \frac{2}{9} \frac{a^2}{\eta} (\rho_2 - \sigma) g$$

**தீர்ந்த உதாரணங்கள்**

எண்ணெய்யின் ஊடாகச் சீரான கதியின் கீழ் நோக்கி விழும் 8.0 mm விட்டமுள்ள, போதிகைக் குண்டொன்றின் வீழ்வு நேரம் அளக்கப்பட்டது. அது 0.2 m நிலைக்குத்துத் தூரத்துக்கூடாக விழும் 0.56 s நேரத்தை எடுக்கின்றது. உருக்கின் அடர்த்தி =  $7800 \text{ kg m}^{-3}$  உம் எண்ணெய்யின் அடர்த்தி =  $900 \text{ kg m}^{-3}$  உம் புவிவீர்ப்பு ஆற்றலாக  $10 \text{ m s}^{-2}$  உம் ஆகும் எனக் கருதி,

- (a) போதிகைக் குண்டின் நிறை
- (b) போதிகைக் குண்டின் மீது மேலுதைப்பு
- (c) எண்ணெய்யின் பிசுக்குமை

ஆகியவற்றைக் கணிக்க.

( $\pi = 3.14$  எனக் கருதுக.)

**தீர்வு**

(a) போதிகைக் குண்டின் நிறை  $W = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho g$

இங்கு  $a$  என்பது குண்டின் ஆரையும்  $\rho$  என்பது உருக்கின் அடர்த்தியும் ஆகும்.

$$\begin{aligned} &= \frac{4}{3} \times 3.14 \times [(4 \times 10^{-3})^3 \text{ m}^3] \times (7800 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2}) \\ &= \frac{4}{3} \times 3.14 \times 64 \times 78 \times 10^{-6} \text{ N} \\ &= \underline{0.02 \text{ N}} \end{aligned}$$

(b) போதிகைக் குண்டின் மீது மேலுதைப்பு  $U = \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g$

இங்கு  $\sigma$  என்பது எண்ணெய்யின் அடர்த்தி ஆகும்.

$$\begin{aligned} &= \frac{4}{3} \times 3.14 \times [(4 \times 10^{-3})^3 \text{ m}^3] \times (900 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2}) \\ &= \frac{4}{3} \times 3.14 \times 64 \times 9 \times 10^{-6} \text{ N} \\ &= \underline{2.41 \times 10^{-3} \text{ N}} \end{aligned}$$

(c) போதிகைக்குண்டின் மீது பிசுக்குமை விசை  $F = 6 \pi \eta a v$

இங்கு  $\eta$  என்பது எண்ணெய்யின் பிசுக்குமைக் குணகமாகும்.  $v$  என்பது குண்டின் முடிவு வேகம் ஆகும்.

$$\begin{aligned} F &= 6 \times 3.14 \times \eta \times 4 \times 10^{-3} \times \frac{0.20}{0.56} \\ &= 2.691 \eta \times 10^{-2} \end{aligned}$$



குண்டு சீரான வேகத்தை அடைந்திருப்பதால்,

$$\begin{aligned} F &= W - U \\ 2.691 \eta \times 10^{-2} &= 0.02 - 2.41 \times 10^{-3} \\ \eta &= \frac{0.01759}{2.691 \times 10^{-2}} \\ &= \underline{0.65} \end{aligned}$$

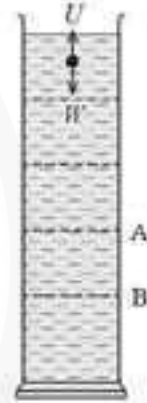
எண்ணெயின் பிசுக்குமை  $0.65 \text{ N s m}^{-2}$  ஆகும்.

## 2.7 வெவ்வேறு திரவங்களின் பிசுக்குமைக் குணகங்களை ஒப்பிடும் முறைகள்

### 2.7.1 ஸ்ரோக்ஸின் விதியைப் பயன்படுத்தி ஒப்பிடல்

இதற்காகப் பின்வரும் உதாரணத்தைக் கருதுவோம்.

உருவில் (2.21 இல்) காட்டியுள்ளவாறாக உயரமான பாத்திரமொன்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள பிசுக்குமைத் திரவத்தின் ஊடாக, சிறிய கோளத்தினை விழச்செய்து பாத்திரத்தின் மத்திக்கு அணித்தாக A, B மட்டங்களிரண்டுக்கும் இடையிலான வீச்சுக்கு இடையே அது விழுவதற்குச் செலவாகும் நேரத்தை அளப்போம். அதன் மூலம் அவ்வீச்சினுள் பந்து முடிவு வேகத்தில் விழத்ததாகக் கருதி, அவ்வேகம்  $v_1$  இணைக் கணிப்போம். கோளத்தின் அடர்த்தி  $\rho$  உம், திரவத்தின் அடர்த்தி  $\sigma_1$  உம், பிசுக்குமை  $\eta_1$  உம் ஆயின், மேலே பெற்ற கோவையின் படி,



உரு 2.12

$$v_1 = \frac{2}{9} \frac{\sigma^2}{\eta_1} (\rho - \sigma_1) g \quad \text{----- (1)}$$

தற்போது வேறொர் பிசுக்குமை திரவத்தை பாத்திரத்தில் நிரப்பி கோளத்தை விழச்செய்து, மேற்கூறியபடி செயற்பாட்டை மீண்டும்செய்து அத்திரவத்தின் ஊடாகவும் முடிவு வேகம்  $v_2$  ஐக் காண்போம். அத்திரவத்தின் அடர்த்தி  $\sigma_2$  உம், பிசுக்குமை  $\eta_2$  உம் ஆயின்,

$$v_2 = \frac{2}{9} \frac{\sigma^2}{\eta_2} (\rho - \sigma_2) g \quad \text{----- (2)}$$

(1)  $\div$  (2);

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho - \sigma_1)}{(\rho - \sigma_2)} \cdot \frac{v_2}{v_1}$$

இவ்வாறான இரண்டு திரவங்களினதும் பிகக்குமையை ஒப்பிடலாம் அல்லது ஒரு திரவத்தின் பிகக்குமைக் குணகம், அழியப்பட்டுள்ளதாயின் மற்றையதன் பிகக்குமைக் குணகத்தைக் கண்டறியலாம்.

### 2.7.2 புவாசேய் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி ஒப்பிடல்

ஏற்கனவே செய்யப்பட்ட புவசேயின் செயன்முறையிற்போன்று, மயிர்த்துளைக் குழாயை நன்கு சுத்திகரித்து உலர்த்தி, கிடையாக இருக்குமாறு தாங்கியில் பொருத்துக. மாறா அழுக்க நிரலைக்கொண்ட தொட்டியின் துணையுடன் ஒரு திரவத்தைக் குழாயின் ஊடாகச் சீராகப் பாய்ச்செய்து அளக்கப்பட்ட V திரவக் கனவளவொன்று பாய்வதற்குச் செலவாகும் நேரம்  $t_1$  இனை அளந்து கொள்க, குழாயிலிருந்து அழுக்கநிரலின் உயரம் h இனைக் குறித்துக் கொள்க.

திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho_1$  உம் பிகக்குமைக் குணகம்  $\eta_1$  உம் குழாயின் ஆரை a உம், அதன் நீளம் l உம் ஆயின்,

$$\text{புவாசேய் சமன்பாட்டின் (1) } \frac{v}{t_1} = \frac{\pi a^4 (h \rho_1 g)}{8 \eta_1 l} \text{ ----- (1)}$$

மயிர்த்துளைக் குழாயை அப்பறப்படுத்தி முன்னர் போன்றே சுத்திகரித்து உலர்த்தி, கிடையாகத் தாங்கியொன்றில் பொருத்திக்கொள்க. மாறா அழுக்கநிரலைக் கொண்ட தொட்டியையும் சுத்திகரித்து மற்றைய திரவத்தைக் குழாயின் ஊடாகச் சீராகப் பாய்ச்செய்து, அழுக்கநிரல் h ஆகுமாறு அமைத்து, V திரவக் கனவளவு பாய்வதற்குச் செலவாகும் நேரம்  $t_2$  இனை அளந்துகொள்க.

திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho_2$  உம் பிகக்குமைக் குணகம்  $\eta_2$  உம் ஆயின்,

$$\text{புவாசேய் சமன்பாட்டின்படி } \frac{v}{t_2} = \frac{\pi a^4 (h \rho_2 g)}{8 \eta_2 l} \text{ ----- (2)}$$

$$\begin{aligned} \frac{(1)}{(2)} &\rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{\eta_1 \rho_2}{\eta_2 \rho_1} \\ &\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \rho_2}{t_2 \rho_1} \end{aligned}$$

### 2.8 பிகக்குமையின் பயன்பாடுகள்

வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் கூடவே திரவங்களின் பிகக்குமை விரைவாகக் குறைவன யும், பாணி போன்ற கெட்டியான திரவங்களை வெப்பமேற்றுவதால் அவற்றை இலகுவாக ஊற்றலாம்.

பொறிகளில் அசையும் உலோகப் பகுதிகளுக்கு இடையே உராய்வைக் குறைப்பதற்காகப் பிகக்குமைத் திரவங்கள் பயன்படுத்தப்படும். அவை மசகெண்ணெய் எனப்படும். பொறிகளில் பயன்படுத்துவதற்காக மசகெண்ணெய் பொருத்தமானதா எனத் தீர்மானிக்கும் ஒரு காரணி பிகக்குமை ஆகும்.

வெவ்வேறு பீகக்குமை கொண்ட எண்ணெய் வகைகளின் நீயமப் பெயரிட்டுக்காக ஓட்டுமோட்டில் பொறியியல் சங்கத்தினால் (Society of Automotive Engineers - SAE) பீகக்குமை வீச்சுகளுக்காக வெவ்வேறு SAE எண் குறிப்பீட்டு முறையொன்று அறிமுகஞ்செய்யப்பட்டுள்ளது. SAE எண் குறிப்பீட்டு அதிகரிக்கும் போது பீகக்குமை அதிகரிக்கும்.

## பயிற்சி

- (1) அடர்த்தியற்ற எண்பதால் கருதப்படுவது யாது என விளக்கி, பீகக்குமைக் குணகத்தை வரையறுக்குக.

கிடையான மேற்பரப்பியொன்றின் மீது  $0.1 \text{ m}^2$  பரப்பளவுள்ள கிடையான தகடொன்று, அவை  $1.5 \text{ N s m}^{-2}$  பீகக்குமைக் குணகத்தைக் கொண்ட  $10^{-3}$  தடிப்பான எண்ணெய்ப் படையொன்றினால் வேறாகிக் காணப்படுமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. தகட்டினை அம்மேற்பரப்பின் மீது  $1 \text{ mm s}^{-1}$  கதியில் வழக்கிச் செல்லச் செய்வதற்காக அந்தகட்டின் மீது பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையைக் கணிக்க.

- (2) மேற்பக்கம் திறந்த நிலையில் உள்ள வெறும் பாத்திரமொன்றினுள் ஒரு பக்கக் கவரில், அடிக்கு மேலாகவும் அதற்கு அண்மையிலும்,  $20 \text{ cm}$  நீளமான, உள் ஆரை  $1.0 \text{ mm}$  கொண்ட மயிர்த்துளைக் குழாயொன்று பாத்திரத்தின் வெளியே துருத்தியிருக்குமாறு அதற்குக் கிடையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.  $1.6 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$  மாறாக வீதத்தில் பாத்திரத்தினுள் நீர்பாய்ச் செய்யப்பட்டால், எவ்வளவு ஆழத்தில் நீர்மட்டம் உயருவது நிற்கும்.

(பாய்ச்சல் சீரானது எனக் கருதுக. நீரின் பீகக்குமைக்குணகம்  $1.0 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$  உம், நீரின் அடர்த்தி  $1.0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  உம் ஈர்வை ஆர்முடுகல்  $10 \text{ m s}^{-2}$  உம் ஆகும் எனக் கருதுக.

- (3) பீகக்குமைத் திரவமொன்று மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றின் ஊடாக அடாகப் (அருவிக்கோடாகப்) பாயும்போது, புலாசேய் சமன்பாடானது பரிமாணங்களைப் பொறுத்தமட்டில் சரியானது எனக் காட்டுக. மேற்படி சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி நீரின் பீகக்குமையைத் துணிவதற்காக நீங்கள் பயன்படுத்தும் பரிசோதனையொன்றினது அமைப்பின் பெயரிடப்பட்ட விளக்கப்படமொன்றை வரைக.

பீகக்குமைத் திரவமொன்று  $4 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}$  அழுக்கப் படித்திறனின்கீழ்  $4 \times 10^{-4} \text{ m}$  ஆரையுள்ள மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றின் ஊடாக அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலில் பாய்கின்றது.  $20$  நிமிடங்களில் மயிர்த்துளைக் குழாயின் ஊடாக  $60 \text{ cm}^3$  திரவம் பாய்கின்றதெனின், திரவத்தின் பீகக்குமைக் குணகத்தைக் கணிக்க.

- (4) துவாரத்தின் ஆரை  $r$ , நீளம்  $l$  கொண்ட மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றின் இரண்டு அந்தங்களுக்குக் குறுக்காக  $p$  அழுக்க வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்பட்டபோது அதற்குக் குறுக்காக  $V$  திரவக் கனவளவு  $t$  காலத்துள் பாய்கின்றதெனின்,

$$\text{புலாசேய் சமன்பாடு } \frac{V}{t} = \frac{\pi p r^4}{8 \eta l} \text{ சமன்பாட்டினால் கூறலாம்}$$

மேற்படி சமன்பாடு பரிமாணங்களைப் பொறுத்தமட்டில் சரியானது எனக் காட்டுக.

அந்தத்தூள் அந்தம் தொடுக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு பகுதிகளினாலான கிடைக் குழாயொன்றின் ஊடாக நீர் சீராகப் பாய்கிறது. குழாயின் ஒரு பகுதியின் நீளம் 21 cm உம் விட்டம் 0.225 cm உம் ஆவதோடு, மற்றைய பகுதியின் நீளம் 7.0 cm உம் விட்டம் 0.075 cm உம் ஆகும். குழாயின் இரண்டு அந்தங்களுக்கும் குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசம் 14 cm நீர் ஆகும். குழாயின் ஒவ்வொரு அந்தப்பகுதிகளுக்கிடையிலான அழுக்க வித்தியாசத்தைக் காண்க.

(5) ஓய்வில் உள்ள கிடையான தகடொன்றின் மீது பிகக்குமைத் திரவமொன்றின் அடர்ப்பாய்ச்சல் பேணிவரப்படுகின்றது. திரவத்தின் மேற்படை மாறா  $V$  வேகத்தில் அசைவதோடு ஓய்வில் உள்ள கீழ்ப்படை  $d$  ஆழத்தில் காணப்படுகின்றது.

i. திரவத்தின் பிகக்குமைக் குணகம்  $\eta$  எனின், திரவத்தின் மேற்படையில்  $A$  மேற்பரப்புப் பரப்பளவின் மீது பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை  $F$  இற்கான ஒரு கோவையை எழுதிக் காட்டுக.

ii. இப்படைகளுக்கிடையில் உள்ள வேகங்களின் வேறுபாட்டை அம்புக்குறிகளைப் பயன்படுத்தி விளக்கப்படமொன்றில் காட்டுக.

iii. ஒருவர் 0.5 kg திணிவுள்ள ஒரு குற்றியை கிடையான நிலத்தின் மீது தள்ளுகின்றனர். குற்றியின் மீது 0.25 N கிடை விசையைப் பிரயோகிக்கும்போது அது மாறா  $0.01 \text{ m s}^{-1}$  வேகத்தைப் பெறுகின்றது. மெல்லிய எண்ணெய்ப் படைமொன்றை கிடை நிலத்தில் இருவதால் குற்றியை அதே  $0.01 \text{ m s}^{-1}$  வேகத்தில் தள்ளுவதற்காகப் பிரயோகிக்க வேண்டிய கிடை விசை 0.05 N ஆக குறைவடைந்தது. குற்றியின் தொடுமேற்பரப்பின் பரப்பளவு  $1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  ஆவதோடு, எண்ணெய்ப் படையின் தடிப்பு 1 mm ஆகும்.

(a) எண்ணெய்ப்பின் பிகக்குமைக் குணகத்தைக் கணிக்கുക.

(b) எண்ணெய்ப்படையை இட்ட பின்னர் நிலத்திற்கும் குற்றிக்கும் இடையே பவித வழக்கு உராய்வுக் குணகத்தைக் காண்க.

(c) எண்ணெய்ப்படை இட்டமையால், ஒரு செக்கனில் மீதப்படுத்தக்கூடிய சக்தியின் அளவு எவ்வளவு?

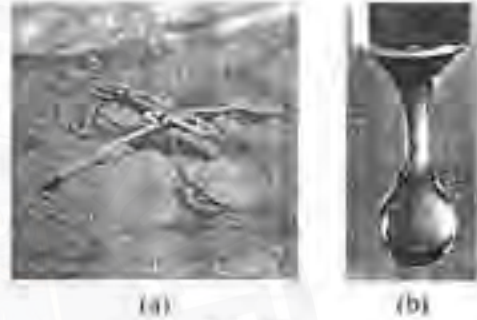
(6)  $20^\circ \text{C}$  வெப்பநிலையில் உள்ள ஆமணக்கெண்ணெய்பின் அடர்த்தி  $940 \text{ kg m}^{-3}$  உம், பிகக்குமைக் குணகம்  $2.42 \text{ N s m}^{-2}$  உம் ஆகும். உருக்கின் அடர்த்தி  $7800 \text{ kg m}^{-3}$  எனக் கருதி, 2 mm ஆரை கொண்ட உருக்குக் கோளமொன்று ஈர்வையின் கீழ் திரவத்தின் ஊடாக, கீழ் நோக்கி விழும் முடிவு வேகத்தைக் கணிக்கുക.

- (7) பீசக்குமைக் குணகம்  $\eta$  கொண்ட, பாரிய கனவளவுள்ள பாய்மம் ஒன்றின் ஊடாக  $V$  வேகத்தில் கீழ் நோக்கி விழும்  $a$  ஆரைகொண்ட கோளமொன்றின் மீது தொழிற்படும்  $F$  விசைக்கான ஸ்ரோக்சின் விதி  $F = 6\pi\eta av$  சமன்பாட்டினால் தரப்படும், (a) இச்சமன்பாடு பரிமாணங்களை பொறுத்தமட்டில் சரியானது என்பதை எடுத்துக்காட்டி அது தாழ் கதிகளுக்கு மாத்திரம் உண்மையாவதேன் எனத்தருக. (b) பாய்மமொன்றினுள் சுயாதீனமாக விடுவிக்கப்பட்ட கோளமொன்று முடிவு வேகத்தை அடையும் வரையில் குறைந்து செல்லும் ஆர்முடுகலின் கீழ் கீழ்நோக்கி வீழ்வதேன் என விளக்குக. (c) பீசக்குமைக் குணகம்  $1.8 \times 10^{-3}$  Pa s கொண்ட, வளியின் ஊடாகக் கீழே வீழ்கின்ற  $3.0 \times 10^{-6}$  m ஆரை கொண்ட எண்ணெய்த் துளியொன்றின் முடிவு வேகத்தைக் கணிக்க. எண்ணெயின் அடர்த்தி  $8.0 \times 10^2$  kg m<sup>-3</sup> எனத் தரப்பட்டுள்ளதோடு வளியின் அடர்த்தி புறக்கணிக்கத்தக்கது எனக் கருதுக.
- (8) வளியின் ஊடாக நிலைக்குத்தாகக் கீழ் நோக்கி விழும் சம அளவுள்ள இரண்டு மழைத்துளிகள்,  $0.150$  m s<sup>-1</sup> முடிவு வேகத்தைப் பெறுகின்றது. இந்த இரண்டு மழைத்துளிகளும் சேர்வதால் சற்றுப்பெரிய மழைத்துளியொன்று தோன்றியதாயின், அதன் முடிவு வேகம் எவ்வளவு? ( மழை துளிக்கு ஸ்ரோக்சின் விதியைப் பிரயோகிக்க முடியும் எனக் கருதுக.)
- (9) பீசக்குமை ஊடகமொன்றின் ஊடாக நிலைக்குத்தாகக் கீழ் நோக்கி விழும் சிறிய கோளமொன்றின் மீது தொழிற்படும் விசைகளைக் கருதி, (a) அது இறுதியில் ஏன் முடிவு வேகத்தைப் பெறுகின்றது என்பதை விளக்குக. இவ்விசைகளால் அக்கோளத்தை ஏன் ஓய்வுக்குக் கொண்டுவர முடியாது என விளக்குக.  $2.5 \times 10^{-7}$  kg திணிவும் 1 cm வெளி ஆரையும் கொண்ட பொள்ளாள் அலூமினியம் பந்தொன்று உள்ளது. அது ஆழமான கிளிசரின் தொட்டியொன்றின் அடியில் வைத்து ஓய்விலிருந்து விடுவித்தபின் திரவத்தில் ஊடாக மேல்நோக்கிச் செல்கிறது. கிளிசரின் அடர்த்தியும் பீசக்குமைக் குணகமும் முறையே  $1.26 \times 10^3$  kg m<sup>-3</sup> உம்  $0.03$  kg m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> உம் ஆகும். பந்தின் வேகம் (i)  $0.1$  m s<sup>-1</sup> ஆகும்போது அதன் மீது தொழிற்படும் பீசக்குமை விசையையும் பந்தின் ஆர்முடுகலையும் காண்க. (ii) பந்தின் முடிவு வேகத்தைக் காண்க.

## பரப்பு இழுவை Surface Tension

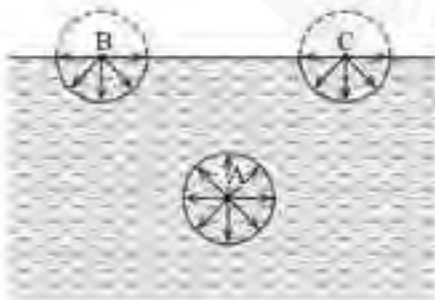
### 3.1 அறிமுகம்

சில பூச்சிகளால் நீர் மேற்பரப்பு மீது நடக்க முடியும் என்பதையும் [உரு : 3.1 (a)] நீர்த்துள்ளபொன்று அதில் அடங்கியுள்ள நீர்த்துணிக்கைகளைச், சிறிய கையான்றினுள் கங்கியிருக்கும்போது போன்று குழாய் வாயில் இருந்து கீழே விழ முன்வர் சிறிது நேரம் குழாய் வாயில் தொங்கியவாறு இருக்கும் [உரு : 3.1 (b)] என்பதும், உலர்வான உருகாத ஊசியொன்றினை, நீர் மேற்பரப்பு மீது வைத்திருக்க முடியும் என்பதும் இரண்டாவது கத்தமான கண்ணாடி மேற்பரப்பொன்றின் மீது பரம்பியுள்ளபோது, சிறிய தூளிகளாக காணப்படும் என்பதும் நாம் அறிந்து வைத்துள்ள சில நோற்றப்பாடுகளாகும். மேற்படி அவதானிப்புகளின் மூலம், திரவமொன்றின் மேற்பரப்பானது திரவத்தின் உள்ளடக்கப்படும், சர்க்கப்பட்ட மீள்தன்மையுள்ள ஒரு படலம் போன்று செயற்படுகின்றமை தெளிவாகின்றது.



உரு 3.1

### 3.2 மூலக்கூற்றுக் கொள்கை மூலம் பரப்பு இழுவையை விளக்குதல்



உரு 3.2

திரவ மேற்பரப்பின் இழுவையை மூலக்கூற்று இடைக்கவர்ச்சி மூலம் விளக்கலாம். திரவத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகள் அவற்றின் அருகே உள்ள மூலக்கூறுகளால் கவரப்படும். மூலக்கூறொன்றினைக் கவரும் மூலக்கூறுகள் அடங்குமாறு மூலக்கூற்றை மையமாகக் கொண்ட கோளமொன்றினை உருவாக்கலாம். அக்கோளம் மூலக்கூற்று கவர்ச்சி செல்வாக்கு செலுத்தும் கோளம் என்படுகின்றது.

திரவத்தினுள் அமைந்துள்ள மூலக்கூறு A (உரு : 3.2) இனது மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சிக் கோளம் திரவத்தினுள்ளேயே முழுமையாக அமைபும். கோளத்தில் அமைந்திருக்கின்ற மூலக்கூறு யு மற்றைய மூலக்கூறுகளாக எல்லா திசைகளிலும் கவரப்படும். எனவே மூலக்கூறு A தின் மீது விசையுள் விசை பூச்சியம் ஆகும் எனினும், மேற்பரப்பின் மீது அமைந்துள்ள B அல்லது C மூலக்கூறுகளைக் கருதும்போது அதன் மூலக்கூற்றுக்

கவர்ச்சிக் கோளத்தின் ஒரு பாதி திரவத்தினுள் அமைந்திருக்கும். மற்றைய பாதி வளியில் அமைந்திருக்கும். திரவத்தினுள் அமைந்துள்ள பாதியில் உள்ள திரவ மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையானது வளியினுள் அமைந்துள்ள பாதியில் உள்ள திரவ மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையானது வளியினுள் அமைந்துள்ள பாதியில் உள்ள திரவ ஆவியில் உள்ள மூலக்கூறுகளை விடவும் கூடுதலானதாகையால் B, C ஆகியவற்றின் மீது, திரவத்தில் கீழ்நோக்கிய நிலைக்குத்து விசையுள் விசையொன்று தொழிற்படுகின்றது. எனவே திரவ மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் திரவத்தினுள் செல்ல முயற்சிப்பதால் இது மேற்பரப்பின் வழியே இழுவை விசைகள் தோன்றக் காரணமாகும். திரவமேற்பரப்பானது சர்த்த படலம் போன்று தொழிற்படும். திரவ மேற்பரப்பின் மூலக்கூறுகள் உள்ளே செல்ல முயற்சிப்பதால் தரப்பட்ட சிறிய திரவக் கனவளவின் ஷடவம் கோளவடிவமாகின்றது. திரவத்துளியொன்றின் ஷடவம் கோள வடிவத்தைப் பெறுவதற்கான காரணம் இதன் மூலம் தெளிவாகின்றது.

### 3.3 பிணைவு (ஒருங்கிணைவு) விசையும் ஒட்டற்பண்பு விசையும்



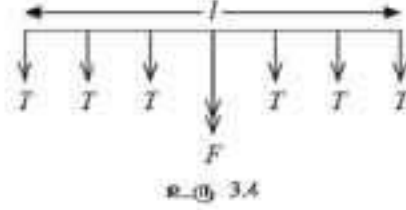
உரு 3.3

கத்தமான கண்ணாடி மேற்பரப்பொன்றின் மீது சொற்ப அளவு நீரை இட்டதும் அது கண்ணாடி மேற்பரப்பு மீது பரவிச் செல்லும் [உரு : 3.3 (a)]. கண்ணாடி மேற்பரப்பின் மீது சொற்ப அளவு இரசத்தை இட்டதும் அது துளிகளாக காணப்படுவதோடு கண்ணாடி மேற்பரப்பை நனைக்கமாட்டாது [உரு: 3.3 (b)]. நீரினதும் இரசத்தினதும் இந்த வேறுபட்ட நடத்தைக்கான காரணத்தைக் கண்டறிவோம்.

நிகர்த்த (Like) மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசைகள் பிணைவு (ஒருங்கிணைவு) விசைகள் (cohesive forces) எனவும் வெவ்வேறு இன மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசைகள் ஒட்டற்பண்பு விசைகள் (adhesive forces) எனவும் அழைக்கப்படும். நீர் மூலக்கூறொன்றுக்கும் கண்ணாடி மூலக்கூறொன்றுக்கும் இடையில் உள்ள ஒட்டற்பண்பு விசையானது, இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான பிணைவு விசையிலும் கூடுதலானது. எனவே, நீரானது கண்ணாடி மேற்பரப்பை நனைக்கிறது எனப்படுகின்றது. இரண்டு இரச மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான பிணைவு விசையானது, இரச மூலக்கூறொன்றுக்கும் கண்ணாடி மூலக்கூறொன்றுக்கும் இடையிலான ஒட்டற்பண்பு விசையிலும் கூடுதலானது. எனவே இரசம் துளிகள் போன்று காணப்படும்.

### 3.4 பரப்பு இழுவை - வரையறுத்தல்

மேற்பரப்பில் வரையப்பட்ட கற்பனையான கோடொன்றின் அலகு நீளத்தின் மீது அதற்குச் சொகுத்தாக அதன் ஒரு பக்கத்தின் மீது, மேற்பரப்பின் வழியே தொழிற்படும் விசையே பரப்பு இழுவையாகும் என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.



உரு 3.4

கற்பனையான  $l$  நீளமுள்ள கோட்டின் மீது அதற்குச் செங்குத்தாக, ஒரு திசையில் காணப்படும் மொத்த விசை  $F$  ஆயின்,

பரப்பு இழுவிசை  $T = \frac{F}{l}$  ஆகும்.

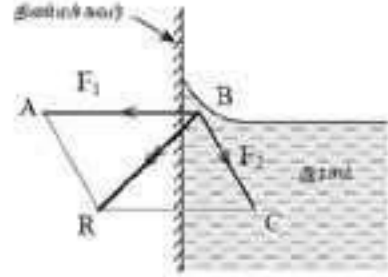
பரப்பு இழுவிசையின் அலகுகள் =  $\frac{N}{m} = N m^{-1}$

பரப்பு இழுவிசையின் பரிமாணங்கள் =  $\frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$



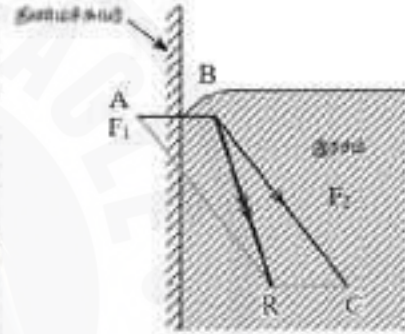
### 3.5 திரவ மேற்பரப்புக்களின் வடிவமும் தொடுகைக் கோணமும்

திரவ மேற்பரப்பில் வடிவமானது அதன் மீது தொழிற்படும் வலையுள் விசைக்குச் செங்குத்தானதாக அமைதல் வேண்டும். இல்லையேல் அவ்விசையின் கூறொன்று திரவ மேற்பரப்புக்கும் சமாந்தரமாகத் தொழிற்பட முடிவதோடு, அதன் மூலம் இயக்கத்தை ஏற்படுத்தும். பொதுவாகத் திரவ மேற்பரப்பு கிடையாது. அதாவது ஈர்வை விசைக்குச் செங்குத்தாகும். எனினும் அது திண்மமொன்றுடன் தொடுகையடைந்துள்ள போது பொதுவாக வளைவானதாகும்.



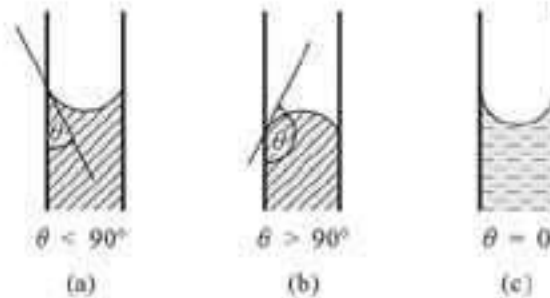
உரு 3.5

திரவ மேற்பரப்பின் வடிவமானது திரவ மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான பிணைவு (ஒருங்கிணைப்பு) விசைகளிலும், திரவ மூலக்கூறுகள் மற்றும் திண்ம மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையிலான ஒட்டற்பண்பு விசைகளிலும் தங்கியுள்ளது. உரு : 3.5 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, திண்மக் கவருக்கு அயலில் அமைந்த B இல் உள்ள திரவத்தின் மூலக்கூறுகளால் ஏற்படுத்தப்படும் பிணைவு விசைகள் காரணமாக, அதன் மீது  $F_1$  கவர்ச்சி விசை தொழிற்படும். அயலில் உள்ள திரவத்தின் மூலக்கூறுகளால் ஏற்படுத்தப்படும் பிணைவு விசைகள் காரணமாக, அதன் மீது  $F_2$  கவர்ச்சி விசை தொழிற்படும். ஒட்டற்பண்பு விசையானது பிணைவு விசையிலும் பெரியதாகும்போது B இல் தொழிற்படும் விளையுள் விசை  $F_R$  ஆனது உரு 3.5 இல் காட்டியுள்ளவாறு BR திசையில் தொழிற்படும். Bஇல் தோன்றும் திரவ மேற்பரப்பு  $F_R$  விசைக்கு செங்குத்தாக அமைதல் வேண்டுமானால் அது கீழ் நோக்கி வளைந்து அமையும்.



உரு 3.6

திரவத்தின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே பிணைவு விசையானது திரவ மூலக்கூறுகளுக்கும் திண்மத்தின் மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையிலான ஒட்டற்பண்பு விசையிலும் அதிகரிக்கும்போது  $F_R$  விளையுள் விசையானது உரு : 3.6 இல் காட்டியது போன்று அமையும். திரவ மேற்பரப்பு  $F_R$ இற்குச் செங்குத்தாக அமைதல் வேண்டுமானால் அது மேல் நோக்கி வளையும். இது இசைத்தக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையே நிகழும்.

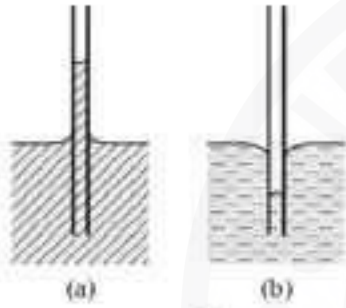


உரு 3.7

திண்ம மேற்பரப்புக்கும், தொடு புள்ளியில் திரவ மேற்பரப்புக்கு கீறப்பட்ட தொடலிக்கும் இடையே திரவத்திற்கு ஊடாக அளக்கப்படும் கோணம் தொடுகைக்கோணம் எனப்படும்.

உரு: 3.7 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ள திரவத்தினது, திண்மத்தின் தொடுகைக்கோணம் கூர்ங்கோணம் ( $\theta < 90^\circ$ ) ஆகும். உரு: 3.7 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ள திரவத்தின் தொடுகைக்கோணம் விரிகோணம் ( $\theta > 90^\circ$ ) ஆகும். உரு: 3.7 (c) இல் காட்டப்பட்டுள்ள நீரானது சுத்தமான கண்ணாடி மேற்பரப்பைச் சந்திக்கும் இடத்தில் நீர் மேற்பரப்பானது கண்ணாடி மேற்பரப்புக்குச் சமாந்தரமானது. எனவே தொடுகைக் கோணம் பூச்சியம் ( $\theta = 0^\circ$ ) ஆகும்.

### 3.5.1 மயிர்த்துளை ஏற்றமும் மயிர்த்துளை இறக்கமும்



உரு 3.8

தொடுகைக்கோணமானது கூர்ங்கோணமாக அமையும் திரவமொன்றினுள் சுத்தமான மெல்லிய கண்ணாடி மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றினைப் புகுத்தும்போது அக்கண்ணாடிக் குழாயின் ஊடாகத் திரவ நிரலொன்று திரவ மட்டத்திலும் உயர்வாகச் செல்லும். [உரு : 3.8 (a)]. இது மயிர்த்துளை ஏற்றம் எனப்படும். குழாய் மெல்லியதாகும்போது மயிர்த்துளை ஏற்றம் அதிகரிக்கும். இந்த விளைவு மயிர்த்துளைக் கவர்ச்சி எனப்படுகின்றது. தொடுகைக் கோணம் விரிகோணமான திரவமொன்றில் மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றினைப் புகுத்தும்போது குழாயினுள் திரவ மட்டம், வெளியே உள்ள திரவமட்டத்திலும் தாழ்வாக அமையும். இது மயிர்த்துளை இறக்கம் எனப்படும். [உரு : 3.8 (b)].

### 3.6 சவர்க்காரப் படலமொன்றின் மேற்பரப்புப் பரப்பளவைச் சமவெப்பமாக அதிகரிக்கும்போது செய்யப்படும் வேலை

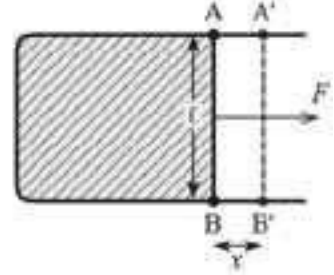
உரு : 3.9 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, மூன்று பக்கச் சதுரம் சட்டகமொன்றில் சவர்க்காரப் படலமொன்று ஆக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். இன்னொரு சதுரம் AB அதில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. AB யை இழை மூலம் வலப்பக்கமாக இழுப்பதன் மூலம் சவர்க்காரப் படலத்தின் பரப்பளவு அதிகரிக்கப்படுகிறது.

AB இனைச் சீரான வேகத்துடன் அசைப்பதற்காகப் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை F உம், AB சதுரத்தின் நீளம் l உம் சவர்க்காரப் படலக் கரைசலின் பரப்பு இழுவை T உம் ஆகும்.

$$F = T \times 2l = 2Tl$$

மேற்பரப்பின் இரண்டு பக்கங்களிலும் பரப்பிழுவை காணப்படுகின்றனவையினாலேயே  $2l$  என எடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கம்பி AB ஆனது  $x$  தூரம் அசைக்கப்பட்டதாயின், படலத்தின் பரப்பளவை சமவெப்பமாக அதிகரிக்கும்



உரு 39

$$\begin{aligned} \text{செய்யப்படும் வேலை} &= F \times x \\ &= 2Tl \times x \\ &= T \times 2lx \\ &= T \times \text{அதிகரித்த பரப்பளவு} \end{aligned}$$

படலத்தின் பரப்பளவை ஓர் அலகினால் அதிகரிக்கும்போது பரப்பு இழுவை விசைகளுக்கு எதிராகச் செயற்படும் வேலையானது கயாதீன மேற்பரப்பு சக்தி எனப்படும்.

கயாதீன மேற்பரப்புச் சக்தி  $E$  எனின், பரப்பளவை அதிகரிக்கும்போது சேமிக்கப்பட்ட மேலதிக சக்தி  $= 2Elx$

சக்தி இழப்பு நிகழவில்லையெனின்,

சேமிக்கப்பட்ட மேலதிகச்சக்தி = பிரத்தியேகமாக செய்யப்பட்ட வேலை

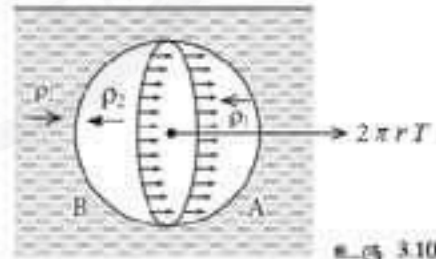
$$\therefore 2Elx = T \times 2lx$$

$$E = T$$

கயாதீன மேற்பரப்புச் சக்தி = பரப்பு இழுவை

### 3.7 கோளப் பிறையுருவொன்றுக்குக் குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசத்துக்கான கோவையொன்றினைப் பெறல்

திரவவொன்றினுள் உள்ள வளிக் குமிழி யொன்றில் அக்குமிழியின் ஒரு பாதியில் சமனிலையைக் கருதுவோம். குமிழியின் ஆரை  $r$  உம் திரவத்தின் பரப்பிழுவை  $T$  உம் குமிழியில் உள்ளே அழுக்கம்  $p_1$  உம் குமிழிக்கு வெளியே அழுக்கம்  $p_2$  உம் ஆகும் எனக் கருதுவோம்.



உரு 3.10

உரு 3.10ஐ கருதும்போது

$$\text{குமிழி B யின் பாதியின் மீது பரப்பிழுவையினால் ஏற்படுத்தப்படும் விசை} = 2\pi r T \rightarrow$$

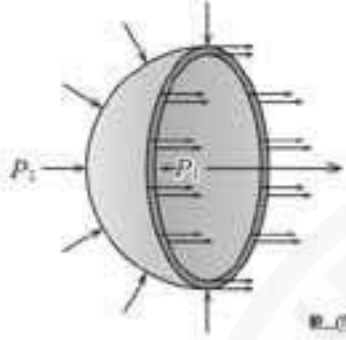
$$\text{குமிழி B யின் பாதியின் வளை மேற்பரப்பு மீது வெளி அழுக்கம் } p_2 \text{ மூலம் தொழிற்படும் விசை} = \pi r^2 p_2 \rightarrow$$

$$\text{குமிழி B யின் பாதியின் வளை மேற்பரப்பு மீது உள்ள அழுக்கம் } p_1 \text{ மூலம் தொழிற்படும் விசை} = \pi r^2 p_1 \leftarrow$$

குமிழி B யின் பாதியின் சமனிலையைக் கருதும்போது

$$\begin{aligned} \pi r^2 p_1 &= \pi r^2 p_2 + 2 \pi r T \\ (p_1 - p_2) \pi r^2 &= 2 \pi r T \\ p_1 - p_2 &= \frac{2T}{r} \end{aligned}$$

சவர்க்கார குமிழியில் மேலதிக அழுக்கம்



உரு 3.11

சவர்க்காரக் குமிழியொன்றினுள்ளே மேலதிக அழுக்கத்தைக் கண்டறிவோம். பாதிக் குமிழியின் சமனிலையைக் கருதுவோம். குமிழியின் ஆரை r உம் சவர்க்காரக் கரைசலின் பரப்பு இழுவை T உம் குமிழியினுள் அழுக்கம்  $p_1$  உம் குமிழிக்கு வெளியே உள்ள வளியின் அழுக்கம்  $p_2$  உம் ஆகும் எனக் கருதுவோம்.

குமிழியின் பாதி மீது பரப்பு இழுவைவினால் ஏற்படுத்தப்படும் விசை  $= 4 \pi r T \rightarrow$

குமிழியின் பாதியினது வளைமேற்பரப்பு மீது புறவாயு அழுக்கம்  $p_2$  இனால் தொழிற்படும் விசை  $= \pi r^2 p_2 \rightarrow$

குமிழியின் பாதியினது வளை மேற்பரப்பு மீது உள்ள அழுக்கம்  $p_1$  இனால் தொழிற்படும் விசை  $= \pi r^2 p_1 \leftarrow$

குமிழிக்கு வெளியே சமனிலையைக் கருதும்போது

$$\begin{aligned} \pi r^2 p_1 &= \pi r^2 p_2 + 4 \pi r T \\ (p_1 - p_2) \pi r^2 &= 4 \pi r T \\ p_1 - p_2 &= \frac{4T}{r} \end{aligned}$$

3.8 திரவத்தின் பரப்பிழுவை T, தொடுகைக் கோணம்  $\theta$  மற்றும் குழாயின் ஆரை r மூலம் மயிர்த்துளை ஏற்றத்துக்கான கோவையொன்றினைப் பெறல்

3.8.1 அழுக்க வித்தியாசத்தின் மூலம்

திரவப்பிறையுருவுக்கு மேலாக அமைந்துள்ள A புள்ளியின் அழுக்கம்  $p_A$  உம் திரவப் பிறையுருவுக்கு சற்று கீழாக அமைந்துள்ள B புள்ளியின் அழுக்கம்  $p_B$  உம் வெளித்திரமட்டத்திலேயே அமைந்த குழாயினுள்ளே C புள்ளியில் அழுக்கம்  $p_C$  உம் ஆகும் எனக் கருதுவோம்.

உபொத. (உபத்தர பெளதிகன்பல்)

அலகு : 10 உப்தொருளின் பெரிமுறை இயல்புகள்

திரவப்பிறையருவின் வளைவினாரை R உம் மயிர்த்துளைக் குழாயின் ஆரை r உம் திரவத்தின் பரப்பு இழுவை T உம் திரவத்தின் அடர்த்தி ρ உம் தொடுகைக் கோணம் θ உம் மயிர்த்துளை ஏற்றம் h உம் எனக் கருதுவோம். (உரு : 3.12)

$$p_A - p_B = \frac{2T}{R} \quad \text{----- (1)}$$

$$p_C = p_B + h \rho g \quad \text{----- (2)}$$

(2) ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து  $p_C - p_B = h \rho g$

எனினும்  $p_A = p_C$  ஆதலால்

$$\frac{2T}{R} = h \rho g$$

திரவப்பிறையருவின் வளைவின் ஆரை (R) இற்கும் குழாயின் ஆரை (r) இற்கும் இடையிலான தொடர்பு.

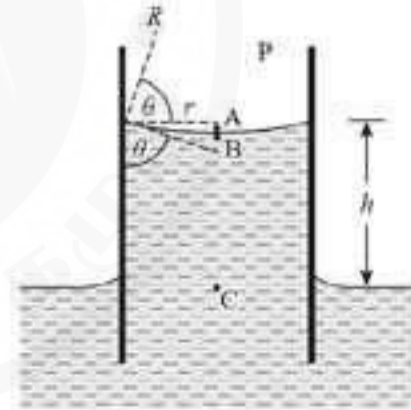
உரு : 3.12 இல் காட்டியுள்ளவாறாக  $\frac{r}{R} = \cos \theta$

$$\therefore R = \frac{r}{\cos \theta}$$

R இற்காக மேற்படி கோவையில் பிரதியிடு செய்வதால்,

$$\frac{2T}{r / \cos \theta} = h \rho g$$

$$\frac{2T \cos \theta}{r} = h \rho g$$



உரு 3.12

### 3.8.2 விசைச்சமனிலை மூலம்

பரப்பிழுவை மூலம் குழாயின் கவர்களின் வழியே பரிதியில் அலகு நீளத்தின் மீது தொழிற்படும் விசை  $T \cos \theta$  ஆகும். (உரு : 3.13). பரப்பு இழுவை மூலம் திரவ நிரலின் மீது மேல்நோக்கித் தொழிற்படும் விசை.

$$= 2 \pi r \times T \cos \theta$$

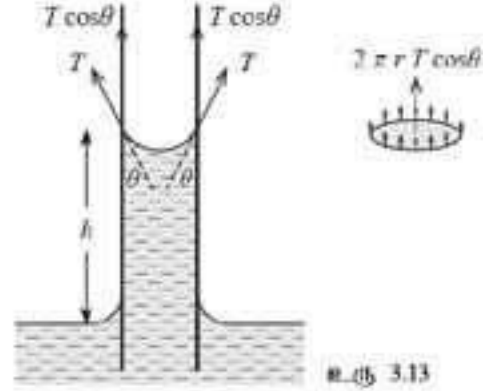
$$= 2 \pi r T \cos \theta$$

இவ்விசையினால்  $h$  உயர திரவ நீரல் தாங்கப்படும் திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho$  ஆயின், திரவ நீரலின் நிறை =  $\pi r^2 h \rho g$

விசைகளின் சமனிலைகளைக் கருதுவதால்,

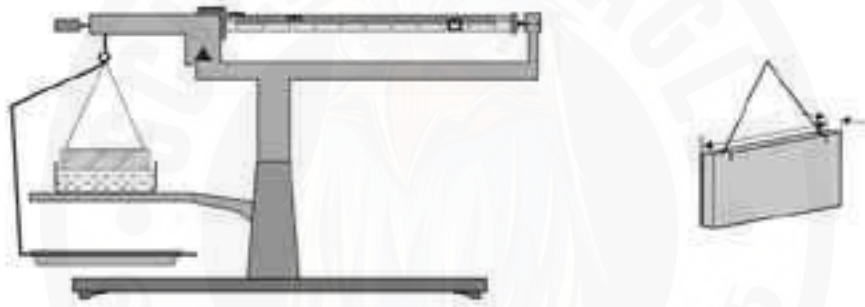
$$2 \pi r T \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

$$\frac{2 T \cos \theta}{r} = h \rho g$$



### 3.9 பரப்பு இழுவுையைத் துணியும் முறைகள்

#### 3.9.1 நுணுக்குக்காட்டி வழக்கி முறை



உரு 3.14

நுணுக்குக் காட்டி வழக்கியை முதலில் சவர்க்காரக் கரைசலினாலும் அடுத்ததாக ஐதான அமிலத்தினாலும் இறுதியாக நீரினாலும் நன்கு கழுவிக்க் கருதிக் கொள்க.

பின்னர், வழக்கியை, நான்கு துலாத் தராசில் தட்டு தொங்கவிடப்படும் கொளுக்கியால் தொங்கவிடுக. தராக சமனிலையடை யும் வரையில், துலாக்களின் மீது உள்ள கட்டிகளை செப்பஞ்செய்க. தராகடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள, பாத்திரம் வைப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் தாங்கு தட்டை, தராகத் தட்டுக்குச் சற்று மேலாக இருக்குமாறு செப்பம் செய்க.

தாங்கு தட்டு மீது நீர்ப்பாத்திரமொன்றினை வைத்து, வழக்கி நீர் மேற்பரப்புடன் மட்டுமட்டாக தொடுகையுறாமாறு செப்பஞ்செய்க. (உரு : 3.14). வழக்கியின் விளிம்பை பற்றி கீழ் நோக்கி நிலைக்குத்தாகத் தொழிற்படும் பரப்பு இழுவை விசைகள் காரணமாக வழக்கி மீது கீழ் நோக்கி விசையொன்று தொழிற்படும் எனவே தராசினது சமனிலை குலையும். தராக மீண்டும் சமனிலையாகும் வரையில் துலாக்களில் உள்ள கட்டிகளைச் செப்பஞ்செய்க.

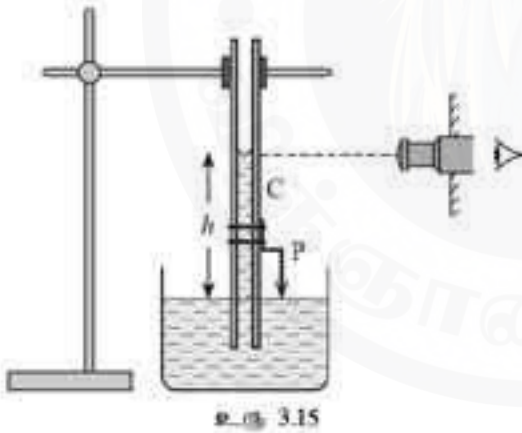
தராசினை சமனிலையாக்குவதற்காகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட மேலதிக நிறை  $m g$  உம், நுணுக்குக்காட்டி வழக்கியின் நீளம்  $a$  உம் அதன் தடிப்பு  $b$  உம், நீரின் பரப்பு இழுவை  $T$  உம் ஆயின்,

$$\begin{aligned} \text{கீழ்நோக்கிய பரப்பு இழுவை விசை} &= 2(a+b)T \\ \text{பரப்பு இழுவை விசையைச் சமனிலையாக்குவதற்குத்} \\ \text{தேவையான விசை} &= mg \\ 2(a+b)T &= mg \\ T &= \frac{mg}{2(a+b)} \end{aligned}$$

### 3.9.2 மயிர்த்துளை ஏற்ற முறை

மயிர்த்துளைக்குழாய் C இனை முதலில் சுவர்க்காரக் கரைசலினாலும் அடுத்ததாக ஐதான அமிலக்கரைசலினாலும் இறுதியாக நீரினாலும் நன்றாகக் கழுவிச் சுத்திகரித்துக் கொள்ளுங்கள்.

உரு : 3.15 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, மயிர்த்துளைக் குழாய் நிலைக்குத்தாக இருக்குமாறு தாங்கியொன்றில் நிறுத்தி, அதன் கீழ் அந்தத்தை முகவையொன்றில் உள்ள நீரின் புகுத்துக. செங்கோணத்தில் வளைக்கப்பட்ட குண்டுசி P யைக் குழாயின் இணைத்து P இனது சுர்முனையை முகவையில் உள்ள நீர்பாயை மட்டுமட்டாகத் தொடுமாறு செய்பஞ் செய்க.



உரு : 3.15 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, நகரும் நுணுக்குக்காட்டியை அமைத்து, நுணுக்குக் காட்டியை, நிலைக்குத்து அளவுத்திட்டத்தின் வழியே அசைத்து நீர்ப்பிரையுருவின் அடிப்பகுதி கிடையான குறுக்குக் கம்பியைத் தொடுமாறு குவித்து, வேணியர் அளவிடையின் வாசிப்பைப் பெறுக. பின்னர் முகவையை அப்புறப்படுத்தி குண்டுசி P யின் சுர்முனையை நுணுக்குக் காட்டியினால் குவியச் செய்து வேணியர் அளவிடையின் வாசிப்பைப் பெறுக. வேணியர் வாசிப்புக்களின் வித்தியாசத்தினால் மயிர்த்துளை ஏற்றம்  $h$  இன் பெறுமானம் கிடைக்கும்.

மயிர்த்துளைக்குழாயின் ஆரை  $r$  இனைத் துணிவதற்காக, அதில் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான இரண்டு விட்டங்களைத் துணிவதற்காக, நகரும் நுணுக்குக்காட்டியை, அவ்வாறான விட்டங்களிரண்டினதும் இரண்டு அந்தங்களிலும் குவியச் செய்து அளவிடையின் வாசிப்புச் சோடிகள் இரண்டினைப் பெறுக. இவ்வொவ்வொரு வாசிப்புச் சோடியினதும் வித்தியாசங்கள் மூலம் அவ்விட்டங்கள் இரண்டையும் கணித்து அவற்றின் இடைப்பெறுமானம் மூலம் ஆரையைக் கணிக்குக.

நீரின் பரப்பு இழுவை  $T$  உம் அடர்த்தி  $\rho$  உம் ஆயின்,

$$\frac{2 T \cos \theta}{r} = h \rho g$$

நீருக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையிலான தொடுகைக் கோணம்  $\theta = 0^\circ$  ஆதலால் ( $\cos 0^\circ = 1$ )

### தீர்த்த உதாரணம்

உள் ஆரை 12 mm உட்பு கவரின் தடிப்பு 0.4 mm உட்பு கொண்ட இரண்டு அந்தங்கனும் திறந்த நிலையில் உள்ள சீரான கண்ணாடிக் குழாயொன்று உயர்திரன் மிக்க விற்றராசொன்றில் நிலைக்குத்தாகத் தொங்குகின்றது. இனி, அவ்வாறு தொங்கும் குழாயின் கீழ் அந்தம் திரவ மேற்பரப்பொன்றில் மட்டுமட்டாகத் தொடுகையுறும் வரையில், திரவம் அடங்கியுள்ள முகவையொன்று மெதுவாகக் கொண்டுவரப்பட்டது. அப்போது தராசின் வாசிப்புக்கு யாது நிகழும்?

உங்களது விடையை விளக்குக. பின்னர், தராசினது ஆரம்ப அதே வாசிப்பு மீண்டும் காட்டப்படும் வரையில் திரவ முகவை உயர்த்தப்பட்டது. குழாய் அடிமும் ஆழம் 3.67 cm ஆகும். கண்ணாடியின் நீரின் தொடுகைக் கோணம் பூச்சியம் ஆகும் எனக் கருதி, திரவத்தின் பரப்பு இழுவையைக் கணிக்கുക.

(திரவத்தின் அடர்த்தி =  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ )

### தீர்வு

கீழ்க்காக்கித் தொழிற்படும் பரப்பு இழுவை விசைகள் காரணமாக தராசின் வாசிப்பு அதிகரிக்கும்.

குழாயினது அடியின் மீது தொழிற்படும் பரப்பு இழுவை விசை

$$\downarrow F_1 = 2 \pi r T + 2 \pi (r+d) T$$

இங்கு  $r$  என்பது குழாயின் ஆரையும்,  $d$  என்பது குழாயின் கவரின் தடிப்பும்,  $T$  என்பது திரவ மேற்பரப்பின் இழுவையையும் ஆகும்.

குழாயின் மீது தொழிற்படும் மேலுதையு

$$\begin{aligned} \uparrow F_2 &= \pi [(r+d)^2 - r^2] h \rho g \\ &= \pi (d^2 + 2rd) h \rho g \end{aligned}$$

இங்கு குழாயின் அடிநிந்துள்ள பகுதியின் உயரம்  $h$  உட்பு திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho$  உட்பு ஆகும்.

தராசினது வாசிப்பு ஆரம்ப வாசிப்புக்குச் சமமாகும்போது,

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ 2 \pi T (r+r+d) &= \pi d (d+2r) h \rho g \\ T &= \frac{d h \rho g}{2} \end{aligned}$$



$$= \frac{(0.4 \times 10^{-3} \text{ m}) \times (3.67 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (1000 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2})}{2}$$

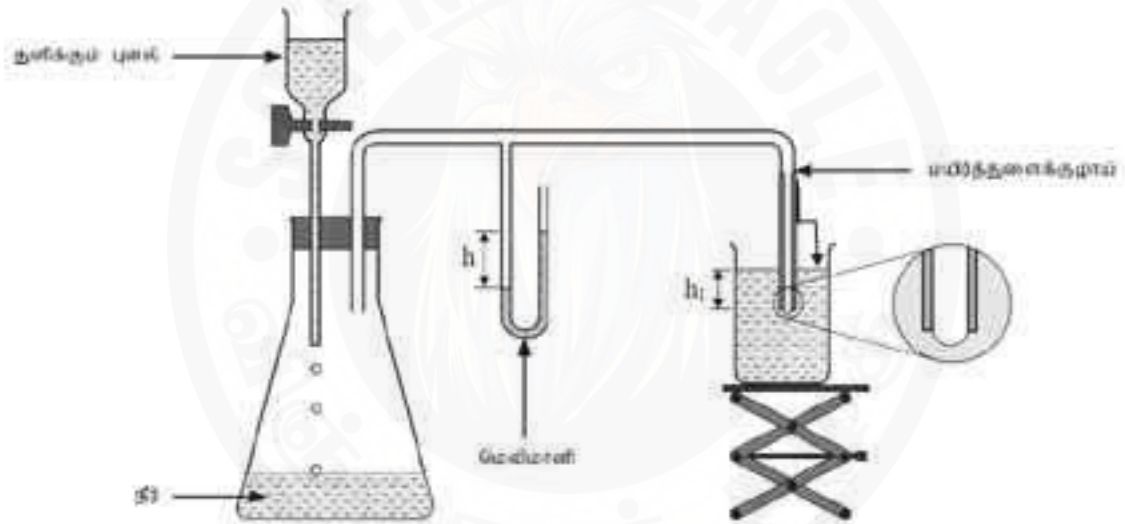
$$= 2 \times 3.67 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$$

பரப்பு இழுவை =  $7.34 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$

### 3.9.3 யேகரின் முறை

இம்முறையின்போது திரவமொன்றினுள் வாயுக்குமிழியொன்றினை வெளிவிடுவதற்குத் தேவையான மெலதிக அழுக்கத்தை அளப்பதன் மூலம் பரப்பிழுவை துளியப்படுகிறது.

துளிக்கும் புனலினால் (dropping funnel) குடுவையினுள் நீரை துளிதுளியாக விடுவதன் மூலம் உரு : 3.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரண அமைப்பினுள் அழுக்கம் பரப்படியாக அதிகரிக்கப்படுவதோடு, அழுக்க அதிகரிப்பு மெலிமானியில் காட்டப்படும்.



உரு 3.16

பரப்பிழுவை தீர்மானிக்கப்படவேண்டிய திரவத்தினுள் புகுத்தப்பட்டுள்ள மயிர்த்துளைக் குழாயின் அந்தத்தில் வாயுக்குமிழியொன்று பரப்படியாக வளர்ச்சியடைவதோடு, அழுக்க அதிகரிப்பு உச்சத்தை அடைந்ததும் குமிழியானது குழாயிலிருந்து விடுபட்டுச் செல்லும். அப்போது மெலிமானியின் திரவ மட்டங்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசம் வீழ்ச்சி அடையும். குமிழியின் ஆரை இரிவாக இருக்கும்போதே உச்ச அழுக்கம் உருவாகும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் குமிழியின் ஆரையானது மயிர்த்துளைக்குழாயின் ஆரைக்குச் சமமானது.

வளிமண்டல அழுக்கம்  $p$  உம் மெலிமானியின் திரவ மட்டங்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசத்தின் உச்சப் பெறுமானம்  $h$  உம் மெலிமானித்திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho$  உம் ஆயின்,

$$\text{குமிழியில் உள்ளே அழுக்கம்} = p + h\rho g.$$

க.பொ.த. (உயர்தர பொதுப்பரீட்சை)

அலை : 10 சட்பொருளின் பொறிமுறை இயல்புகள்

பரிசோதனைக்கு உட்படுத்தும் திரவத்தின் அடர்த்தி  $\rho_1$  உம் திரவத்தின் பரப்பு இழுவை  $T$  உம் திரவ மட்டத்திலிருந்து மயிர்த்துளைக் குழாயின் அந்தம் வரையிலான ஆழம்  $h_1$  உம் ஆயின்,

$$\begin{aligned} \text{குமிழிக்கு வெளியே திரவத்தினுள் அழுக்கம்} &= p + h_1 \rho_1 g \\ \text{குமிழியினுள் மேலதிக அழுக்கம்} &= (p + h \rho g) - (p + h_1 \rho_1 g) \\ &= h \rho g - h_1 \rho_1 g \end{aligned}$$

$$\text{ஆனால் மேலதிக அழுக்கம்} = \frac{2T}{r}$$

$$\frac{2T}{r} = (h \rho + h_1 \rho_1) g$$

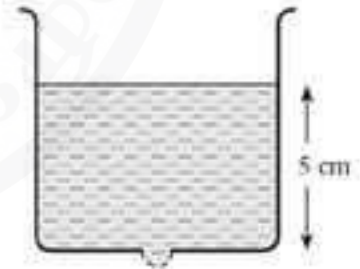
$$\therefore T = \frac{g r}{2} (h \rho + h_1 \rho_1)$$

இம்முறை மூலம் பரிசோதனைக்கு உட்படுத்தும் திரவத்தை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகள் வரை வெப்பமேற்றி, வெப்பநிலையுடன் பரப்பிழுவையின் மாறலைத் துணியலாம்.

### தீர்த்த உதாரணங்கள்

- (1) சமதளமான அடியைக் கொண்ட வாளியொன்றின் அடியில் 0.1 mm ஆரையுள்ள சிறிய வட்டவடிவத் துவாரமொன்று உள்ளது. அவ்வாளியில்  $800 \text{ kg m}^{-3}$  அடர்த்தியும்,  $0.03 \text{ N m}^{-1}$  பரப்பு இழுவையும் கொண்ட எண்ணெய் 5 cm ஆழத்தினுள்வது. துவாரத்தின் ஊடாக எண்ணெய் வெளியேறுவதில்லை எனக் காட்டுக.

இந்த வாளியை எண்ணெய்பேதும் இன்றி, நீரின் நிலைக்குத்தாக கீழிதோக்கி அழுத்தும்போது, எவ்வளவு ஆழத்தில் வாளியினுள் துவாரத்தின் ஊடாக நீர் பாயும்? நீரின் பரப்பு இழுவை  $0.075 \text{ N m}^{-1}$  உம் அடர்த்தி  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$  உம் ஆகும்.



### தீர்வு

திரவத்தின் உயரம் அதிகரிக்கும்போது துவாரத்தில் திரவத்துளியொன்றின் ஆரம்பத்தைக் காண முடியாது. அதன் ஆரை  $\leq$  துவாரத்தின் ஆரை ஆகும்போது மாத்திரமே துளி கழன்று செல்லும்.

துளியினுள் இருக்கக்கூடிய உச்ச  $= \frac{2T}{r_0}$ ; இங்கு  $r_0$  என்பது துவாரத்தின் மேலதிக அழுக்கம் ஆகும்.

$$\begin{aligned} &= \frac{(2 \times 0.03 \text{ N m}^{-1})}{(0.1 \times 10^{-3} \text{ m})} \\ &= 600 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

திரவத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் மேலதிக அழுக்கம்

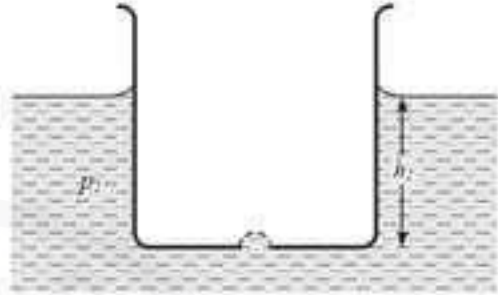
$$\begin{aligned}
 &= h_1 \rho_1 g \\
 &= (5 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (800 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2}) \\
 &= 400 \text{ N m}^{-2}
 \end{aligned}$$

$$\therefore h_1 \rho_1 g < \frac{2T}{r_0}$$

$\therefore$  திரவம் துவாரத்தின் ஊடாக வெளியே பாய மாட்டாது.

$$h_2, h_2 \rho_2 g = \frac{2T}{r_0}$$

நிபந்தனையைப் பூர்த்தி செய்கின்றதாயின், வானியினுள் நீர் பாயும்.



$$\begin{aligned}
 h_2 &= \frac{(2 \times 0.075 \text{ N m}^{-1})}{(10^3 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2}) \times (0.1 \times 10^{-3} \text{ m})} \\
 &= \underline{\underline{0.15 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

- (2)  $2 \times 10^{-4}$  ஆரையுள்ள மயிர்த்துளைக் குழாயொன்று, முகவையொன்றில் உள்ள ஒரு திரவத்தில் நிலைக்குத்தாய் அமிழ்த்தப்பட்டு, பிடியில் இறுக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் திரவ மட்டம்  $3.26 \times 10^{-2}$  m அளவினால் உயருகின்றமை அவதானிக்கப்பட்டது. பின்னர், மயிர்த்துளைக் குழாயினுள் உள்ள வளியின் அழுக்கம் அதிகரிக்கப்பட்டதோடு, அது மேலிமையொன்றினைப் (பாரமானியினால்) பயன்படுத்தி அளக்கப்பட்டது. இவ்வாறாக அழுக்கத்தை அதிகரிக்கும்போது குழாயின் கீழ் அந்தத்தில் வாயுக்குமிழியொன்று உருவாகியதோடு, அது உடைய அண்மீக்கும்போது மேலிமையின் திரவமட்டங்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசம்  $5.6 \times 10^{-2}$  m எனக் கண்டறியப்பட்டது. மயிர்த்துளைக்குழாயின் கீழ் அந்தம், முகவையினது திரவ மட்டத்திலிருந்து  $2.5 \times 10^{-2}$  m தூரத்தில் தாழ்வாக அமைந்ததாயின் முகவையில் உள்ள திரவத்தினதும் மேலிமையின் உள்ள திரவத்தினதும் அடர்த்திகள் முறையே  $800 \text{ kg m}^{-3}$  உம்  $1000 \text{ kg m}^{-3}$  உம் ஆயின், முகவையில் உள்ள திரவத்தின் பரப்பு இழுவுவையையும் அத்திரவத்திற்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையிலான தொடுகைக் கோணத்தையும் கணிக்கുക.

**தீர்வு**

T என்பது திரவத்தின் பரப்பு இழுவு எனவும்  $\theta$  என்பது கண்ணாடிக்கும் திரவத்துக்கும் இடையிலான தொடுகைக் கோணம் எனவும்  $\rho$  என்பது வளிமண்டல அழுக்கம் எனவும் கருதுவோம்.

குழாயின் மயிர்த்துளை ஏற்றத்துக்காக,

$$\begin{aligned} \frac{2 T \cos \theta}{r} &= h \rho g \\ \frac{2 T \cos \theta}{2 \times 10^{-4}} &= 3.26 \times 10^{-2} \times 800 \times 10 \\ \therefore T \cos \theta &= 26.08 \times 10^{-2} \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

கழன்று செல்ல அண்பிக்கும்போது குமிழியினால் அழுக்கம்

$$\begin{aligned} &= p + 5.6 \times 10^{-2} \times 1000 \times 10 \\ &= p + 5.6 \times 10^2 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

இச்சந்தர்ப்பத்தில் குமிழிக்கு வெளியே அழுக்கம் =  $p + 2.5 \times 10^{-2} \times 800 \times 10$

$$= p + 2 \times 10^2 \text{ N m}^{-2}$$

கழன்று செல்ல ஒரு கணத்துக்கு முன்னர்

$$\begin{aligned} \text{குமிழிகளுக்கு குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசம்} &= (5.6 - 2) \times 10^2 \text{ N m}^{-2} \\ &= 3.6 \times 10^2 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

குமிழி கழன்று செல்ல ஒரு கணத்துக்கு முன்னர் அதன் ஆரை மயிர்த்துளைக்குழாயின் ஆரைக்குச் சமமானது

$$\begin{aligned} \text{அழுக்க வித்தியாசம்} &= \frac{2 T}{r} \\ &= \frac{2 T}{2 \times 10^{-4} \text{ m}} \\ &= T \times 10^4 \end{aligned}$$

$$\text{எனினும் } T \times 10^4 = 3.6 \times 10^2$$

$$\therefore T = \underline{\underline{3.6 \times 10^{-2}}}$$

$\therefore$  திரவத்தின் பரப்பு இழுவை T ஆனது  $3.6 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  ஆகும்.

(1) ஆம் சமன்பாட்டின் மூலம்

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{26.08 \times 10^{-2}}{3.6 \times 10^{-2}} \\ &= 0.7244 \\ \therefore \theta &= 43^\circ 35' \\ &= \underline{\underline{44^\circ}} \end{aligned}$$

### 3.10 பரப்பு இழுவையின் பிரயோகங்கள்

மையொற்றுத் தாளின் (blotting papers) உலர்வுச் செயலுக்குக் காரணம் மயிர்த்துளைக் கவர்ச்சி காரணமாகத், தாளின் துளைகளின் ஊடாக மை மேல்தோக்கிச் செல்வதாகும். பற்றாக பிடித்தலின்போது பரப்பிழுவை காரணமாக உருகிய ஈயம் வெடிப்புகளினால் ஊடுருவுகிறது. துணி மணிகளுக்குச் சாயமூட்டும்போது சாய வகையானது மயிர்த்துளைக் கவர்ச்சியினால் துணியினால் ஊடுருவிச் செல்வதிலேயே சாயமூட்டலின் பலிதம் தங்கியுள்ளது.

திண்மமொன்றுடன் தொடுகையடைந்து காணப்படும் திரவமொன்றின் நடத்தையானது பிரயோகரீதியில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. பற்றாகபிடித்தலின்போது உருகிய பற்றாகப் பொருள் (வெள்ளிய, ஈயக் கலப்புலோகம்) பயன்படுத்தும் உலோகத்தின் மீது பரம்பிச் சென்று அதனை நனைக்குமாயின், சிறப்பான மூட்டைப்பெறலாம். திரவ நிலைப் பற்றாகபிடிப்பொருளின் பரப்பிழுவை சிறியதெனின், அதன் பரம்பல் விரைவாக நிகழும். பற்றாக பிடித்தலின்போது குங்கிலியம் போன்ற ஒரு பொருளைப் பயன்படுத்துவதால், உலோக மேற்பரப்பு சுத்தமாவதோடு, அது ஈரமாகியாகப் பரம்பிச் செல்வதற்கும் துணையாகின்றது. பொதுவான பூச்சுப்பூகதல் மூலம் அல்லது சிவிறியினால் பூச்சுப் பூகதல் மூலம் பூச்சு பரம்பிச் சென்ற பின்னர் துளிகளாக அன்றி, படையாக அமைவதற்கும், ஈரமாகிகளின் பிரதான பங்களிப்பைச் செய்யும்.

மசகென்னெய்யானது அச்சுடன் அல்லது போதிகையுடன் ஒட்டிக் காணப்படுவதற்கு பரப்புக் கருவி (தீயறிக்கமில்லம்) துணையாகின்றது.

துணி துப்புரவாக்கிகளில் (detergent) ஆனது பயன்படுத்தப்பட்டு எண்ணெய் போன்றவை காரணமாக ஒட்டிப்புள்ள அழுக்குகள் நீக்கப்படும். அழுக்கு நீக்க முன்னர் அது துணியில் பரம்பிச் செல்ல வேண்டும். எனவே அவ்வாறான பொருள்கள் குறைந்த பரப்பிழுவைமையும் குறைந்த தொடுகைக் கோணத்தையும் கொண்டிருந்தல் வேண்டும். சிலிக்கோன் சேர்த்து துணிகளை உற்பத்தி செய்வதன் மூலம் மழை, காற்று போன்றவற்றினால் பாதிப்புக்கள் ஏற்படாதவாறு (weatherproof) நயாதித்துக்கொள்ளலாம். அதன் மூலம் நீர்பரம்பிச் செல்ல மாட்டாது; மாறாக துளிகளாக ஒன்றுசேரும்.

### பயிற்சி

(1) பரப்பிழுவை என்பதை வரையறுக்குக.

6 cm நீளம் 4 cm அகலம் 2 mm தடிப்பு ஆகிய பரிமாணங்களைக் கொண்ட, கனவுருவான தகடொன்று அதன் பெரிய மேற்பரப்பு நீர் மேற்பரப்பொன்றின் மீது கிடையாக இருக்குமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. தகட்டின் மீது பரப்பிழுவை காரணமாக ஏற்படும் விசையைக் கணிக்க. அத்தகட்டை அதன் நீளப்பக்கம், நீர் மேற்பரப்பின் மீது மட்டுமட்டாக தொடுகையடையுமாறு நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்டதாயின், பரப்பு இழுவை காரணமாக அதன் மீது கீழ் நோக்கித் தொழிற்படும் விசை எவ்வளவு? (நீரின் பரப்பிழுவை =  $7.0 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-2}$  ஆகும்.)

(2) பரப்பிழுவையின் பரிமாணங்கள் யாவை?

0.4 mm விட்டமுள்ள மயிர்த்துளைக் குழாயொன்று,

i. பரப்பிழுவை  $6.5 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  மற்றும் தொடுகைக்கோணம் பூச்சியமான நீர்மேற்பரப்பிலும்

- ii.  $300 \text{ kg m}^{-3}$  அடர்த்தியுள்ள,  $5.0 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  பரப்பு இழுவுவையும்  $30^\circ$  தொடுகைக் கோணமுள்ள திரவ மேற்பரப்பொன்றிலும்

நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது

அந்தந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் மயிர்த்துளைக் குழாயின் வழியே மேல்நோக்கிச் செல்லும் நீர் நிரவினதும் திரவ நிரவினதும் உயரத்தைக் கணிக்கുക.

- (3) சவர்க்காரப்படலமொன்றின் பரப்பு இழுவுவையை அளக்கும் விதத்தை விளக்கുക.

U குழாயொன்றின் புயங்களின் விட்டங்கள் முறையே 1 cm உம் 1 mm உம் ஆகும். குழாயை நிலைக்குத்தாக வைத்து அதனுள் பரப்பிழுவை  $7.0 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  கொண்ட திரவமொன்று ஊற்றப்பட்டது. குழாயினது புயங்கள் இரண்டுக்கும் இடையிலான வித்தியாசத்தைக் காண்க. திரவத்தின் அடர்த்தி  $1000 \text{ kg m}^{-3}$  எனவும் தொடுகைக் கோணம் பூச்சியம் எனவும் கருதுக.

- (4) துவாரத்தின் விட்டம் 50  $\mu\text{m}$  கொண்ட மயிர்த்துளைக் குழாயொன்று அதன் கீழ் அந்தம்  $5.5 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  பரப்பிழுவுவையுள்ள திரவமொன்றில் அமிழ்ந்திருக்குமாறு நிலைக்குத்தாக பிடியியில் இறுக்கப்பட்டுள்ளது. திரவமானது குழாயின் கவடுடன்  $20^\circ$  தொடுகைக்கோணத்தை ஆக்குகின்றது. திரவப்பிறையருவானது குழாய்க்கு வெளியே உள்ள சுயாதீன திரவமேற்பரப்பின் மட்டத்தை அடையும் வரை, குழாயினுள் திரவப்பிறையருவுக்கு மேலே அமையும் வளியினது அழுக்கம் செய்யப்பட்டது. குழாயினுள் திரவப்பிறையருவுக்கு மேலே உள்ள வளிக்கும், குழாய்க்கு வெளியே உள்ள சுயாதீன திரவ மேற்பரப்பில் உள்ள வளிக்கும் இடையிலான அழுக்க வித்தியாசத்தைக் கணிக்கുക.

- (5) உள்விட்டம் 0.04 cm கொண்ட சுத்தமான கண்ணாடி மயிர்த்துளைக்குழாயொன்று, அதன் கீழ் அந்தம் முகவையொன்றில் உள்ள சுத்தமான நீர்ப்பரப்புக்குக் கீழாக அமையுமாறும் குழாயின் 10 cm நீர் மேற்பரப்பளவுக்கு மேலே இருக்குமாறும் நிலைக்குத்தாக நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. குழாயினுள் எவ்வளவு உயரத்துக்கு நீர் மேலே செல்லும்? பின்னர் குழாயை அதன் நீளத்தின் 5 cm மாத்திரம் நீர் மேற்பரப்புக்கு மேலே அமையுமாறு நீரினுள் அமிழ்த்தினால் யாது நிகழும்? நீரின் பரப்பு இழுவை  $7.2 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  ஆகும்.

- (6) நடுவே குழாய் வாயிலொன்றினால் மூடப்பட்டு குழாயொன்றின் இரண்டு அந்தங்களிலும் வெவ்வேறு பருமனைக்கொண்ட இரண்டு சவர்க்காரக் குமிழிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. குமிழிகள் ஒன்றுடனொன்று தொடர்புறாமாறு குழாய் வாயிலைத் திறந்தவுடன், யாது நிகழும்? சமனிலையை அடைந்த பின்னர் குமிழிகளை விளக்கப்படமாக வரைந்து காட்டுக.

- (7) ஓர் அந்தம் நீர்மேற்பரப்புக்குக் கீழாக அமையுமாறு 0.7 mm உள் விட்டமுள்ள மயிர்த்துளைக்குழாயொன்று நீர் முகவையொன்றில் நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது.  $800 \text{ kg m}^{-3}$  அடர்த்தி கொண்ட திரவமொன்று அடங்கியுள்ள U குழாய் மேலிமானியுடன் இணைந்த குழாயின் மேல் அந்தத்தினால் வளி மெதுவாக அழுத்தப்படுகின்றது. மேலிமானியின் திரவமட்டங்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசம் 9.1 cm ஆக உயர்ந்து 4.0 cm வரை குறைவடைகின்றது என்பதும் மீண்டும் 9.1 cm வரை உயர்ந்து முன்னர் போன்றே குறைவடைகின்றமையும் கண்டறியப்பட்டது.

(a) முகவையினுள் சுயாதீன நீர் மேற்பரப்புக்குக் கீழாக மயிர்த்துளை குழாயின் திறந்த முனை வரையிலான ஆழம்

(b) நீரின் பரப்பிழுமை

ஆகியவற்றைக் காண்க.

(8) பரப்பு இழுமை என்பதை வரையறுக்குக.

கோள வடிவ திரவ மேற்பரப்பொன்றுக்குக் குறுக்காக அழுக்க வித்தியாசத்தைக் காட்டும் கோவையைப் பயன்படுத்தித் திரவமொன்றின் மயிர்த்துளை ஏற்றத்துக்கான கோவையை திரவத்தின் அடர்த்தி, திரவத்தின் பரப்பிழுமை, திரவப் பிறைப்புருவின் வளைவின் ஆரை, ஈர்வை ஆர்முடுகல் ஆகியவற்றின் மூலம் பெறுக.

உள் ஆரை 0.03 cm கொண்ட சீரான கண்ணாடி மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றினுள்ளே நீர் மேலே உயரும் உயரம் 4.8 cm ஆகும். நீருக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையே தொடுகைக் கோணம் பூச்சியமாவதோடு, நீரின் அடர்த்தி  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$  ஆகும் எனின், நியேற்பரப்பின் இழுமையைக் கணிக்குக. இனி, மயிர்த்துளைக்குழாயினுள் நீர் நிரலொன்றினைப் புகுத்தி குழாய் நிலைக்குத்தாகவும் அதன் இரண்டு அந்தங்களும் வளியில் திறந்தவாறும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. நீர் நிரலின் நீளம்

i. 3 cm ஆகவும்

ii. 1.5 cm ஆகவும்

உள்ளபோது, கீழ் நீர்ப்பிறையுருவின் வளையிகளை வெவ்வேறாகக் கணிக்குக.

(9) விட்டங்கள் முறையே 0.500 mm மற்றும் 1.00 mm கொண்ட புயங்களைக்கொண்ட U குழாயொன்று தலைகீழாக்கப்பட்டு, அதன் திறந்த அந்தங்கள் முகவையொன்றில் உள்ள நீர்மேற்பரப்புக்குக் கீழாக அமையுமாறு அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு புயத்தினுள் நீர்ப்பிறையுருவானது வெளி நீர் மட்டத்தில் அடையும் வரையில் குழாயினுள் வளியின் அழுக்கம் அதிகரிக்கப்பட்டது. மற்றைய புயத்தினுள் நீர் நிரலின் உயரத்தைக் காண்க. (நீரின் பரப்பிழுமை =  $7.2 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$  ஆகும்.)

(10) உள்விட்டம் 2.0 mm உம் வெளிவிட்டம் 8.0 mm உம் கொண்ட கத்தமான கண்ணாடிக்குழாயொன்று திராசொன்றின் ஒரு புயத்தில் தட்டுக்குப் பதினாக, நிலைக்குத்தாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளதோடு அதனைச் சமனிலைப்படுத்துவதற்குத் தேவையான அளவு நிறை மற்றைய தட்டில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பின்பு, குழாயின் கீழ் அந்தம், நீரின் சுயாதீன மேற்பரப்பிலிருந்து 1.0 cm கீழாக அமையுமாறு நீர்ப்பாத்திரமொன்று குழாய்க்குக் கீழாக நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. நீரின் பரப்பு இழுமையைக் கணிக்குக. (நீரின் அடர்த்தி =  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )

**உசாத்துணை நூல்கள்**

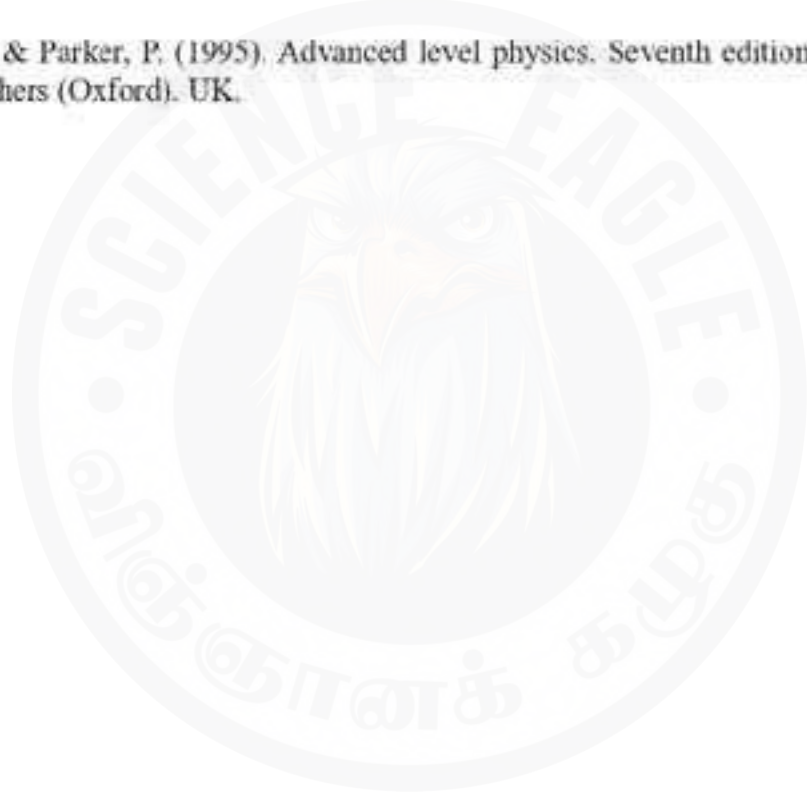
திசாநாயக்க, டி (1995). அடப்பொருளின் பொறிமுறை இயல்புகள்  
தீபானி வெளியீடு, நுகேகொட (சிங்களமொழி நூல்)

தேசிய கல்வி நிறுவகம் (2019), கல்விப்பொதுத்தராதரப்பத்திர (உயர்தர)  
பௌதிகவியல் செயன்முறைக் கைநூல், தேசிய கல்வி நிறுவகம், மகரகம்.

Edmonds Jr., D. S. (1993). Cioffari's Experiments in College Physics - Ninth Edition. D.  
C. Heath and Company, Massachusetts, USA.

Nelkon, M. & Ogborn, J. M. (1987). Advanced Level Practical Physics - Fourth Edition.  
Heinemann Educational Books, London, UK.

Nelkon, M. & Parker, P. (1995). Advanced level physics. Seventh edition. Heinemann  
publishers (Oxford). UK.





**பௌதீகவியல் வளநூல்**  
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)  
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



**இரசாயனவியல் வளநூல்**  
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)  
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



**உயிரியல் வளநூல்**  
(TAMIL MEDIUM)



இன்றும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திருங்கள்



/ **ScienceEagle**

**CLICK HERE TO JOIN**

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் ( Broadcast Service ) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



**072-5161322**

**CLICK HERE**

**www.ScienceEagle.com**

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்