

கல்விப் பொதுத் தராதரப் பத்திர உயர் தரத்
தொழிலுட்பவியற் பாடத்துறை

தொழிலுட்பவியலுக்கான விஞ்ஞானம்

பௌதிகவியல்
பகுதி II

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்

கல்விப் பொதுத் தராதரப் பத்திர உயர் தரத்
தொழினுட்பவியற் பாடந்நுறை

தொழினுட்பவியலுக்கான விஞ்ஞானம்

பௌதிகவியல்

பகுதி - II

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்

முழுப்பதிப்புரிமையுடையது.

முதற் பதிப்பு - 2016

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களத்தினால்
சிசாரா பிரின்ட்வே பிரைவட் லிமிட்டட் அச்சகத்தில்
அச்சிடப்பட்டு வெளியிடப்பட்டது.

முன்னுரை

வாண்மைத் தொழிற் கல்விக்கான பிரவேசமாக 2013 ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டு வரும் தொழினுட்பவியற் பாடத்துறை இலங்கைக் கல்வியில் ஒரு புதிய அம்சமாகும்.

அப்பாடத்துறைக்குரிய தமிழ் நூல்கள் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படுகின்றன. இவ் விடயத்திற் கவனம் செலுத்திய கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம் தொழினுட்பவியற் பாடத் துறையின் முக்கிய பாடங்களின் பாடத்திட்டங்களை உள்ளடக்கும் மேலதிக வாசிப்பு நூல்களைத் தயாரிப்பதற்கு நடவடிக்கைகளை மேற்கொண்டுள்ளது. இந்நூல் அம்முயற்சியின் ஒரு பெறுபேறாகும்.

க.பொ.த (உ.த.) தொழினுட்பவியலைக் கற்கும் மாணவர்களுக்கும் தொழினுட்பவியல் துறைகளில் ஆர்வமுள்ள வாசகர்களுக்கும் இத்தகைய ஒரு நூல் தமிழ் மொழியிற் கிடைத்தல் பெரும்பாக்கியமாகும்.

இந்நூலை மிகவும் துரிதமாகத் தயாரிப்பதற்குப் பணியாற்றிய எழுத்தாளர்கள், பதிப்பாசிரியர்கள், எனது பணியாளர் குழு ஆகியோருக்கு எனது நன்றி உரியது.

டபிள்யூ. டி. பத்மினி நாளிகா

ஆணையாளர் நாயகம்,

கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்,

இசுருபாய்.

2016.05.18

அறிமுகம்

க.பொ.த. உயர்தர தொழினுட்பவியற் பாடத்துறைக்குரிய கட்டாய பாடமான தொழினுட்பவியலுக்கான விஞ்ஞானம் எனும் பாடத்தின் கீழ் தரம் 12 இற் கற்பிக்கப்படவுள்ள பௌதிகவியற் பாடப் பரப்பு இதிலடங்கியுள்ளது.

இவ்வாறான புத்தகம் தயாரிப்பதன் அடிப்படை நோக்கம் அண்மையில் அறிமுகஞ் செய்யப்பட்ட இப்பாடநெறிக்கு போதியளவு புத்தகங்கள் கிடைக்கவில்லை எனும் அங்கலாய்ப்பை நிவர்த்தி செய்வதாகும். மாணவர்கள் தாம் சுயமாகவே வாசித்து விளங்கிக் கொள்ளக்கூடிய வகையில் பாடப்பரப்புகள் மிக எளிதான வகையில் ஆசிரியர் குழுவால் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளது.

அத்துடன் பௌதிகவியற் தத்துவங்கள் தொழினுட்பப் பாடத்தில் அதனைப் பிரயோக ரீதியாகச் செயற்படுத்தும் விதம் என்பன பற்றி கலந்துரையாடவும் விசேட முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

எழுத்தாளர் குழு

கண்காணிப்பும் மேற்பார்வையும்

திருமதி. டபிள்யூ. டி. பத்மினி நாளிகா

கல்வி வெளியீட்டு ஆணையாளர் நாயகம்
கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்.

வழிகாட்டல்

டபிள்யூ. ஏ. நிர்மலா பியசீலி

ஆணையாளர் (அபிவிருத்தி)
கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்.

இணைப்பாக்கம்

டி. சி. கல்காரி குணசேகர

உதவி ஆணையாளர்
கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்.

ஜே. சந்திரபாலன்

உதவி ஆணையாளர்
கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்.

எழுத்தாளர் குழு

பேராசிரியர் டி. ஆர். ஆரியரத்ன

துறைத் தலைவர்
கொழும்பு பல்கலைக்கழகம்.

கலாநிதி என்.கே. ஜயநந்த

சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர்
கொழும்பு பல்கலைக்கழகம்.

கே. ஆரியசிங்க

முன்னனி எழுத்தாளர்.

வீ. பீ. கே. சுமதிபால

ஆசிரிய ஆலோசகர்
வலயக் கல்விக் காரியாலயம்
வலள்முல்ல.

ஜே. ஆர். லங்காபுர

ஆசிரியர்
விக்ரமஷீளா தே.பா., கிரிஉல்ல.

தமிழாக்கம்

எம். எம். எஸ். ஸரீனா

ஆசிரியர்
க / பதியுத்தீன் மஹ்முத் மகளிர் கல்லூரி,
கண்டி.

இறுதி மதிப்பீடு

கலாநிதி பீ. பிரதீபன்

சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர்
பௌதிகத்துறை
கிடிக்குப்பல்கலைக்கழகம்

எஸ். ஆர். ஜெயகுமார்

ஆசிரியர்
ரோயல் கல்லூரி, கொழும்பு 07.

கணினி வடிவமைப்பு

ஆறுமுகம் அன்பரசி

கணினி உதவியாளர்
கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம்.

பொருளடக்கம்

1.	சுழற்சி இயக்கமும் வட்ட இயக்கமும்	1
1.1	கோண இடப்பெயர்ச்சி	3
1.2	கோண வேகம்	4
1.3	சுழற்சி அதிர்வெண்	5
1.4	ஆவர்த்தன காலம்	6
1.5	தொடலி வேகம்	7
1.6	கோண வேகத்திற்கும் பொருளின் வேகத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு	7
1.7	கோண ஆர்முடுகல்	8
1.8	முறுக்கம்	8
1.9	சடத்துவ திருப்பம்	9
1.10	கோண உந்தம்	14
1.11	மைய நீக்க விசை	16
1.12	மைய நாட்ட விசை	17
1.13	மைய நாட்ட ஆர்முடுகல்	18
2.	பொறிமுறை சக்தி	24
2.1	வேலை	24
2.2	இயக்க சக்தி	30
2.3	அழுத்த சக்தி	33
2.4	வலு	38
2.5	பொறிமுறைச் சக்திக் காப்புத் தத்துவம்	42
2.6	இயந்திரமொன்றின் செயற்றிறன்	43

3.	சடப்பொருள்களின் பொறியியல் இயல்பு	46
3.1	இழுவையும் நீட்சியும்	47
3.2	இழுவை தகைப்பு	47
3.3	இழுவை விகாரம்	48
3.4	ஹூக்கின் விதி	50
3.5	யங்கின் மட்டு	50
3.6	நீட்டப்பட்ட இழையொன்றின் மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி	54
4.	பாயிகளின் பொறியியல் விஞ்ஞானம்	65
4.1	பாயி	65
4.2	அடர்த்தி	66
4.3	அழுக்கம்	72
4.4	ஓய்விலுள்ள திரவம்	75
4.5	அழுக்கத்தை அளத்தல்	77
4.6	அழுக்கம் தொடர்பாக பஸ்காலின் விதி	83
4.7	ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவம்	89
4.8	தொடர்சிச் சமன்பாடு	102
4.9	பேணூயியின் தத்துவம்	104

1

- கோண இடப்பெயர்ச்சி
- கோண வேகம்
- அதிர்வுகளின் மீட்டறன்
- ஆவர்த்தன காலம்
- தொடலி வேகம்
- கோண ஆர்முடுகல்
- முறுக்கம்
- சடத்துவத் திருப்பம்
- கோண உந்தம்
- மையநாட்ட விசை
- மையநீக்க விசை

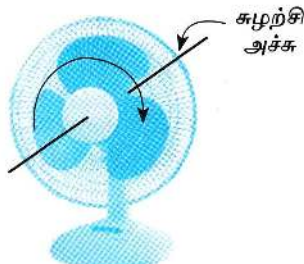
சுழற்சி இயக்கமும் வட்ட இயக்கமும்

நேர்கோட்டு இயக்கம் தொடர்பாக இதற்கு முன் கற்றுள்ளீர்கள். ஒரு புள்ளியிலிருந்து இன்னுமொரு புள்ளியை நோக்கி நேர்கோட்டில் நடைபெறும் இயக்கம் நேர்கோட்டு இயக்கமாகும். இவ்வத்தியாயத்தில் நாம், பொருளொன்றின் யாதாயினுமொரு அச்ச பற்றி நடைபெறும் சுழற்சி இயக்கம் தொடர்பாக ஆராய்வோம்.

சுழற்சி இயக்கத்தின் பண்புகள்

யாதாயினுமொரு அச்சைச் சுற்றி பதார்த்தமொன்றின் பகுதி, வன்பொருள் ஒன்று அல்லது தொகுதியொன்று பயணம் செய்யுமாயின் அவ்வியக்கம் சுழற்சி இயக்கம் எனப்படும். பதார்த்தமொன்றின் பகுதி, வன் பொருள் ஒன்று அல்லது தொகுதியொன்று அது காணப்படும்

ஊடகத்தில் உள்ள யாதாயினுமொரு சுழற்சி அச்ச பற்றிச் சுழலும். அவ்வாறான சுழற்சி இயக்கத்திற்கு உதாரணமாக மின்விசிறியொன்றின் இயக்கம், பம்பரம் ஒன்றின் இயக்கம் மற்றும் வளைதல் சில்லின் இயக்கம் என்பனவற்றைக் குறிப்பிடலாம். சில பொருட்களின் சுழற்சி அச்ச காணப்படும் புள்ளிகள் உரு 1.a, 1.b, 1.c என்பனவற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



மின் விசிறி
உரு 1.a



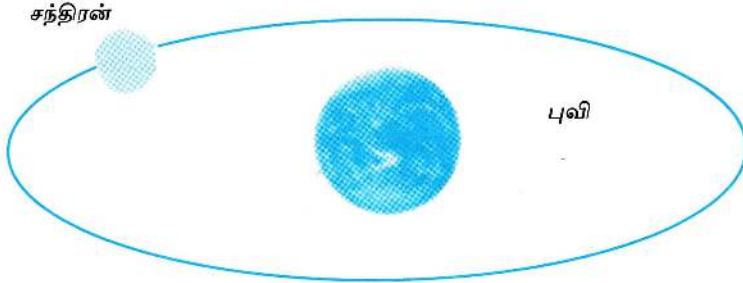
பம்பரம்
உரு 1.b



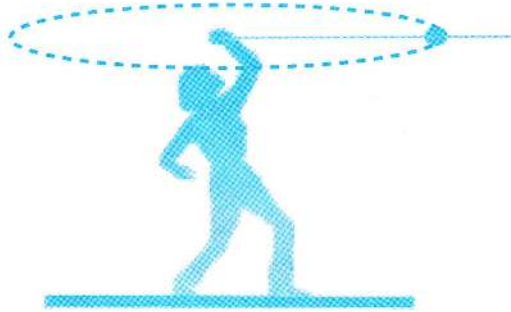
வளைதல் சில்லு
உரு 1.c

உரு 1.1

பொருளொன்று அல்லது அதன் பகுதி அது காணப்படும் அமைவிற்கு வெளியே அமைந்துள்ள பிரிதொரு அச்சு சார்பாக சுழலும். புவி சூரியனைச் சுற்றி பயணம் செய்யும் போது புவியும், சந்திரன் புவியைச் சுற்றிப் பயணம் செய்யும் போது சந்திரனும் (உரு 1.2), இழையொன்றின் ஒரு முனையில் கட்டப்பட்ட பொருளை மறு முனை பற்றிச் சுழற்றும் போது அப்பொருளின் இயக்கமும் (உரு 1.3) அதற்கு உதாரணங்கள் ஆகும்.



உரு 1.2

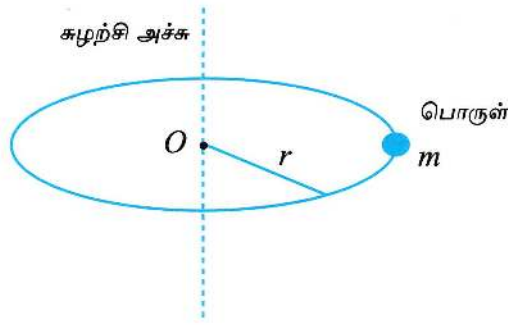


உரு 1.3

பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களில் பொருள் ஒன்று அதன் அமைவில் காணப்படும் ஒரு புள்ளி பற்றி சுழலுவதுடன் அப்பொருள் காணப்படும் அமைவிற்கு வெளியேயுள்ள ஒரு அச்சு பற்றியும் சுழலும். புவி தனது அச்சு பற்றி சுழலுவதுடன் சூரியனைச் சுற்றியும் வலம் வருதல் இவ்வாறான இயக்கத்திற்கு உதாரணமாகும்.

வட்ட இயக்கம்

வன் பொருள் ஒன்று யாதாயினுமொரு அச்சு அல்லது அமைவை மையமாகக் கொண்டு மாறா ஆரையுடைய வட்டப்பாதையில் இயங்குவது வட்ட இயக்கம் எனப்படும். O எனும் புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு r ஆரையுடைய வட்டப்பாதையில் இயங்கும் m திணிவுடைய பொருள் ஒன்றை உரு 1.4 காட்டுகின்றது.



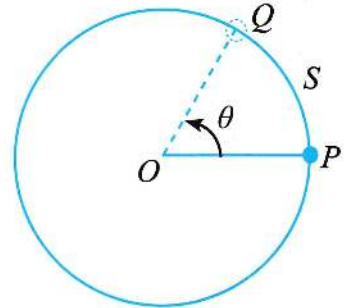
உரு 1.4

மின்விசிறி ஒன்றின் தட்டுத் தொகுதியை ஒரு அலகாகக் கருதினால் அதன் மத்திய அச்சாக உள்ள மோட்டாரை (shaft) சுற்றி தட்டு சுழலுவதுடன் ஒவ்வொரு தட்டும் அவ்வச்சு பற்றி வட்ட இயக்கத்தை ஆற்றும்.

சுழலும் பொருளின் இயக்கத்தை விபரிப்பதற்கு அவசியமான பல்வேறு கணியங்களை அடுத்து நாம் ஆராய்வோம்.

1.1 ⇒ கோண இடப்பெயர்ச்சி θ (angular displacement)

O என்கின்ற புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட வட்டப்பாதை வழியே பொருள் ஒன்று P இலிருந்து Q வரை இயங்குவதாகக் கருதுக (உரு 1.5). இதன் போது பொருள் PQ தூரம் பயணம் செய்யும் போது O ஐ பற்றிய கோண மாற்றம் θ என்க. இது பொருளின் கோண இடப்பெயர்ச்சி எனப்படும். பொருள் வட்டப்பாதையில் பயணம் செய்த தூரம் PQ இது வில்லின் நீளமாகும். இதனை S என்க.



உரு 1.5

சுழற்சி இயக்கம் தொடர்பாக கற்கும் போது கோண இடப்பெயர்ச்சியை ஆரையன்களில் குறிப்பிடுவது சுலபமானதாகும். யாதாயினுமொரு கோணத்தின் பருமன் ஆரையன்களில் குறிப்பிடப்படும் போது அதன் ஆரைச்சிறையின் நீளத்திற்கும் ஆரைக்கும் இடையிலான விகிதத்தினால் தரப்படும். இதற்கமைய,

$$\theta_{\text{ஆரையன்}} = \frac{\text{ஆரைச்சிறையின் நீளம்}}{\text{ஆரை}} \text{ ஆகும்.}$$

வட்டப்பாதையின் ஆரை r உம் ஆரையனின் நீளம் S உம் எனின்,

$$\theta_{\text{ஆரையன்}} = \frac{S}{r} \text{ ஆகும்.}$$

எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் கோணம் ஆரையன்களில் குறிப்பிடப்படுவதனால் வட்ட

இயக்கத்தில் θ ஆரையன் = θ எனக் குறிக்கப்படும்.

எனவே, $\theta = \frac{S}{r}$ அல்லது $S = r\theta$ ஆகும்.

உதாரணம் 1

1. பொருள் ஒன்று வட்டப்பாதை ஒன்றின் வழியே 180° கோண இடப்பெயர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றது எனின், அதனை ஆரையனில் பின்வருமாறு தரப்படும்.

$180^\circ = \pi$ ஆரையன்கள்

$$\pi = \frac{22}{7}$$

2. பொருள் ஒன்று வட்டப்பாதையில் ஒரு முறை சுழலும் போது மையத்தை சுற்றி நடைபெற்ற கோண இடப்பெயர்ச்சி 360° ஆகும். இது 2π ஆரையன்களினால் தரப்படும்.

3. பொருள் ஒன்று 30° கோண இடப்பெயர்ச்சி ஏற்படுமாறு 14 m ஆரையையுடைய வட்டப்பாதையில் பயணம் செய்கின்றது என்க. இப்பொருள் பயணம் செய்த தூரத்தைக் கணிக்க வேண்டும் என்க. அது பயணம் செய்த தூரம் S எனின்,

$$\text{கோண இடப்பெயர்ச்சி } (\theta) = 30^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ ஆரையன்கள்} \times 30^\circ$$

$$\theta = \frac{\pi}{6} \text{ ஆரையன்கள்}$$

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{\pi}{6}$$

$$r = 14 \text{ m, } \pi = \frac{22}{7} \text{ ஆகும்.}$$

$$\frac{s}{14} = \frac{22}{7} \times \frac{1}{6} \text{ m}$$

$$s = 14 \times \frac{22}{7} \times \frac{1}{6} \text{ m}$$

$$= \frac{44}{6} \text{ m}$$

$$= 7.33 \text{ m}$$

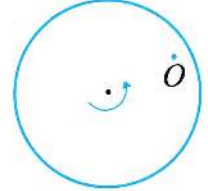
1.2 \Rightarrow கோண வேகம் ω (angular velocity)

கோண வேகம் எனப்படுவது அலகு நேரத்தில் நடைபெறும் கோண இடப்பெயர்ச்சி யாகும். அதாவது, t நேரத்தில் கோண இடப்பெயர்ச்சி θ எனின், கோண வேகம்

$\omega = \frac{\theta}{t}$ ஆகும். சர்வதேச அலகுத்திட்டத்திற்கமைய கோண இடப்பெயர்ச்சி ஆரையன்களிலும் நேரம் செக்கன்களிலும் அளக்கப்படுவதனால், கோண வேகத்தின் அலகு செக்கனுக்கு ஆரையன்கள் (rad s^{-1}) ஆகும்.

உதாரணம் 2

1. செக்கனுக்கு ஒரு தடவை சுழலும் சில்லின் மீது உள்ள O எனும் புள்ளியின் கோண வேகத்தைக் காண்க.



ஒரு முறை சுழலும் போது கோண இடப்பெயர்ச்சி $(\theta) = 360^\circ$

$$(\theta) = 2\pi \text{ ஆரையன்கள்}$$

அதற்கு எடுக்கும் காலம்

$$= 1 \text{ s}$$

கோண வேகம் (ω)

$$= \frac{\text{கோண இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}}$$

$$= \frac{2\pi}{1}$$

$$= 2\pi \text{ rad s}^{-1}$$

2. வட்டப்பாதையில் பயணிக்கும் சைக்கிள் ஒன்று 20 செக்கன்களில் 25 பூரண சுற்றுக்களை ஆக்குகின்றது. சைக்கிளின் கோண வேகத்தைக் காண்க.

$$\text{கோண வேகம்} = \frac{\text{கோண இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}}$$

$$= \frac{2\pi \times 25}{20} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= \frac{5\pi}{2} \text{ rad s}^{-1}$$

1.3 \Rightarrow சுழற்சி அதிர்வெண் f (frequency of rotation)

பொருள் ஒன்றின் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை அதிர்வெண் எனும் காரணியினால் அளக்கப்படும். அலகு நேரத்தில் பொருள் ஒன்று சுழலும் போது ஒரு செக்கனுக்கு நிகழ்த்தும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை அதிர்வெண் ஆகும்.

அதாவது சுழற்சி அதிர்வெண் (f) = $\frac{\text{சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை (n)}}{\text{நேரம் (t)}}$ எனக் காட்டலாம்.

$$\text{சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை (n)} = \frac{\text{கோண வேகம் } (\omega) \times \text{நேரம் } (t)}{2\pi}$$

$$\text{எனவே } f = \frac{\omega}{2\pi} \times \frac{t}{t}$$

$$\omega = 2\pi f$$

நேரம் செக்கன்களில் அளக்கப்படும் போது அதிர்வெண் செக்கனுக்கு சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கையினாலும் நிமிடங்களினால் அளக்கப்படும் போது அதிர்வெண் நிமிடத்திற்கு சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கையினாலும் தரப்படும். இது RPM (நிமிடத்திற்கு சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை) என்பதனால் தரப்படும்.

மின் மோட்டார்களில் அதிர்வெண் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பதை நாம் பரவலாக அவதானிக்கலாம். 1250 RPM எனக் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பதன் மூலம் அம்மோட்டார் ஒரு நிமிடத்திற்கு 1250 சுழற்சிகளை ஆற்றும் என அறியலாம்.

1.4 ⇒ ஆவர்த்தன காலம் T (periodic time)

சுழலும் பொருள் ஒன்று சுழற்சி அச்ச பற்றி ஒரு முறை சுழலுவதற்கு எடுக்கும் காலம் ஆவர்த்தன காலம் எனப்படும். கோண வேகம் ω ஆகவுள்ள பொருள் ஒன்றைக் கருதுக. அது ஒரு செக்கனில் நிகழ்த்தும் கோண இடப்பெயர்ச்சி ω ஆகும். ஒரு முறை சுழலும் போது கோண இடப்பெயர்ச்சி 2π ஆகும். இதற்கமைய 2π கோண இடப்பெயர்ச்சியை நிகழ்த்துவதற்கு எடுக்கும் காலம் T என்க.

$$\text{எனவே, } T = \frac{1}{\omega} \times 2\pi$$

$$\text{அதாவது, } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

ஆவர்த்தன காலத்தை அதிர்வெண்ணின் (f) அடிப்படையிலும் காட்டலாம். அதிர்வெண் எனப்படுவது, அலகு நேரத்தில் நிகழ்த்தும் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை ஆகும். இதற்கமைய f சுழற்சிகளை நிகழ்த்துவதற்கு எடுக்கும் காலம் ஒரு அலகாகவுள்ளதுடன் ஒரு சுழற்சியை நிகழ்த்துவதற்கு எடுக்கும் காலம் $\frac{1}{f}$ ஆகும்.

$$\text{இதற்கமைய } T = \frac{1}{f} \text{ ஆகும்.}$$

எனவே ஆவர்த்தன காலத்தின் சர்வதேச அலகு (SI) செக்கன் ஆகும்.

உதாரணம் 3

1. கோண வேகம் $5\pi \text{ rad s}^{-1}$ ஆகுமாறு மின் மோட்டார் ஒன்று சுழலுகின்றது. மோட்டார் ஒரு முறை சுழலுவதற்கு எடுக்கும் காலத்தைக் காண்போம். கோண வேகம் ω , அதிர்வெண் f , ஆவர்த்தன காலம் T என்க.

$$\omega = 2\pi f, \text{ என்பதனால் } f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{\omega}{2\pi} \\ &= \frac{5\pi}{2\pi} \\ &= \frac{5}{2} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

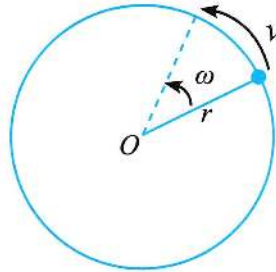
$$\begin{aligned} \text{எனவே } T &= \frac{2}{5} \text{ s} \\ &= 0.4\text{s} \end{aligned}$$

1.5 ⇒ தொடலி வேகம் v (tangential velocity)

வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் யாதாயினுமொரு கணத்தில் வேகம் அக்கணத்தில் அதன் பயணத்திசையில் வரையப்பட்ட தொடலித் திசை வழியே காணப்படும். பொருள் இயங்கும் போது அதன் திசையும் வேறுபடும். இதற்கமைய யாதாயினுமொரு கணத்தில் இயக்க திசையில் வரையப்பட்ட தொடலித் திசை வழியேயான வேகம் தொடலி வேகம் எனப்படும்.

1.6 ⇒ கோண வேகத்திற்கும் வொருளின் வேகத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு

யாதாயினுமொரு பொருள் வட்டப் பாதையில் (v) மாறாத் தொடலி வேகத்தில் இயங்குவதாகக் கருதுக. அத்துடன் இயக்கப் பாதையின் ஆரை r என்க. t செக்கனில் O ஐ மையமாகக் கொண்ட வட்டப் பாதை வழியே பொருள் இயங்கிய தூரம் vt ஆகும்.



$$\text{தொடலி வேகம் } (v) = \frac{\text{வில்லின் நீளம் } (S)}{\text{நேரம் } (t)}$$

$$t \text{ நேரத்தில் ஆரைச்சிறை வழியே பயணம் செய்த தூரம் } (S) = vt$$

$$\text{எனவே கோண இடப்பெயர்ச்சி } (\theta) = \frac{S}{r} = \frac{vt}{r}$$

$$\theta = \frac{vt}{r}$$

கோண வேகத்தின் வரைவிலக்கணப்படி

$$\text{கோண வேகம் } (\omega) = \frac{\text{கோண இடப்பெயர்ச்சி } (\theta)}{\text{நேரம் } (t)}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\text{மேலும் } \theta = \frac{vt}{r} \text{ என்பதனால்}$$

$$\omega = \frac{vt}{r \times t}$$

எனவே $v = r\omega$ எனக் காட்டலாம்.

1.7 ⇒ கோண ஆர்முடுகல் a (angular acceleration)

வட்ட இயக்கத்தை ஆற்றும் துணிக்கை ஒன்றைக் கருதுக. அதன் கோண வேகம் மாறுபடும் எனின், அலகு நேரத்தில் கோண வேகத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றம் அது கோண ஆர்முடுகல் எனப்படும்.

$$\text{கோண ஆர்முடுகல் } (\alpha) = \frac{\text{கோண வேக மாற்றம்}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

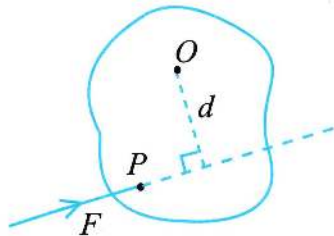
$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

1.8 ⇒ முறுக்கம் τ (torque)

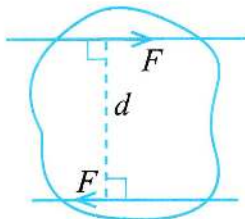
தெரிவு செய்யப்பட்ட யாதாயினும் ஒரு புள்ளி பற்றி துணிக்கையொன்றில் தொழிற்படும் விளையுள் திருப்பம் பூச்சியமில்லை எனின், அப்பொருள் மீது விசை இணையொன்று தொழிற்படும். இவ்வாறு யாதாயினுமொரு பொருளின் மீது விசை இணை ஒன்று தொழிற்படும் போது அவ்விசை இணைக்கு இடைப்பட்ட அச்சைச்

சுற்றி அப்பொருள் சுழலும். இவ்வாறு துணிக்கையொன்றின் மீது தொழிற்படும் திருப்பம் அல்லது இணையின் பருமன் முறுக்கம் எனப்படும்.

O எனும் புள்ளி பற்றி சுழலக் கூடிய பொருள் ஒன்றில் யாதாயினுமொரு புள்ளி P இல் F எனும் விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது F இன் தாக்கக்கோட்டிற்கு O இலிருந்தான செங்குத்துத் தூரம் d எனின், பொருள் மீது O பற்றிய திருப்பம் $F d$ ஆகும். இது பொருளைச் சுழலச் செய்யும் முறுக்கம் ஆகும்.



பொருள் ஒன்றின் மீது ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாக எதிர் திசையில் இரு விசைகள் தொழிற்படுவதன் மூலம் விசை இணையொன்று உருவாகின்றது என்க. விசையின் பருமன் F இரு விசைகளுக்கும் இடையிலான தூரம் d எனின், பொருளில் தொழிற்படும் முறுக்கம் $F d$ ஆகும்.



வன்பொருள் ஒன்றின் மீது விசை தொழிற்படாத போது அது ஓய்வில் இருக்கும். அல்லது மாறா வேகத்துடன் இயங்கும். அவ்வாறே வன்பொருளின் மீது முறுக்கம் தொழில் படாத போது அது சுழலாது. அல்லது மாறா கோண வேகத்துடன் இயங்கும். அதாவது, ஓய்விலுள்ள அல்லது மாறா கோண வேகத்துடன் சுழலும் பொருள் ஒன்றின் சுழற்சி இயக்கத்தை மாற்றுவதற்காக முறுக்கம் ஒன்று அவசியம் எனலாம்.

நேர் கோட்டு இயக்கத்திற்குப் பிரயோகிக்கப்படும் நியூற்றனின் இயக்க விதிகள் சுழற்சி இயக்கத்திலும் ஒத்த விதத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்பதனை இதன் மூலம் அறியலாம்.

1.9 ⇒ சுடத்துவ திருப்பம் I (moment of inertia)

பொருள் ஒன்றின் மீது விசையொன்றை பிரயோகிக்கும் போது அதன் ஆர்முடுகல் (a) திணிவில் தங்கியிருக்கும். அதாவது,

விசை = திணிவு \times ஆர்முடுகல் எனும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

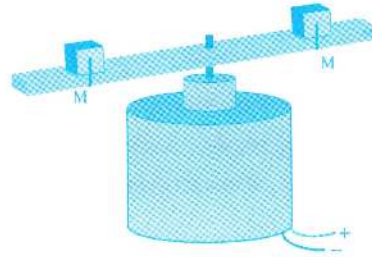
அவ்வாறே பொருள் ஒன்றின் மீது முறுக்கமொன்றை பிரயோகிக்கும் போது அது சுழலுவதனால் ஏற்படும் கோண ஆர்முடுகல் தங்கியிருக்கும் காரணி சடத்துவ திருப்பம் எனப்படும்.

அதாவது, முறுக்கம் = சடத்துவ திருப்பம் \times கோண ஆர்முடுகல்

$$\tau = I\alpha$$

பொருள் ஒன்றின் சடத்துவத்திருப்பம் அதன் திணிவிலும், சுழற்சி அச்சிலும் சுழற்சி அச்சிலிருந்து அத்திணிவு பரவிக் காணப்படும் இயல்பிலும் தங்கியிருக்கும். அதனை பின்வரும் எளிய பரிசோதனையின் மூலம் காட்டலாம்.

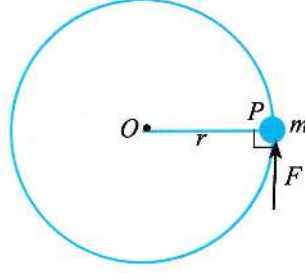
உரு 1.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு சிறிய மோட்டார் ஒன்றின் அச்சில் பலகை கீலமொன்றின் மையத்தைப் பொறுத்துக.



உரு 1.6

அச்சிலிருந்து சம தூரத்தில் பலகைக் கீலத்தின் இரு முனைகளிலும் சம திணிவுகளை வைத்து மின்னை வழங்குக. திணிவுகள் வைக்கப்பட்டுள்ள தூரத்தை மாறாது பேணி, திணிவுகளின் பருமனை அதிகரிக்கும் போது, கோண வேக அதிகரிப்பு வீதம் அல்லது கோண ஆர்முடுகல் குறைந்த பெறுமானமொன்றை எடுக்கும். இவ்வாறே திணிவை மாறாது பேணி மையத்திலிருந்து திணிவு வைக்கப்பட்டுள்ள தூரத்தை அதிகரித்தவாறு மோட்டாரை சுழற்றும் போது திணிவுகள் வைக்கப்படும் தூரத்தின் அதிகரிப்புடன் கோண ஆர்முடுகல் குறைவடைவதனை அவதானிக்கலாம். இவ்வாறு மோட்டார் ஒன்றிற்கு வழங்கப்படும் முறுக்கம் மாறாது பேணப்படுகின்ற போது சடத்துவ திருப்பத்தில் திணிவின் பருமனும் திணிவுகள் அச்சியிலிருந்து உள்ள தூரமும் தாக்கம் செலுத்துகின்றன என்பது தெளிவாகும்.

O என்கின்ற புள்ளியைச் சுற்றி அதற்கு r தூரத்தில் உள்ள புள்ளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள m திணிவு சுழலும் போது சடத்துவ திருப்பத்தைக் காண்போம். O என்கின்ற புள்ளியிலிருந்து r தூரத்திலுள்ள புள்ளி P என்க. OP தொடுக்கப்பட்டுள்ளதாகவும் P இலுள்ள புள்ளித்திணிவு m , O ஐச்சுற்றி சுழலக் கூடியது எனவும் கொள்க. OP இற்கு செங்குத்தாக m இல் தொழிற்படும் F எனும் விசையினால் m திணிவு O ஐச் சுற்றி இயங்குவதாகக் கருதுக.



உரு 1.7

F விசை தொழிற்படும் போது திணிவு m இன் வேகம் v_1 இலிருந்து v_2 இற்கு அதிகரித்ததாகக் கருதுக. இதற்கு எடுத்த நேரம் t என்க.

இதன் போது வட்டப்பாதை வழியே m திணிவின் ஆர்முடுகல் $= \frac{v_2 - v_1}{t}$

இதற்கமைய,

$$\text{விசை} = \text{திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்}$$

$$F = m \frac{(v_2 - v_1)}{t}$$

வேகம் = கோண வேகம் \times ஆரை (சமன்பாட்டின் படி)

$$v_2 = \omega_2 r$$

$$v_1 = \omega_1 r$$

எனவே,
$$F = m r \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{t}$$

கோண ஆர்முடுகல் $(\alpha) = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{t}$

ஆகவே,
$$F = m r \alpha$$

இரு புறமும் r இனால் பெருக்கும் போது,

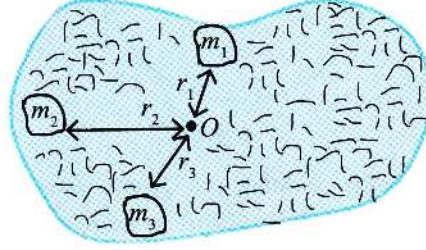
$$F r = m r^2 \alpha$$

முறுக்கம் (τ) = $F r$ ஆகும்.

$$\tau = m r^2 \alpha$$

மேலும், இதற்கு முன் முறுக்கம், சடத்துவத் திருப்பம் மற்றும் கோண ஆர்முடுகல் என்பனவற்றிற்கிடையிலான தொடர்பு $\tau = I \alpha$ எனும் சமன்பாட்டினால் காட்டப்பட்டது. இதற்கமைய திணிவு m ஆகவுள்ள புள்ளித் திணிவொன்று குறித்த அச்ச ஒன்றிலிருந்து r தூரத்தில் உள்ள போது அதில் தொழிற்படும் சடத்துவத் திருப்பம் $I = m r^2$ ஆகும்.

இதற்கமைய புள்ளித் திணிவல்லாத பொருள் ஒன்றை கருதினால் அது $m_1, m_2, m_3 \dots$ போன்ற புள்ளித் திணிவுகளின் கட்டமைப்புக்களின் கூட்டுத்தொகையாகும் எனக் கருதலாம். அவ்வொவ்வொரு புள்ளித் திணிவும் சுழலும் அச்சிலிருந்து பொருளின் மையத்திற்கு உள்ள செங்குத்து தூரங்கள் முறையே r_1, r_2, r_3, \dots என்க.



தாளிற்கு செங்குத்தாக புள்ளி O இனூடாகச் செல்லும் அச்ச பற்றி சுழலும் பொருள் ஒன்று இங்கு n திணிவுகள் காணப்படுகின்றன எனின், மொத்த சடத்துவ திருப்பம்

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots + m_n r_n^2$$

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 \text{ எனக் காட்டலாம்.}$$

பல்வேறு பொருள்களின் சடத்துவத் திருப்பம் கீழ்வரும் அட்டவணை 1.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

		உரு	சடத்துவத் திருப்பம்
மையம் O பற்றி வளையம் ஒன்றின் சடத்துவத் திருப்பம்	திணிவு = m ஆரை = r		$m r^2$
மையம் O பற்றி தட்டு ஒன்றின் சடத்துவத் திருப்பம்	திணிவு = m ஆரை = r		$\frac{1}{2} m r^2$
விட்டத்தினூடாகச் செல்லும் அச்ச பற்றி திண்மக் கோளம் ஒன்றின் சடத்துவத் திருப்பம்	திணிவு = m ஆரை = r		$\frac{2}{5} m r^2$
விட்டத்தினூடாகச் செல்லும் அச்ச பற்றி பொற் கோளம் ஒன்றின் சடத்துவத் திருப்பம்	திணிவு = m ஆரை = r		$\frac{2}{3} m r^2$

அட்டவணை 1.1

சடத்துவத் திருப்பம் உயர்வாகக் காணப்படுவதனால் பொருளிற்கு உயர் கோண ஆர்முடுகலை வழங்குவதற்காக முறுக்கம் உயர்வடையும். அவ்வாறே சுழன்று கொண்டிருக்கும் பொருள் ஒன்றை நிறுத்துவதற்காக வழங்கப்பட்ட கோண

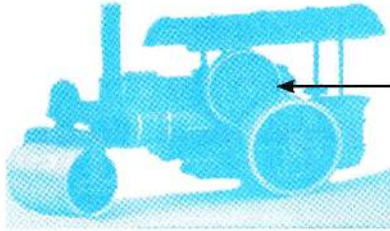
ஆர்முடுகலை அதிகரிப்பதற்கு உயர் முறுக்கம் ஒன்றை வழங்க வேண்டும். இவ்வியல்பு பல்வேறு தேவைகளுக்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவ்வாறு பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- தையல் இயந்திரத்தில் உள்ள இயக்க சில்லின் மூலம் பாதத்தினால் விசை வழங்கப்படாத போதும் இயந்திரத்தின் பகுதிகளை இயங்கச் செய்யலாம்.

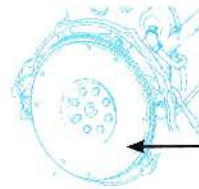


தையல் இயந்திரம்

- எஞ்சின்களில் காணப்படும் இயக்க சில்லுகளினால் அடிக்கடி சக்தி வழங்கப்படும் போது ஏற்படும் மோதல்கள் குறைக்கப்படுகின்றன. சக்தி வழங்கப்படும் கால இடைவெளியில் எஞ்சினின் சுழற்சி பேணப்படும்.



பாதை புனரமைக்கும் இயந்திரம்



மோட்டார் வண்டியின் சில்லு

உதாரணம் 4

1. சர்வ சமனான ஆரையையும் திணியையும் உடைய சில்லுகள் பொருத்தப்பட்ட இரு சைக்கிள்கள் A, B என்க. A இனது சில்லுகள் சீரான திணியையுடைய வட்ட வடிவான தட்டினால் ஆனவை. B இனது சில்லு இலேசான அச்சாணியொன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டு மொத்த திணிவும் சில்லின் பரிதியில் காணப்படுமாறு ஆகும். இரு சைக்கிள்களும் ஒரே வேகத்தில் இயங்கச் செய்யப்பட்டு வழங்கப்படுவது நிறுத்தப்படுகின்றது. குறுகிய நேரத்தில் ஓய்வடையும் சைக்கிள் எது எனக் கண்டறிக.

சில்லு A தட்டு ஒன்றின் வடிவில் ஆக்கப்பட்டிருப்பதுடன் சில்லு B வளையம் ஒன்றின் வடிவில் ஆக்கப்பட்டிருப்பதனால் அவற்றின் சடத்துவத் திருப்பம் பின்வருமாறு அமையும்.

சில்லு A இன் சடத்துவத் திருப்பம் $(I_A) = \frac{m r^2}{2}$ ஆகும்.

சில்லு B இன் சடத்துவத் திருப்பம் $(I_B) = m r^2$ ஆகும்.

சில்லு A இன் சடத்துவத் திருப்பத்தை விட சில்லு B இன் சடத்துவத் திருப்பம் உயர்வாகும். பாதையின் உராய்வு காரணமாக முறுக்கம் ஏற்படும். A, B ஆகிய சில்லுகளில் பிரயோகிக்கப்படும் முறுக்கம் சமனாகும். $\tau = I \alpha$ எனும் சமன்பாட்டிற்கிணங்க (A இன் கோண அமர்முடுகல் α_A எனவும் B இன் கோண அமர்முடுகல் α_B எனவும் கொள்க.)

$$\tau = I_A \alpha_A$$

$$\tau = I_B \alpha_B$$

$$\therefore I_A \alpha_A = I_B \alpha_B$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$$

எனவே, சடத்துவத் திருப்பம் உயர்வாகவுள்ள சில்லு B ஐயுடைய சைக்கிளின் கோண அமர்முடுகல் α_B சில்லு A ஐயுடைய சைக்கிளின் கோண அமர்முடுகலை விட குறைவாகும். எனவே சைக்கிள் A சீக்கிரமாக ஓய்விற்கு வரும்.

1.10 ⇒ கோண உந்தம் L (angular momentum)

கோண உந்தம் எனப்படுவது சடத்துவத் திருப்பத்தினதும் கோண வேகத்தினதும் பெருக்கமாகும்.

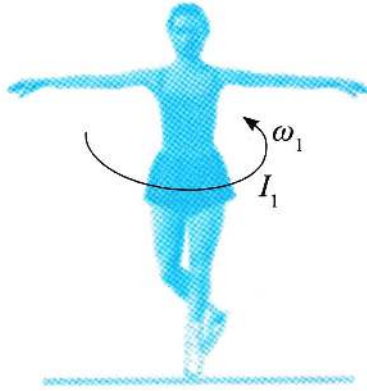
இது $L = I \omega$ எனும் சமன்பாட்டினால் காட்டப்படலாம்.

கோண வேகம் rad s^{-1} எனும் அலகினாலும் சடத்துவத் திருப்பம் kg m^2 எனும் அலகினாலும் தரப்படும் போது கோண உந்தம் $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ எனும் அலகினால் தரப்படும்.

பொருள் ஒன்றின் மீது வெளி முறுக்கம் பிரயோகிக்கப்படாத போது அதன் கோண உந்தம் காக்கப்படும். எனவே, யாதாயினுமொரு கோண வேகத்தில் சுழலும் பொருள் ஒன்று முறுக்கத்தை மாற்றும் போது கோண வேகம் மாறும். அதாவது கோண வேக அதிகரிப்பிற்கு முறுக்கம் குறைவடைவதும் கோண வேகம் குறைவடைவதற்கு முறுக்கம் அதிகரிப்பதும் காரணமாகும்.

கோண உந்தம் காக்கப்படும் சந்தர்ப்பங்களையும் அதன் பிரயோகங்களையும் அறிந்து கொள்வோம்.

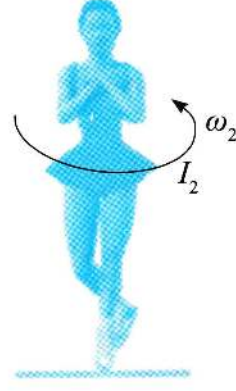
- பனி மீது நடனமாடுபவர்கள் கால் விரல் நுனியில் நின்றபடி நடனமாடுவதனைப் பரவலாக அவதானிக்கலாம். ஆரம்பத்தில் இரு கைகளையும் பக்கவாட்டில் நீட்டியபடி சுழலுவார்கள். பின்பு கைகளை முடக்கிக் கொள்வார்கள். அதன் போது சுழற்சி வேகம் பாரிய அளவில் அதிகரிப்பதனை அவதானிக்கலாம்.



கைகளை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் போது

கைகளை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் போது (I_1) சடத்துவ திருப்பம்

கைகளை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் போது (ω_1) கோண வேகம்

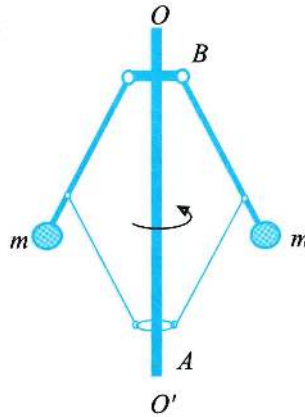


கைகளைப் மடக்கிக் கொண்டிருக்கும் போது

கைகளைப் மடக்கிக் கொண்டிருக்கும் போது (I_2) சடத்துவ திருப்பம்

கைகளைப் மடக்கிக் கொண்டிருக்கும் போது (ω_2) கோண வேகம்

- கிரம்போன் போன்ற உபகரணங்களின் தட்டுக்களின் சுழற்சி வேகத்தை மாறாப் பெறுமானத்தில் பேணுவதற்காக சடத்துவத் திருப்பம் மாறக் கூடியவாறு சுமை வைக்கப்பட்டுள்ளது.



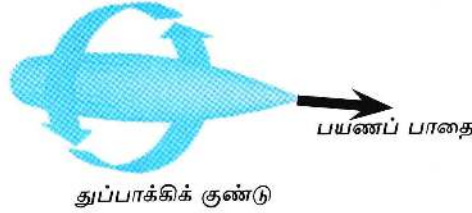
உரு 1.8

OO' தண்டு அச்ச குறித்த கோண வேகத்தில் சுழலக் கூடியவாறு சுருளி வில்லினால் சக்தி வழங்கப்படும். இதன் போது திணிவு m குறித்த உயரத்திற்கு உயர்ந்து காணப்படும். அச்ச OO' இன் வழியே மேலேயும் கீழேயும் செல்லக் கூடியவாறான புயம் A இற்கு நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ள புயம் B இற்கும் நெம்புகோல்களினால் திணிவுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வில் நீட்சியடையும் போது வழங்கப்படும்

சக்தி குறைவடையும். இதன் போது 00' இன் சுழற்சி வேகம் குறைவடையும். சுழற்சி வேகம் குறைவடையும் போது திணிவு m தாழ்வடையும். இதன் போது சடத்துவத் திருப்பம் குறைவடையும் எனவே முழு அச்சின் கோண வேகம் பழைய நிலையை அடையும்.

• துப்பாக்கிக் குண்டு ஒன்று சுடப்படும் சந்தர்ப்பத்தை ஆராய்வோம்

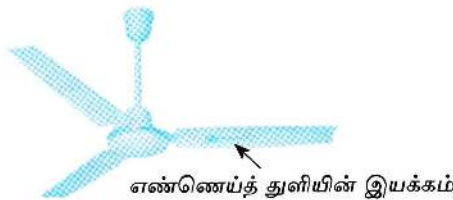
கோண உந்தத்திற்கு குறித்த திசை காணப்படும். முறுக்கத்தினால் கோண உந்தத்தின் பருமனை மட்டுமல்ல அதன் திசையையும் மாற்றலாம். வெளி முறுக்கம் ஒன்று பிரயோகிக்கப்படாத சந்தர்ப்பத்தில் கோண உந்தம் மாறிலியாகும். பொருள் ஒன்றை சுழல விடும் போது அதன் மீது வெளி முறுக்கம் தொழிற்படாத போது அதன் சுழற்சி அச்ச மாறாதிருப்பதற்கு இது ஏதுவாகும். துப்பாக்கிக் குண்டு ஒன்று அதன் பயணத் திசையை சுழற்றி அச்சாகப் பேணுகின்ற ஒரு சுழலும் பொருளாகவே துப்பாக்கியிலிருந்து வெளியேறும். இதன் மீது வெளி முறுக்கம் ஒன்று தொழிற்படாத போது அதன் இலக்கு மாறாமல் பேணப்படும்.



1.11 ⇒ மைய நீக்க விசை (centrifugal force)

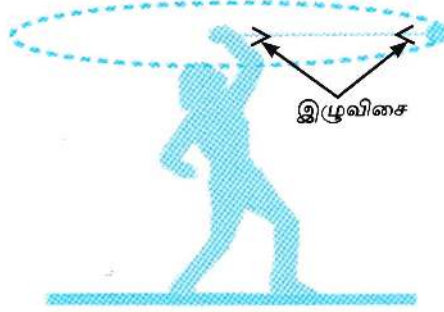
பொருளொன்று யாதாயினுமொரு புள்ளி பற்றி வட்ட இயக்கத்தை ஆற்றும் போது அப்பொருளினால் உணரப்படும் விசை மையநீக்கவிசை எனப்படும். இது சுழற்சி மையத்திலிருந்து வெளி நோக்கித் தொழிற்படும். இது ஓர் கற்பனை விசையாகும்.

- மின் விசிறியின் தட்டு ஒன்றின் மீது எண்ணெய்த் துளியொன்றை வைத்து மின்விசிறியைச் சுழற்றுக. இதன் போது எண்ணெய்த் துளி மின் விசிறியின் தட்டின் வழியே சுழற்சி மையத்திலிருந்து வெளி நோக்கிச் சென்றிருப்பதனை அவதானிக்கலாம். இதற்குக் காரணம் எண்ணெய்த் துளியின் மீது தொழிற்பட்ட மைய நீக்க விசை ஆகும்.



உரு 1.9

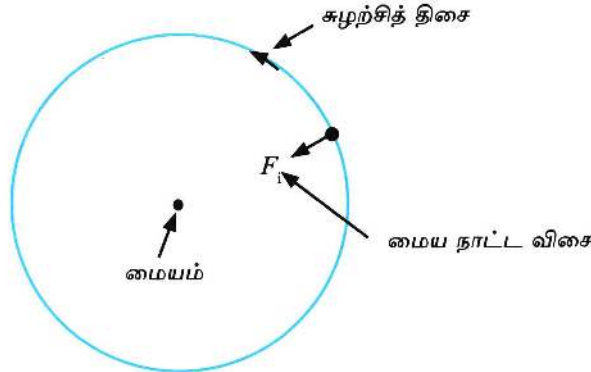
- இழையொன்றின் ஒரு முனையில் திணிவொன்றை இணைத்து மறு முனையைப் பிடித்து அதன் அச்ச வழியே திணிவை கிடையாகச் சுழற்றுக. இதன் போது சுழற்சி மையத்திலிருந்து வெளிநோக்கித் திணிவு செல்ல முயல்வதனைக் கைகள் உணரும்.



உரு 1.10

1.12 ⇒ மைய நாட்ட விசை (centripetal force)

திணிவொன்று வட்ட இயக்கத்தை ஆற்றுவதற்கு மையத்தை நோக்கிய திசையில் விசை ஒன்று தொழிற்படுவது அவசியமாகும். அவ்வாறு இல்லாத சந்தர்ப்பத்தில் அத்திணிவு வட்டப்பாதையின் மையத்திலிருந்து அப்பால் செல்லும். மைய நாட்ட விசை எனப்படுவது, வட்ட இயக்கத்தை ஆற்றும் பொருள் ஒன்றின் மீது மையத்தை நோக்கிய திசையில் தொழிற்படும் விசையாகும்.

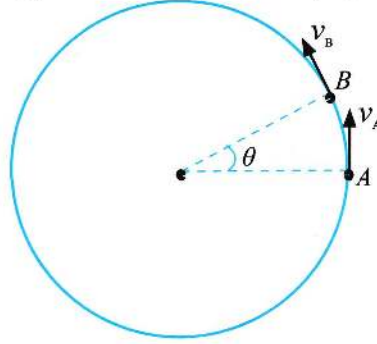


உரு 1.11

மாறா சுழற்சி வேகத்தையுடைய பொருள் ஒன்றின் மீது தொழிற்படும் மைய நீக்க விசை, மைய நாட்ட விசை என்பன சமனாகும். மைய நாட்ட விசை F_i மைய நீக்க விசை F_o எனின், $F_i = F_o$ ஆகும். வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருள் ஒன்றின் மைய நாட்ட விசையில் பொருளின் திணிவு, வட்டப்பாதையின் ஆரை மற்றும் கோண வேகம் அல்லது பொருளின் வேகம் என்பன தாக்கம் செலுத்தும்.

1.13 ⇒ மைய நூட்டல் ஆர்முடுகல் (centripetal acceleration)

ஆரை r ஆகவுள்ள வட்டப்பாதையில் இயங்கும் m திணிவுடைய பொருள் ஒன்று மாறா தொடலி வேகத்துடன் பயணம் செய்யும் போது வேகத்தின் பருமன் மாறாதாயினும் அதன் திசை மாறும். அதாவது வேகம் மாறுபடும். (உரு 1.12)



உரு 1.12

நிலை A இல் வேகம் \vec{v}_A உம் நிலை B இல் வேகம் \vec{v}_B உம் ஆகும் போது $\vec{v}_B - \vec{v}_A$ எனும் சமன்பாட்டினால் கதி மாறுவதைக் காட்டலாம். இதற்கான காலம் t ஆயும் இம் மிகச் சிறிய கால இடைவெளி t இல் கோண இடப்பெயர்ச்சி θ எனின், $\frac{v_B - v_A}{t}$ எனும் சமன்பாட்டினால் ஆர்முடுகலும் $\frac{\theta}{t}$ எனும் சமன்பாட்டினால் கோண வேகமும் காட்டப்படும்.

\vec{v}_A, \vec{v}_B ஆகியவற்றின் பருமன்கள் சமனாகும். அதனை v என்போம்.

$$\theta = \frac{v t}{r} \quad \text{--- (1)}$$

\vec{v}_B, \vec{v}_A ஆகியவற்றுக்கிடையிலான கோணம் θ எனின்,

$$\theta = \frac{\vec{v}_B - \vec{v}_A \text{ இன் பருமன்}}{v} \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{v t}{r} = \frac{\vec{v}_B - \vec{v}_A \text{ இன் பருமன்}}{v}$$

$$\frac{v^2}{r} = \frac{\vec{v}_B - \vec{v}_A \text{ இன் பருமன்}}{t}$$

$$\frac{\vec{v}_B - \vec{v}_A \text{ இன் பருமன்}}{t} = \text{ஆர்முடுகலின் பருமன்}$$

இவ் ஆர்முடுகலின் திசை மையத்தை நோக்கியதாகக் காணப்படும்.

எனவே, $\frac{v^2}{r}$ மையத்தை நோக்கிய ஆர்முடுகல் (a) எனப்படும்.

$v = r\omega$ என்பதனால் $a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ எனக் காட்டலாம்.

எனவே, மாறா வேகத்தில் வட்டப்பாதையில் இயங்கும் திணிவொன்றின் மையத்தை நோக்கிய திசை வழியே ஆர்முடுகல் $\frac{v^2}{r}$ அல்லது $r\omega^2$ ஆகும்.

எனவே, திணிவு m ஐ உடைய பொருள் ஒன்றின் மீது தொழிற்படும் மைய நாட்ட விசை, மையத்தை நோக்கிய ஆர்முடுகல் மற்றும் திணிவின் அடிப்படையில் பின்வருமாறு காட்டப்படும்.

மைய நாட்ட விசை (F) = திணிவு (m) \times மையத்தை நோக்கிய திசை வழியே ஆர்முடுகல் (a)

$$F = \frac{mv^2}{r} \text{ அல்லது } F = mr\omega^2$$

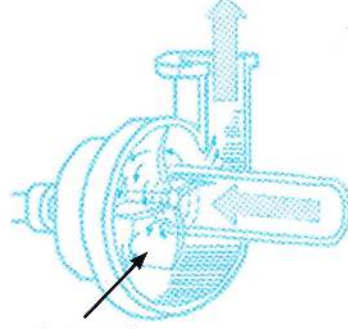
வாகனமொன்று வளைவில் பயணம் செய்யும் போது வாகனத்தின் புவியீர்ப்பு மையத்தில் வளைவிற்கு வெளியே மைய நீக்க விசையொன்று தொழிற்படுவதுடன், அதன் மூலம் வாகனம் பாதையை விட்டு விலகுவதைத் தடுப்பதற்காக அவ் விசைக்கு எதிர் திசையில் வளைவை நோக்கித் தொழிற்படும் விசை மைய நாட்ட விசை எனப்படும். மேலும், பாதையில் தொழிற்படும் உராய்வு விசை மையநாட்ட விசைக்கு உறுதுணையாகும் ஒரு கார்ணியாகும் இவை உரு 1.13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு 1.12

மைய நீக்க விசை (Centrifugal force) தொழிற்படும் சந்தர்ப்பங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

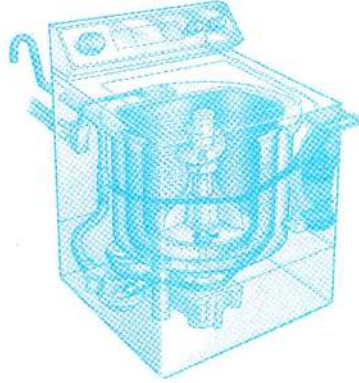
- வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் உந்தித் தள்ளிகளுடனான மின் நீர் பம்பிகளில் நீரை பம்புவதற்காக மைய நீக்க விசை பயன்படுகின்றது. பம்பியின் உந்தித் தள்ளி சுழலும் போது நீர் சுழற்சி அச்சிலிருந்து அப்பால் விசிறப்படும். இதன் போது உந்தித்தள்ளியின் மையப் பகுதியில் அழுக்கம் குறைவடையும். இப்பகுதிக்கு நீர் பாய்ந்து வரும். சுழற்சி அச்சிலிருந்து தொலைவிற்குத் தள்ளப்படும் நீர் பாய்ச்சப்படும்.



உந்தித் தள்ளி

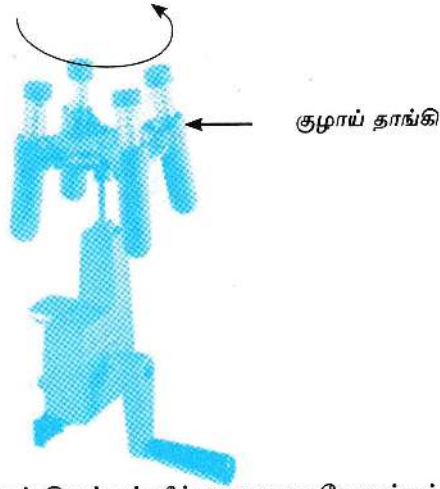
உரு 1.13 மைய நீக்க நீர் பம்பி

- மைய நீக்க துணி உலர்த்தும் இயந்திரம் நவீன யுகத்தில் வீட்டு வேலை செய்யும் பெண்மணிகளினால் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் மூலம் சலவை செய்யப்பட்ட துணிகளை வெயிலில் இட்டு உலர்த்துவதற்குப் பதிலாக சுலபமாகவும் எளிதாகவும் துணிகளை உலர்த்தலாம். இதனுள் துளைகளுடனான உருளை வடிவான தாங்கியொன்று காணப்படுகின்றது. அதனுள் துணிகளை இட்டு சுழற்றும் போது, நீர்த்துளிகளின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் மைய நீக்க விசை காரணமாக அவை உருளையினுள் உள்ள துளைகளினூடாக வெளியே செல்லும்.



உரு 1.14

- இரசாயன ஆய்வு கூடங்களில் வீழ்படிவுகளை வேறாக்கும் இயந்திரம் பரவலாக காணப்படுகின்றது. அதில் காணப்படும் பரிசோதனைக் குழாய் தாங்கிகளில் உரிய திரவம் இடப்பட்ட பரிசோதனைக் குழாய்கள் தொங்கவிடப்பட்டு வேகமாகச் சுழற்றப்படும் போது குழாயின் ஓரங்களில் வீழ்படிவுகள் படையும்.



உரு 1.15 கையினால் இயங்கும் வீழ்ப்படிவுகளை வேறாக்கும் இயந்திரம்

உதாரணம் 5

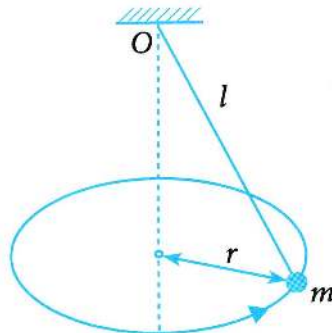
- ஆரை 40 m ஆகவுள்ள வளைவான பாதையொன்றில் சைக்கிள் ஒன்று 2 m s^{-1} வேகத்துடன் பயணம் செய்கின்றது. சைக்கிளில் தொழிற்படும் மைய நீக்க விசையைக் காண்க. (சைக்கிளின் நிறை 500 N என்க.)

திணிவு m ஆரை r வேகம் v மையநீக்க விசை F என்க.

$$\text{மைய நீக்க விசை} = \text{திணிவு} \times \frac{(\text{வேகம்})^2}{\text{ஆரை}}$$

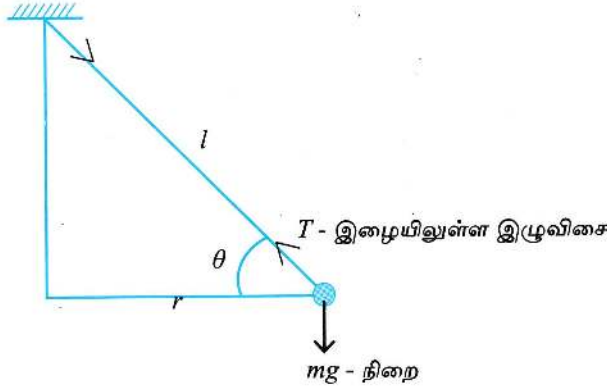
$$\begin{aligned} F &= m \times \frac{v^2}{r} \\ &= 10 \times \frac{2^2}{40} \\ &= \frac{10 \times 4}{40} \text{ N} \\ &= 1 \text{ N} \end{aligned}$$

-



உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கூரையிலுள்ள புள்ளி O உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள l நீளமான இழையொன்றின் மறு முனைக்கு m திணிவு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அது O இனூடான நிலைக்குத்து அச்சு பற்றி r ஆரையுடைய வட்டப்பாதையில் இயங்குகின்றது. திணிவு m இன் மீது தொழிற்படும் விசைகளைக் குறிக்க.

$l = \sqrt{5}$ m, $r = 1$ m மற்றும் $m = 0.5$ kg உம் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் $= 10$ ms⁻² எனின், கோண வேகத்தை காண்க.



மைய நாட்ட விசை $F = T \cos \theta$ ——— ①

நிறை $mg = T \sin \theta$

∴ $\frac{mg}{\sin \theta} = T$ ——— ②

①, ② இலிருந்து

$$F = \frac{mg \cos \theta}{\sin \theta}$$

$$= \frac{mg}{\tan \theta}$$

$$F = \frac{mg \cdot r}{\sqrt{l^2 - r^2}}, \quad \tan \theta = \frac{\sqrt{l^2 - r^2}}{r}$$

$$F = \frac{0.5 \times 10 \times 1}{\sqrt{5 - 1}} \text{ N}$$

$$= \frac{5 \times 1}{\sqrt{4}} \text{ N}$$

$$= 2.5 \text{ N}$$

மைய நாட்ட விசை F , கோண வேகம் ω எனின்,

$$\begin{aligned} \text{மைய நாட்ட விசை } F &= m r \omega^2 \\ 2.5 &= 0.5 \times 1 \times \omega^2 \\ \sqrt{\frac{2.5}{0.5}} &= \omega \\ \text{எனவே கோண வேகம் } (\omega) &= \sqrt{5} \text{ rad s}^{-1} \end{aligned}$$



பயிற்சி

- (1) ஒரு யன்னல் மேல் நோக்கித் திறக்கக் கூடியவாறு பொறுத்தப்பட்டுள்ளது. அதனை திறக்கும் போது அது கிடையுடன் 30° சாய்ந்து காணப்படுகின்றது எனின், கோண இடப்பெயர்ச்சியை ஆரையனில் காண்க.
- (2) மோட்டார் வண்டியொன்றின் சில்லு செக்கனுக்கு 2 சுற்றுக்கள் சுழலுகின்றது. சில்லின் கோண வேகத்தை செக்கனுக்கு ரேடியன்களில் (rad s^{-1}) காண்க.
- (3) மென்மையான தாங்கும் உருளையினாலான அச்சாணியையுடைய சில்லு ஒன்று காணப்படுகின்றது. அதனை அச்சாணியின் ஒரு முனையில் தொடுக்கப்பட்டுள்ள கைப்பிடியினால் சுழற்றலாம். ஓய்விலிருந்த சில்லிற்கு 30 செக்கன்களினுள் செக்கனுக்கு 4 சுழற்சிகள் என்றவாறானதொரு அதிர்வெண் வழங்கப்பட்டது. சில்லின் கோண ஆர்முடுகலைக் காண்க.
- (4)
 - (a) திணிவு 5 kg ஆகவுள்ள திண்மக் கோளம் ஒன்றின் ஆரை 0.2 m ஆகும். அதன் மையத்தினூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்து அச்சு பற்றி அதன் சடத்துவத் திருப்பத்தைக் காண்க.
 - (b) அது செக்கனுக்கு 50 சுற்றுக்கள் என்கின்ற சுழற்சி வேகத்தில் சுழற்றப்பட்டு விடப்படுகின்றது. அச்சு சுழற்சி வேகத்தை வழங்குவதற்கு 4 செக்கன்கள் எடுத்தது எனின் கோண ஆர்முடுகலைக் காண்க.
 - (c) மேற்படி ஆர்முடுகலை வழங்கிய முறுக்கத்தைக் கணிக்க.
 - (d) சுழன்று கொண்டிருக்கும் கோள வடிவான பொருள் ஒன்றிற்கு மேலாக அதன் பரிதியுடன் தொடுபடக் கூடியவாறாக உலோகச் சில்லு ஒன்று போடப்படுகின்றது. அதன் திணிவு 1kg எனின், புதிய தொகுதியின் கோண ஆர்முடுகலைக் காண்க.

2

- வேலை
- இயக்க சக்தி
- அழுத்த சக்தி
- வலு
- பொறிமுறை சக்திக் காப்புத் தத்துவம்
- பொறி ஒன்றின் செயற்றிறன்

வொறிமுறை சக்தி

2.1 ⇒ வேலை (work)

அன்றாட நடவடிக்கைகளின் போது நாம் பல்வேறு வேலைகளைச் செய்கின்றோம். நாம் வேலை செய்யும் போது சக்தி விரயமாகின்றது. நாம் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தி நமது உடற்கலங்களினுள் உணவு ஒட்சியேற்ற மடைவதனால் கிடைக்கின்றது. இதன் போது உணவினுள் சேமிக்கப்பட்டுள்ள இரசாயன சக்தி வெளிவிடப்படுகின்றது. இச்சக்தி நாம்

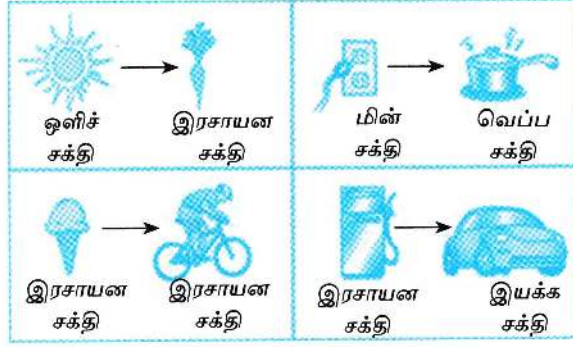
வேலை செய்யும் போது விரயமாகின்றது.

மோட்டார் வண்டி ஒன்று இயங்குவதற்குத் தேவையான சக்தி, பெற்றோல் அல்லது டீசல் போன்ற எரிபொருள்களில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள இரசாயன சக்தி தகனமடையும் போது வெளிவிடப்படுகின்றமையினால் கிடைக்கின்றது.

பௌதிகவியலில் சக்தி எனப்படுவது வேலை செய்யும் ஆற்றல் ஆகும். பல்வேறுபட்ட சக்தி முதல்கள் காணப்படுகின்றன.

பல்வேறு சக்தி முதல்களுக்கு உதாரணங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

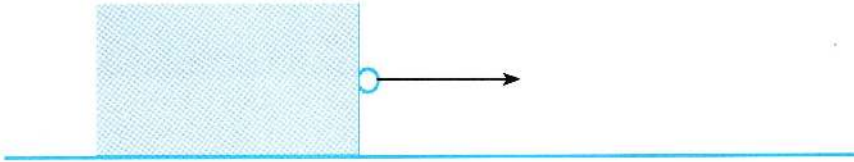
- பொறிமுறை சக்தி
- மின் காந்த சக்தி
- இரசாயன சக்தி
- வெப்ப சக்தி
- மின் சக்தி
- கருச்சக்தி



உரு 2.1

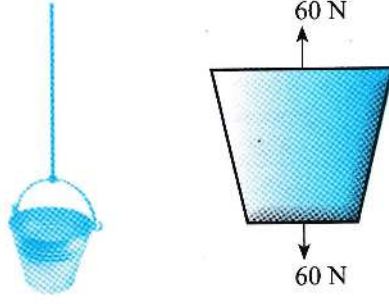
சிறிய மின் மோட்டார் ஒன்றை பற்றரியுடன் தொடுக்கும்போது இரசாயன சக்தி மின் சக்தியாக மாற்றப்படுவதுடன் அம்மின்சக்தி மோட்டாரை இயக்குவதற்குப் பயன்படும். இங்கு மின்சக்தி இயக்க சக்தியாக மாறுகின்றது. இறுதியில் மொத்த சக்தியும் வெப்ப சக்தியாக மாறுகின்றது. சக்தி தொடர்பான கற்கையில் மிக முக்கியமானது சக்திக் காப்புத் தத்துவமாகும். இத்தத்துவத்தின் படி சக்தி எனும் கணியத்தை ஒரு வடிவத்திலிருந்து இன்னுமொரு வடிவத்திற்கு மாற்றலாம் எனினும் அதனை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது எனக் கூறப்படுகின்றது. நாம் மேலே குறிப்பிடப்பட்டவாறு சக்தி மூலங்களை ஒரு வடிவத்திலிருந்து இன்னுமொரு வடிவத்திற்கு மாற்ற மட்டுமே முடியும்.

வேலையொன்றை செய்வதற்கு விசையொன்றை ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கு பிரயோகிக்க வேண்டும். மேசை மீதுள்ள பொருள் ஒன்றை (உரு 2.2 இலுள்ளவாறு) விசையைப் பிரயோகித்து இழுக்கும் போது அதற்கு தடையாகத் தொழிற்படும் உராய்வு விசை போன்ற விசைகளுக்கு எதிராக வேலை செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறான தடை விசைகள் தொழிற்படாத போது பொருள் ஒன்றின் மீது வெளி விசை தாக்கும் போது அது பொருளின் இயக்க சக்தியாக மாற்றமடையும்.



உரு 2.2

நீர் நிரப்பப்பட்ட வாளியொன்றை கிணற்றிலிருந்து மேலே உயர்த்தும் போது புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராக வேலை செய்யப்படுகின்றது. (உரு 2.3) வாளியின் மீது குறித்த விசையொன்றைப் பிரயோகித்து சமநிலையில் பேணினால் அதில் வேலை எதுவும் செய்யப்பட மாட்டாது. அவ்விசை காரணமாக வாளி குறிப்பிட்ட உயரத்திற்கு உயர்ந்தால் மட்டுமே வேலை ஒன்று செய்யப்படும். அதாவது வேலை செய்வதற்காக விசையானது குறித்த தூரத்திற்கு செயற்படுதல் அவசியமாகும்.



உரு 2.3

நீர் நிரப்பப்பட்ட வாளியொன்றை கிணற்றிலிருந்து மேலே உயர்த்தும் போது புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராக வேலை செய்யப்படுகின்றது. (உரு 2.3) வாளியின் மீது குறித்த விசையொன்றைப் பிரயோகித்து சமநிலையில் பேணினால் அதில் வேலை எதுவும் செய்யப்பட மாட்டாது. அவ்விசை காரணமாக வாளி குறிப்பிட்ட உயரத்திற்கு உயர்ந்தால் மட்டுமே வேலை ஒன்று செய்யப்படும். அதாவது வேலை செய்வதற்காக விசையானது குறித்த தூரத்திற்கு செயற்படுதல் அவசியமாகும்.

வேலை = விசை \times விசையின் திசையில் அசைந்த தூரம்

அதாவது, வேலையொன்றை செய்வதற்காகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட புற விசையை அவ்விசையின் திசையில் பொருள் அசைந்த தூரத்தினால் பெருக்குவதன் மூலம் செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமனைக் கணிக்கலாம். விசையை அளக்கும் சர்வதேச அலகு நியூட்டன் (N) ஆகும். 1 N விசையை பிரயோகித்துப் பொருள் ஒன்றை 1 m தூரம் இழுத்துச் செல்லும் போது செய்யப்பட்ட வேலை 1 N m ஆவதுடன் அவ்வேலையின் பருமன் ஒரு ஜூல் (1 J) எனப்படும்.



உரு 2.4

எனவே, 10 N விசையை பிரயோகித்துப் பொருள் ஒன்றை 1 m தூரம் இழுத்துச் செல்லும் போது செய்யப்பட்ட வேலை 10 J ஆகும். 10 N விசையை பிரயோகித்துப் பொருள் ஒன்றை 5 m தூரம் இழுத்துச் செல்லும் போது செய்யப்பட்ட வேலை (10 N \times 5 m) 50 J ஆகும்.

உதாரணம் 1

பொருள் ஒன்றின் திணிவு 2 கிலோகிராம். அதனை 1.5 m இற்கு உயர்த்தும் போது செய்யப்பட்ட வேலை யாது?

பொருளின் திணிவு M புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் (g) = 10 m s^{-2} என்க.

பொருளின் திணிவு $= M$ ($= 2 \text{ kg}$)

பொருளின் நிறை $= Mg$
 $= 2 \times 10 = 20 \text{ N}$

அதனை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான விசை = 20 N

அதனை உயர்த்தும் உயரம் $= 1.5 \text{ m}$

இப்பொருளை 1.5 m உயர்த்தும் போது செய்யப்பட்ட வேலை

$$= \text{விசை} \times \text{விசையின் திசையில் அசைந்த தூரம்}$$

$$= 20 \text{ N} \times 1.5 \text{ m}$$

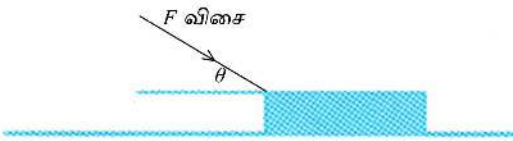
$$= 30 \text{ J}$$

பொருள் ஒன்றைத் தள்ளும் போது அதற்கு சாய்வாக விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டிய சந்தர்ப்பங்கள் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக உரு 2.5 இலுள்ளவாறு பொருள் ஒன்று பின்னால் இருந்து தள்ளப்படும் சந்தர்ப்பத்தைக் குறிப்பிடலாம். இங்கு சாய்வாக பிரயோகிக்கப்படும் விசையை கிடையாகவும் நிலைக்குத்தாகவும் பிரிக்கலாம்.



உரு 2.5

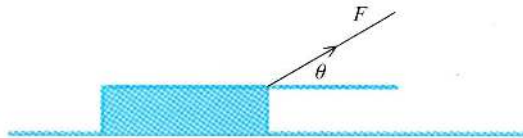
அதனைத் தெளிவுபடுத்திக் கொள்வதற்காகப் பின்வரும் உதாரணத்தை பயன்படுத்தலாம்.



உரு 2.6 (a)

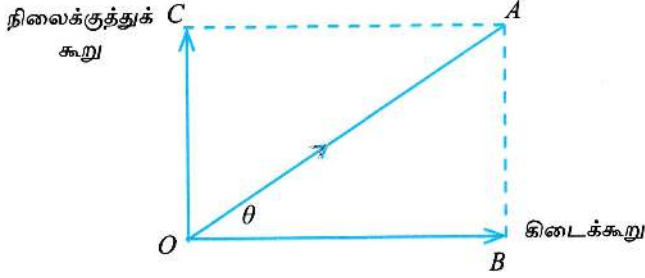
உரு 2.6 (a) இல் காட்டப்பட்டவாறு பொருள் ஒன்று கிடையுடன் θ கோணம் சாய்வாகத் தள்ளப்படுகின்றது.

கீழே உரு 2.6 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பொருள் ஒன்று கிடையுடன் θ கோணம் சாய்வில் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றது.



உரு 2.6 (b)

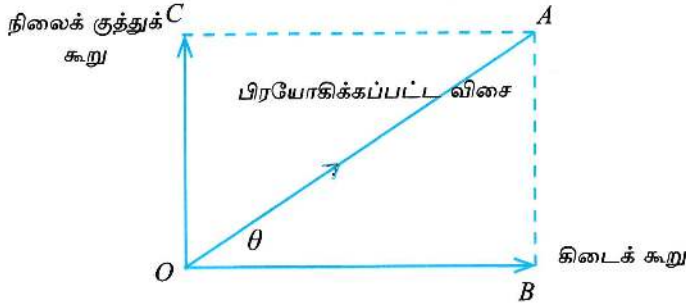
சாய்வாக விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படும் போது அவ்விசை கிடையாகவும் நிலைக்குத்தாகவும் பிரிவதனை நீங்கள் அறிவீர்கள்.



உரு 2.7

இங்கு விசை தொழிற்படுவது, OA திசையிலாகும். இதன் போது அவ்விசை OB திசையிலும் (கிடையாக) OC திசையிலும் (நிலைக்குத்தாகவும்) பிரிந்து செல்லும். (பிரிப்பதையும்) இவ்வாறு விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது அவ்விசையின் கிடைக் கூறினால் மட்டும் வேலை செய்யப்படும். நிலைக்குத்தாகப் பிரிவடைந்துள்ள விசையினால் இடப்பெயர்ச்சி எதுவும் நடைபெறாது.

நாம் அடுத்து இவ்விசைகளின் பிரிந்த கூறுகளின் பெறுமானங்களைக் காண்போம்.



உரு 2.8

$$\cos \theta = \frac{\text{அயற்பக்கத்தின் நீளம்}}{\text{செம்பக்கத்தின் நீளம்}}$$

$$\cos \theta = \frac{OB}{OA}$$

$$OB = OA \cos \theta$$

OA cos theta பொருளை முன்னோக்கி இழுக்கும் விசையாகும்.

உதாரணம் 2

OA இனால் வழங்கப்பட்ட விசை 10 N உம் $\theta = 30^\circ$ உம் ஆகும்.

$$\begin{aligned}
 O \text{ எனும் பொருளை முன்னோக்கி இழுக்கப்படும் விசை} &= OA \cos \theta \\
 &= 10 \times \cos 30^\circ \\
 &= 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\
 &= 8.66 \text{ N}
 \end{aligned}$$

நாம் 10 N விசையை 30° சாய்வில் பிரயோகிக்கும் போது அதன் மூலம் வேலை செய்வதற்குப் பிரயோகிக்கப்படும் (செயற்படு) விசை 8.66 N ஆகும். அவ்விசையை பொருள் இழுத்துச் செல்லப்படும் (இயங்கும்) தூரத்தினால் பெருக்கும் போது அவ் விசையினால் செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமனைக் கணிக்கலாம்.

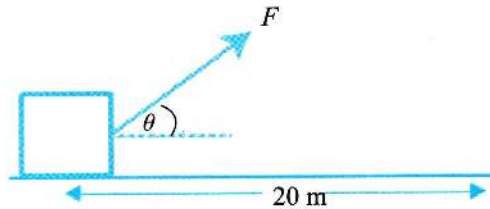
மேலே குறிப்பிடப்பட்ட பொருள் O இழுத்துச் செல்லப்பட்ட தூரம் 20 m எனின்,

$$\begin{aligned}
 \text{செய்யப்பட்ட வேலை} &= 8.66 \text{ N} \times 20 \text{ m} \\
 &= 173.2 \text{ J}
 \end{aligned}$$

விசை F உம் அது கிடையுடன் θ கோணத்தில் பிரயோகிக்கப்பட்டால் செய்யப்பட்ட வேலை $= F \cos \theta \times d$

உதாரணம் 3

குமார், நிமல் மற்றும் கமல் ஆகிய மூவரும் 30 kg திணிவுடைய வண்டியொன்றை 500 N விசையைப் பிரயோகித்து 20 m தூரத்திற்கு இழுக்கின்றார்கள். இங்கு கிடையுடன் 30° கோணத்தில் விசை தொழிற்படுகின்றது. இதன் போது செய்யப்பட்ட வேலை யாது?



$$\begin{aligned}
 \text{இதன் போது செய்யப்பட்ட வேலை} &= F \cos \theta \times d \\
 \text{எனவே செய்யப்பட்ட வேலை} &= 500 \text{ N} \times \cos 30^\circ \times 20 \text{ m} \\
 &= 500 \text{ N} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 20 \text{ m} \\
 &= 8660 \text{ N m} \\
 &= 8660 \text{ J}
 \end{aligned}$$

2.2 ⇨ இயக்க சக்தி

இயங்கும் அல்லது சுழலும் பொருள் ஒன்றின் இயக்கம் காரணமாக அப்பொருளில் காணப்படும் சக்தி இயக்க சக்தி (kinetic energy) எனப்படும். இயங்கும் மோட்டார் வண்டி, இயங்கும் பந்து ஒன்று, அசையும் காற்று, பாயும் நீர் மற்றும் இயங்கும் அனைத்துப் பொருள்களிலும் காணப்படுவது, இயக்க சக்தியாகும்.

இயக்க சக்தி இரு வகைப்படும்.

↪ ஏகபரிமாண இயக்க சக்தி

↪ சுழற்சி இயக்க சக்தி

ஏகபரிமாண இயக்க சக்தி

நேர்கோட்டில் இயங்கும் பொருள் ஒன்றில் அடங்கியிருப்பது ஏகபரிமாண இயக்க சக்தியாகும். பின்வரும் விடயங்களை ஆராய்வதன் மூலம் ஏகபரிமாண இயக்க சக்தியில் தாக்கம் செலுத்தும் காரணிகளைக் கண்டறியலாம்.

துப்பாக்கி ரவையின் திணிவு சிறியது. எனினும் அது துப்பாக்கியிலிருந்து வெளியேறுவது மிகப்பெரிய வேகத்துடனாகும். இந்த ரவையின் உயர் இயக்க சக்திக்குக் காரணமாகவது, அதன் வேகமாகும். மோட்டார் வண்டியின் திணிவு உயர்வாகும். அது மெல்ல இயங்கும் போதும் அதன் இயக்க சக்தி உயர்வாகும். வாகனங்களினால் நிகழும் விபத்துக்களைப் பற்றி சிந்தித்தால் இதனை விளங்கிக் கொள்ளலாம்.

இதிலிருந்து ஏகபரிமாண இயக்க சக்தியில் தாக்கம் செலுத்தும் பிரதான காரணிகள் இரண்டு காணப்படுகின்றமை தெளிவாகின்றது.

↪ (பொருளின்) திணிவு (m)

↪ (பொருளின்) வேகம் (v)

இயக்கசக்தியின் குறியீட்டை E_k எனக் குறிப்பிட்டால் இயக்க சக்தியைப் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டலாம்.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

சுழற்சி இயக்க சக்தி

சுழற்சி இயக்க சக்தி எனப்படுவது, சுழற்சி இயக்கத்தில் ஈடுபட்டுள்ள பொருள்களின் ஆக்கத் துணிக்கைகளில் அடங்கியுள்ள சக்தியாகும். சிறிய பம்பரமொன்றை மிக வேகமாகச் சுழற்றி விட்டால் அது அதிக நேரம் சுழலும். விளையாட்டுக் கார் ஒன்றின்

இயக்க சில்லின் நிறை உயர்வெனின் அது அதிக நேரம் சுழலும். அவ்வாறே இயக்க சில்லின் ஆரை உயர்வெனின் அது அதிக நேரம் சுழலும்.

சுழற்சி இயக்க சக்தியில் தாக்கம் செலுத்தும் காரணிகள்

☞ சடத்துவத் திருப்பம் (I)

☞ கோண வேகம் (ω)

சுழற்சி இயக்க சக்தியைக் கணிப்பதற்குப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

$$\text{சுழற்சி இயக்க சக்தி} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

கோண வேகம் (angular velocity)

குறித்த நேரத்தில் பொருள் ஒன்று திரும்பிய கோணத்தை அதற்கு எடுத்த நேரத்தினால் வகுப்பதன் மூலம் கோண வேகம் துணியப்படும்.


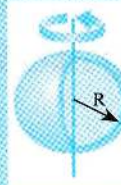

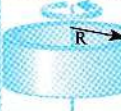
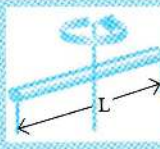
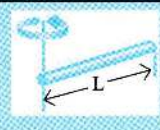
$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

கோண வேகத்தின் அலகு rad s^{-1} ஆகும். (செக்கனுக்கு ஆரையன்கள்) கோண வேகத்தை அளப்பதற்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அலகு நிமிடத்திற்கு சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை, செக்கனுக்கு சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை என்பனவாகும்.

சடத்துவத் திருப்பம் (moment of inertia)

சடத்துவத் திருப்பம் எனப்படுவது, சுழலுவதற்குப் பொருள் ஒன்று காட்டும் விருப்பமின்மை தொடர்பான அளவீடாகும். அது ஏகபரிமாண இயக்கத்தில் திணிவுக்கு இணையான ஒரு கணியமாகும். மையத்திலிருந்து r தூரத்திலுள்ள புள்ளித் திணிவு M இனது சடத்துவத் திருப்பம் $M r^2$ ஆகும்.

நாம் பயன்படுத்தும் சில பொருள்களும் அவற்றின் சடத்துவத் திருப்பமும் அட்டவணை 2.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பொருள்	சுழற்சி அச்ச	சடத்துவத் திருப்பம்
திண்மக் கோளம்	புவியீர்ப்பு மையத்தினூடு செல்லும் அச்ச	$\frac{2}{5} MR^2$ 
பொற்கோளம்	புவியீர்ப்பு மையத்தினூடு செல்லும் அச்ச	$\frac{2}{3} MR^2$ 
திண்ம உருளை	புவியீர்ப்பு மையத்தினூடு செல்லும் அச்ச	$\frac{1}{2} MR^2$ 
வளையம்	புவியீர்ப்பு மையத்தினூடு செல்லும் அச்ச	MR^2 
நீண்ட மெல்லிய கோல்	புவியீர்ப்பு மையத்தினூடு கோலுக்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்ச	$\frac{1}{12} ML^2$ 
நீண்ட மெல்லிய கோல்	கோலுக்கு செங்குத்தாக கோலின் ஒரு அந்தத்தினூடு செல்லும் அச்ச	$\frac{1}{3} ML^2$ 

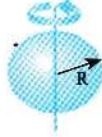
அட்டவணை 2.1

உதாரணம் 4

மனிதனொருவன் 7 kg திணிவும் 10.9 cm ஆரையுமுடைய பந்து ஒன்றை 6 m s^{-1} வேகத்துடன் குறுகிய பாதை ஒன்றின் வழியே உருட்டுகின்றான். பொருளின் சுழற்சி இயக்க சக்தியைத் துணிக. பந்து வழக்கவில்லை எனக் கொள்க.

பந்தின் சுழற்சி இயக்க சக்தியை கணிப்பதற்கு அதன் சடத்துவத் திருப்பமும் கோண வேகமும் தெரிந்திருப்பது அவசியமாகும். பந்து திண்மப் பந்து எனக் கருதுவதன் மூலம், அதன் சடத்துவத் திருப்பம் (I) பின்வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$I = \frac{2}{5} MR^2$$



இங்கு M எனப்படுவது பந்தின் திணிவாகும். R எனப்படுவது பந்தின் ஆரையாகும்.

அதாவது, $M = 7 \text{ kg}$, $R = 10.9 \text{ cm} = 0.109 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{எனவே, பந்தின் சடத்துவத் திருப்பம்} &= \frac{2}{5} \times 7 \text{ kg} \times (0.109 \text{ m})^2 \\ &= 0.0333 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

R ஆரையுடைய கோளமொன்றை ω கோண வேகத்துடன் சுழலவிடும் போது அக்கோளம் சுழலும் வேகம் $V = R\omega$ எனும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும். (இச்சமன்பாட்டைப் பெற்றுக் கொள்ளும் முறை தொடர்பாக இதற்கு முன்னைய பாடத்தில் கலந்துரையாடப்பட்டது) இனி நாம் $V = R\omega$ எனும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி பந்தின் கோண வேகத்தைத் துணியோம். மேற்படி சமன்பாட்டிற்கமைய,

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{6 \text{ ms}^{-1}}{0.109 \text{ m}} \\ &= 55 \text{ rad s}^{-1} \quad (\text{இது } \omega \text{ துணியப்படும் சர்வதேச அலகு ஆகும்.}) \end{aligned}$$

இனி நாம் பந்தின் சுழற்சி இயக்க சக்தியைத் துணியோம்.

$$\begin{aligned} \text{சுழற்சி இயக்க சக்தி} &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.0333 \text{ kg m}^2 \times (55 \text{ rad s}^{-1})^2 \\ &= 50.4 \text{ J} \end{aligned}$$

2.3 ⇨ அழுத்த சக்தி

பொருளொன்றின் நிலை காரணமாக அதன் அமைவிடத்திற்கமைய அதில் சேமிக்கப் பட்டுள்ள சக்தி அழுத்த சக்தி எனப்படும்.

அழுத்த சக்தி இரு வகைப்படும்.

- ☞ ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தி (gravitational potential energy)
- ☞ மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி (elastic potential energy)

ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தி

ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தி எனப்படுவது, ஈர்ப்புப் புலத்தினுள் பொருள் ஒன்றின் அமைவிடத்திற்கு அமைய அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி ஆகும். நாம் விரும்பிய யாதாயினுமொரு மட்டத்தில் அழுத்த சக்தியை பூச்சியமாகக் கருதி அம்மட்டம் சார்பாக அழுத்த சக்தியைத் துணியலாம். புவி மட்டத்தை அழுத்த சக்தி பூச்சியமாகவுள்ள மட்டமாகக் கருதுவது சுலபமானதாகும்.

உதாரணம் 5

i. 5 kg திணிவையுடைய பொருள் ஒன்றின் நிறை யாது?

$$\begin{aligned}W &= m g \\W &= 5 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \\&= 50 \text{ N}\end{aligned}$$

ii. இப்பொருள் புவி மட்டத்திலிருந்து 3 m உயரத்திற்கு உயர்த்தப்பட்டதாகக் கருதுக. அதன் போது செய்யப்பட்ட வேலையை கணிக்க.

$$W = 50 \text{ N}$$

எனவே இப்பொருளை நிலைக்குத்தாக மேலே உயர்த்துவதற்கு 50 N விசை அவசியமாகும். இதனை புவி மட்டத்திலிருந்து 3 m உயரத்திற்கு உயர்த்தும் போது செய்யப்பட்ட வேலை பின்வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$\begin{aligned}\text{செய்யப்பட்ட வேலை} &= 50 \text{ N} \times 3 \text{ m} \\&= 150 \text{ J}\end{aligned}$$

அதாவது, நாம் பொருளை அவ்வுயரத்திற்கு உயர்த்துவதற்கு செலவிட்ட சக்தி 150 J ஆகும்.

iii. அச்சக்திக்கு யாது நிகழும்?

அச்சக்தி அழியாது. எனவே, அது அப்பொருளில் ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தியாகச் சேமிக்கப்படும். அது மீண்டும் 3 m கீழே விழுந்தால் அதன் மூலம் 150 J வேலை செய்யலாம்.

இங்கு 5 kg, 10 m s^{-2} , 3 m என்பனவற்றினால் பெருக்குவதன் மூலம் 150 J பெறப்பட்டது. 5 kg பொருளின் திணிவும் (m), 10 m s^{-2} புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலும் (g), 3 m உயரமும் (h) ஆகும். இதிலிருந்து ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தி $m g h$ இற்கு சமன் என்பது தெளிவாகின்றது. ஈர்ப்பு அழுத்த சக்தி E_p என குறியீட்டில் குறிக்கப்பட்டால்,

$$E_p = m g h$$

மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி

ஒரு கவணில் சிறு கல் ஒன்றை வைத்து அதன் இறப்பர் நாடாவை இழுத்து விடுக. இறப்பர் நாடாவை இழுப்பதற்கு நாம் சக்தியைப் பிரயோகிக்கின்றோம். இங்கு அச்சக்தி மீள்தன்மை அழுத்த சக்தியாகச் சேமிக்கப்படுவதுடன் இறப்பர் நாடாவை விடுவிக்கும் போது அச்சக்தி விரயமாகி கல் தொலைவிற்கு வீசி எறியப்படும். இவ்வாறு நீட்சியடைந்த மீள்தன்மை இழையில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி எனப்படும்.

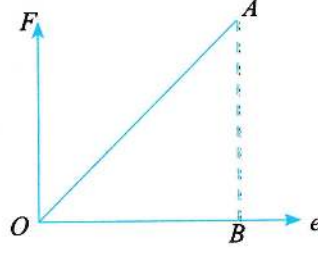
செயற்பாடு 1

- வேறுபட்ட மீள்தன்மையையுடைய சம நீளமான மூன்று இறப்பர் நாடாக்களைப் பெற்றுக் கொள்க. அதனைக் கொண்டு மூன்று கவண்களை ஆக்கிக் கொள்க. இம்மூன்று கவண்களினாலும் ஒரே அளவு விசையைப் பிரயோகித்து குறித்த ஒரு கல்லை எறிக. மிகத் தொலைவிற்கு (அதாவது, மிக வேகமாக) எந்நாடாவினால் கல் எறியப்பட்டது என்பதனை ஆராய்க.
- அடுத்து, சம நீளமான சம மீள்தன்மையுடைய மூன்று இறப்பர் நாடாக்களைப் பெற்றுக் கொள்க. முன்பு குறிப்பிட்டவாறு மூன்று கவண்களை ஆக்கி, அம்மூன்று கவண்களினாலும் வித்தியாசமான பருமன்களையுடைய விசையைப் பிரயோகித்து குறித்த கல்லை தொலைவிற்கு எறிக. கல் விழும தூரம் மற்றும் பிரயோகித்த விசை என்பனவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பைக் கண்டறிக.

இங்கு பிரயோகிக்கப்படும் விசை அதிகரிக்கும் போது நீட்சி (நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்) அதிகரிப்பதுடன், கல் எறியப்படும் தூரமும் அதிகரிப்பதை அவதானிக்கலாம். மேலும், மீள்தன்மை குறைவான இறப்பர் நாடாவை பயன்படுத்திய சந்தர்ப்பத்தில் கல் மிகத்தொலைவில் சென்று விழுவதுடன், அதிக விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது அதாவது, நீட்சி அதிகரிக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் கல்லின் வேகம் உயர்வாகக் காணப்படுவதையும் அவதானிக்கலாம்.

மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி (E_p), பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை (F), மற்றும் மீள்தன்மை இறப்பர் நாடாவின் நீட்சி (e) என்பனவற்றிற்கிடையிலான தொடர்பு

மீள்தன்மை இறப்பர் நாடாவொன்றிற்கு வேறுபட்ட பருமன்களில் விசைகளைப் பிரயோகிக்கும் போது அவ்விசைக்கு ஒத்த நீட்சியைக் கணிப்பதன் மூலம் பெறப்பட்ட விசை (F) எதிர் நீட்சி (e) வரைபு உரு 2.11 இல் தரப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.9

உரு 2.9 இற்கமைய நீட்சி (e), விசை (F) இற்கு நேர்விகித சமன் என்பதனை அவதானிக்கலாம்.

அதாவது,

எனவே, $F \propto e$

ஆகவே, $\frac{F}{e} = \text{மாறிலி (k)}$

ஆகவே, $F = k e$

மேற்படி உரு 2.9 இல் OAB பிரதேசத்தின் பரப்பளவு மீள்தன்மை அழுத்த சக்திக்குச் சமனாகும்.

வரைபில் OAB பிரதேசத்தின் பரப்பளவு } = $\frac{1}{2} F e$
(மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி E_p)

$E_p = \frac{1}{2} F e$ எனும் சமன்பாட்டில் F இற்குப் பதிலாக $k e$ எனப் பிரதியிடுவோம்.

இதன் படி, $E_p = \frac{1}{2} \times k e \times e$

$E_p = \frac{1}{2} k e^2$

எனவே மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி = $\frac{1}{2} k e^2$

உதாரணம் 6

ஹூக்கின் விதிக்கமையத் தொழிற்படும் 4 kg திணிவையுடைய இலேசான வில் லொன்று நிலைக்குத்தாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள போது நீட்சி 2.5 cm ஆகும். (புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் 9.8 m s^{-2} என்க.)

- a. 1.5 kg திணிவை தொங்க விடும் போது அதில் ஏற்படும் நீட்சி யாது?
- b. இவ்வாறான ஒரு வில்லை இலகு நிலையிலிருந்து 4 cm தூரத்திற்கு இழுப்பதற்கு புற விசை ஒன்றினால் செய்யப்பட வேண்டிய வேலையின் பருமன் யாது?

விசை F , திணிவு m , வில் மாறிலி k , புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g , நீள அதிகரிப்பு (நீட்சி) x என்க.

- a. வில் மாறிலியைக் கணிப்பதற்கு $F=kx$ எனும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்துவோம். அதற்கு அமைய F பின்வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$\begin{aligned} F &= m g \\ F &= (4 \text{ kg}) \times (9.8 \text{ m s}^{-2}) \\ &= 39.2 \text{ N} \end{aligned}$$

இனி $F = kx$ சமன்பாட்டின் மூலம் k ஐக் கணிப்போம்.

$$\begin{aligned} k &= \frac{F}{x} \\ k &= \frac{39.2 \text{ N}}{0.025 \text{ m}} \quad (x = 2.5 \text{ cm} = 0.025 \text{ m}) \\ &= 1568 \text{ N m}^{-1} \end{aligned}$$

வில் மாறிலியின் பருமன் மேற்படி சமன்பாட்டின் மூலம் துணியப்பட்டதால், இனி $F = kx$ எனும் தொடர்பினால் x இன் பருமனைத் துணிவோம்.

$$\begin{aligned} x &= \frac{F}{k} \\ F &= m g \\ F &= (1.5 \text{ kg}) \times (9.8 \text{ ms}^{-2}) \\ &= 14.7 \text{ N} \\ x &= \frac{14.7 \text{ N}}{1568 \text{ N m}^{-1}} \\ x &= 0.009375 \text{ m} \\ x &= 0.9375 \text{ cm} \end{aligned}$$

- b. செய்யப்பட்ட வேலை W என்க.

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} k x^2 \\ W &= \frac{1}{2} \times (1568 \text{ N m}^{-1}) \times (0.04 \text{ m})^2 \quad (x = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}) \\ &= 1.2544 \text{ N m} \\ &= 1.2544 \text{ J} \end{aligned}$$

2.4 ⇒ வலு (power)

வலு எனப்படுவது, வேலை செய்யும் வீதம் ஆகும். குறித்த நேரத்தில் செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமன் தெரியுமெனின், அவ்வேலையின் பருமனை செலவிடப்பட்ட நேரத்தினால் வகுப்பதன் மூலம் வலுவைக் கணிக்கலாம். அதாவது,

$$\text{வலு} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

உதாரணம் 7

10 செக்கன்களில் (10 s) 200 J வேலை செய்யப்பட்டது எனின், அதற்கு செலவிடப்பட்ட வலு எவ்வளவு?

$$\begin{aligned}\text{வலு} &= \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுத்த நேரம்}} \\ \text{வலு} &= \frac{200 \text{ J}}{10 \text{ s}} \\ &= 20 \text{ J s}^{-1}\end{aligned}$$

20 J s⁻¹ எனப்படுவது 20 வாற்று (20 W) சக்தியாகும்.

பொறிமுறை வேலை செய்யப்படும் போதும் மின் சக்தியினால் வேலை செய்யப்படும் போதும் மேலே குறிப்பிட்டவாறு சக்தியைக் கணிக்கலாம்.

உதாரணம் 8

2. பொருள் ஒன்றின் திணிவு 8 kg அதனை 2 m உயரத்திற்கு உயர்த்துவதற்கு எடுத்த நேரம் 10 s.

i. இந்நேரத்தில் செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமன் யாது?

ii. இவ்வேலையை செய்வதற்கான வலு யாது?

(புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ என்க.)

$$\begin{aligned}\text{i. பொருளின் நிறை} &= m g \\ &= 8 \times 10 = 80 \text{ N} \\ \text{பொருளை உயர்த்துவதற்கு பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை} &= 80 \text{ N} \\ \text{அவ்விசை தொழிற்பட்ட தூரம்} &= 2 \text{ m} \\ \text{இதனால் செய்யப்பட்ட வேலை} &= 80 \text{ N} \times 2 \text{ m} \\ &= 160 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ii. அவ்வேலையை செய்வதற்கு எடுத்த நேரம்} &= 10 \text{ s} \\
 \text{வலு} &= \frac{160 \text{ J}}{10 \text{ s}} \\
 &= 16 \text{ J s}^{-1} \\
 &= 16 \text{ W}
 \end{aligned}$$

2. 600 N நிறையையுடைய மனிதனொருவன் 4 m உயரமான படியில் ஏறுவதற்கு 2 நிமிடங்கள் எடுக்கின்றன.

i. மனிதனால் செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமன் யாது?

ii. மனிதனின் வலுவைக் கணிக்க.

i. செய்யப்பட்ட வேலை = விசை × விசையின் திசையில் பொருள் அசைந்த தூரம்

$$\begin{aligned}
 \text{எனவே மனிதனால் செய்யப்பட்ட வேலை} &= 600 \text{ N} \times 4 \text{ m} \\
 &= 2400 \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{எடுத்த நேரம்} &= 2 \text{ நிமிடங்கள்} \\
 &= 120 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$\text{ii வலு} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{வலு} &= \frac{2400 \text{ J}}{120 \text{ s}} \\
 &= 20 \text{ J s}^{-1} \\
 &= 20 \text{ W}
 \end{aligned}$$

60 W மின் விளக்கொன்று அதன் உயர் வலுவில் எரியும் போது ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் 60 J மின் சக்தி விரயமாகின்றது. 1000 W மின் வெப்பமாக்கியொன்றில் செக்கனுக்கு 1000 J சக்தி விரயமாகின்றது.

பெரிய வேலையொன்றை செய்வதற்கு வலு கூடிய உபகரணங்கள் அவசியமாகும். உயர் வலுவை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் அலகுகள் மற்றும் அவற்றிற்கிடையிலான தொடர்புகள் என்பன கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$$\begin{aligned}
 1000 \text{ W} &= 1 \text{ kW} (= 10^3 \text{ W}) \\
 1000 \text{ kW} &= 1 \text{ MW} (= 10^6 \text{ W}) \\
 1000 \text{ MW} &= 1 \text{ GW} (= 10^9 \text{ W})
 \end{aligned}$$

உதாரணம் 9

1000 W (1 kW) மின் கேத்தல் ஒன்று 20 செக்கன்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் விரயமான மின் சக்தி எவ்வளவு?

வலு 1000 W என்பதனால் செக்கனுக்கு 1000 J வீதம் மின் சக்தி விரயமாகும்.

$$\begin{aligned}\text{எனவே, 20 செக்கன்களில் விரயமாகும் மின் சக்தி} &= 1000 \times 20 \\ &= 20\,000\text{ J}\end{aligned}$$

மேற்படி உதாரணங்களிற்கமைய அதிக நேரத்தினுள் விரயமாகும் மின் சக்தியை அளவிடுவதற்கு இங்கு நாம் பயன்படுத்திய அலகாகிய ஜூல் போதியதன்று என்பது தெளிவாகின்றது. எனவே, உயர் மின் சக்திப் பயன்பாட்டை அளப்பதற்கு ஜூலிற்குப் (J) பதிலாக கிலோவாற்று மணி (kW h) எனும் அலகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

கிலோ வாற்று மணி மற்றும் ஜூல் என்பனவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பு

$$\begin{aligned}1\text{ kW} &= 1\,000\text{ W} \\ &= 1\,000\text{ J s}^{-1}\end{aligned}$$

ஒரு மணித்தியாலம் (1 h) = 3 600 செக்கன்கள்

$$\begin{aligned}\text{ஒரு செக்கனுக்கு 1000 ஜூல் வீதம் 3600 s விரயமாகும் சக்தி} &= 1\,000 \times 3\,600\text{ J} \\ &= 3.6 \times 10^6\text{ J}\end{aligned}$$

அதாவது, கிலோவாற்று மணி எனப்படுவது $3.6 \times 10^6\text{ J}$ ஆகும்.

$$(1\text{ kW h} = 3.6 \times 10^6\text{ J})$$

உதாரணம் 10

i. 1 kW வலு மின் உபகரணமொன்று 5 மணித்தியாலங்கள் செயற்படுத்தப்படும் போது விரயமாகும் சக்தி எவ்வளவு?

$$\text{மின் உபகரணத்தின் வலு} = 1\text{ kW}$$

$$\text{உபகரணம் செயற்பட்ட காலம்} = 5\text{ h}$$

$$\text{விரயமாகும் சக்தி} = 1\text{ kW} \times 5\text{ h}$$

$$\text{விரயமாகும் சக்தி} = 5\text{ kW h}$$

- ii. 2 kW வலு மின் உபகரணம் ஒன்று 5 மணித்தியாலங்கள் (5 h) தொழிற்படும் போது விரயமாகும் சக்தி எவ்வளவு?

$$\begin{aligned} \text{மின் உபகரணத்தின் வலு} &= 2 \text{ kW} \\ \text{உபகரணம் செயற்பட்ட காலம்} &= 5 \text{ h} \\ \text{விரயமாகும் சக்தி} &= 2 \text{ kW} \times 5 \text{ h} \\ &= 10 \text{ kW h} \end{aligned}$$

வீட்டில் பாவிக்கப்படும் மின் சக்தியின் அளவை கணித்தல்

பாவிக்கப்படும் மின் சக்தி கிலோ வாற்று மணி எனும் அலகினால் அளக்கப்படும்.

உதாரணம் 11

500 W மின் வெப்பமாக்கி ஒன்று மாதம் ஒன்றிற்கு 10 மணித்தியாலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது எனின், அதற்குச் விரயமாகும் மின் சக்தியின் அளவைக் கணிக்க.

$$\begin{aligned} \text{வலு} &= 500 \text{ W} \\ &= \frac{500}{1000} \text{ kW} \end{aligned}$$

பயன்படுத்திய காலம் = 10 h

$$\begin{aligned} \text{விரயமாகிய மின் சக்தியின் அளவு} &= \text{kW அளவு} \times \text{h எண்ணிக்கை} \\ &= \frac{500}{1000} \text{ kW} \times 10 \text{ h} \\ &= 5 \text{ kW h} \end{aligned}$$

உதாரணம் 12

ஐந்து 40 W மின் விளக்குகள் 30 மணித்தியாலங்கள் எரியும் போது விரயமாகும் சக்தியின் அளவு யாது?

$$\begin{aligned} \text{வலு} &= 40 \text{ W} \times 5 \\ &= 200 \text{ W} \\ &= \frac{200}{1000} \text{ kW} \end{aligned}$$

மணித்தியாலங்களின் எண்ணிக்கை = 30 h

$$\begin{aligned}
\text{விரயமாகும் மின் சக்தியின் அளவு} &= \text{kW அளவு} \times \text{h எண்ணிக்கை} \\
&= \frac{200}{1000} \text{ kW} \times 30 \text{ h} \\
&= 6 \text{ kW h}
\end{aligned}$$

அன்றாடம் பயன்படுத்தப்படும் சில மின் உபகரணங்களின் வலுவின் பருமன்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

மின் உபகரணம்	வலு (W)
வர்ணத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டி	150
மின் விசிறி	50
கணனி	150
மின் கேத்தல்	2000
மின் அழுத்தி	1000
மடிக்கணனி	50
மைக்ரோ வேவ் அடுப்பு	1500
அடுப்பு	2150
டோஸ்டர்	1500
சலவை இயந்திரம்	500
அரைப்பான்	240 - 480

அட்டவணை 2.2

2.5 ⇒ பொறிமுறைச் சக்திக் காப்புத் தத்துவம்

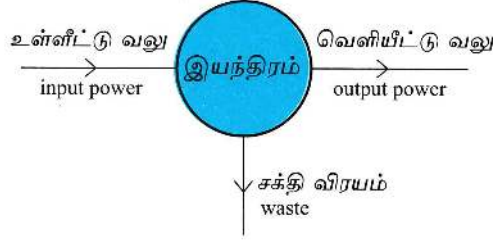
பொறிமுறை சக்தி வேறொரு சக்தி வடிவத்திற்கு மாற்றப்படவில்லை எனின், அழுத்த சக்தியினதும் இயக்க சக்தியினதும் கூட்டுத் தொகை மாறிலியாகும்.

உள்ளீட்டு வலு மற்றும் வெளியீட்டு வலு

இயந்திரமொன்றை இயக்குவதற்கு அதற்கு வழங்கப்பட்ட வலு உள்ளீட்டு வலு ஆகும். யாதயினுமொரு இயந்திரத்திற்கு வழங்கப்படும் வலு இயந்திரத்தின் வெளியீடு ஆகாது. அதற்கான காரணம் உராய்வு போன்ற பல்வேறு காரணிகளினால் இழக்கப் படுவதாகும். எனவே, எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் வெளியீட்டு வலு உள்ளீட்டு வலுவிலும் குறைவாகும்.

உதாரணமாக சிறிய மோட்டார் ஒன்றை சுழற்றுவதற்கு 100 W வலுவை வழங்கும் போது அதன் உள்ளீட்டு வலு 100 W ஆகும். அதாவது இதன் மூலம் ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் 100 J வீதம் மோட்டாருக்கு சக்தி வழங்கப்படும். உராய்வு போன்ற தடை விசைகள் காரணமாக ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் 40 J சக்தி வெப்பமாக விரயமாகின்றது

எனின், மோட்டார் இயங்குவதற்காக ஒவ்வொரு செக்கனிற்கும் அதற்குக் கிடைப்பது 60 J சக்தியாகும். அதாவது, வெளியீட்டு வலு 60 W (60 J s^{-1}) ஆகும்.



உரு 2.10

2.6 ⇒ இயந்திரமொன்றின் செயற்றிறன் (efficiency)

இயந்திரமொன்றின் செயற்றிறனை அளப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படுவது இயந்திரத்தின் செயற்றிறனாகும். உதாரணமாக ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் இயந்திரமொன்றுக்கு 200 J சக்தி வழங்கப்படும் போது ஒரு செக்கனுக்கு செய்யப்படும் வேலை 160 J எனின், இங்கு நடைபெற்றுள்ள சக்தி விரயம் 40 J ஆகும். இங்கு உள்ளீட்டு வலு 200 W ஆகவுள்ளதுடன் வெளியீட்டு வலு 160 W ஆகும்.

$$\text{இவ்வியந்திரத்தின் செயற்றிறன்,} = \frac{160 \text{ W}}{200 \text{ W}} \times 100 \% \text{ ஆகும்.}$$

வெளியீட்டு வலுவினதும் உள்ளீட்டு வலுவினதும் விகிதம் செயற்றிறன் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது, செயற்றிறன்} = \frac{\text{வெளியீட்டு வலு}}{\text{உள்ளீட்டு வலு}} \times 100 \%$$

உதாரணம் 13

ஒரு இயந்திரத்தின் உள்ளீட்டு வலு 500 W ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் அதில் நடைபெறும் சக்தி இழப்பு 200 Jவீதம் எனின்,

- i. வெளியீட்டு வலு மற்றும்
 - ii. செயற்றிறன் என்பனவற்றைக் கணிக்க.
- $$\begin{aligned} \text{i. வெளியீட்டு வலு} &= 500 \text{ W} - 200 \text{ W} \\ &= 300 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ii. உள்ளீட்டு வலு} &= 500 \text{ W} \\
 \text{செயற்றிறன்} &= \frac{\text{வெளியீட்டு வலு}}{\text{உள்ளீட்டு வலு}} \times 100 \% \\
 &= \frac{300 \text{ W}}{500 \text{ W}} \times 100 \% \\
 &= 60 \%
 \end{aligned}$$

உதாரணம் 14

40 W மின் விளக்கு ஒன்று எரியும் போது ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் 30 J மின் சக்தி வெப்பசக்தியாக மாறி விரயமாகின்றது. இவ்விளக்கின் செயற்றிறனைக் காண்க.

ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் வெப்ப சக்தியாக மாறும் மின் சக்தியின் அளவு = 30 J

$$\begin{aligned}
 \text{எனவே வெளியீட்டு வலு} &= 40 \text{ J s}^{-1} - 30 \text{ J s}^{-1} \\
 &= 10 \text{ J s}^{-1} \\
 &= 10 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\text{வெளியீட்டு வலு} = 40 \text{ W}$$

$$\begin{aligned}
 \text{செயற்றிறன்} &= \frac{\text{வெளியீட்டு வலு}}{\text{உள்ளீட்டு வலு}} \times 100 \% \\
 &= \frac{10 \text{ W}}{40 \text{ W}} \times 100 \% \\
 &= 25 \%
 \end{aligned}$$

தங்குதன் மின் விளக்குகளின் செயற்றிறன் குறைவாகும். இதற்குக் காரணம் இங்கு அதிகளவு சக்தி வெப்பமாக விரயமாவதாகும். தங்குதன் மின் விளக்குகளை விட புளொரொளிர்வு விளக்குகளின் செயற்றிறன் உயர்வாகும். அதனை விட CFL மின்குமிழ்களின் செயற்றிறன் மிக உயர்வாகும். மின் சக்தியை விரயமாகாமல் பாவிப்பதற்காக CFL போன்ற குறைந்த வோல்ட்ஜனளவுள்ள மின் குமிழ்களைப் பாவிப்பது மிகச் சிறந்ததாகும்.



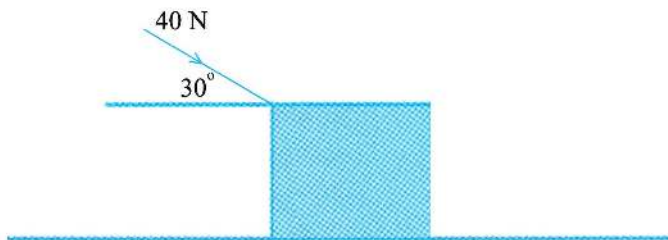
பயிற்சி

1. மனிதனொருவன் குளிர்ச்சாதனப் பெட்டியொன்றை 200 N விசையைப் பயன்படுத்தி 2 m தூரம் தள்ளுகின்றான். அவன் செய்த வேலையின் பருமன் யாது?

2. அட்டவணையை நிரப்புக.

	பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை	விசையின் திசையில் அசைந்த தூரம்	செய்யப்பட்ட வேலை
i	10 N	4 m	.....
ii	25 N	.....	20 J
iii	.....	50 cm	30 J
iv	80 N	.....	60 J
v	.....	0.1 m	40 J

3. கிடையான தளத்தின் மீதுள்ள பெட்டியொன்று தள்ளப்படுவதனை பின்வரும் உரு காட்டுகின்றது. இங்கு பிரயோகிக்கப்படும் விசை 40 N ஆகவுள்ளதுடன் கிடையுடன் ஆக்கும் கோணம் 30° ஆகும். இப்பெட்டி 10 m தூரம் அசையும் போது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கணிக்க.



4. பின்வரும் பொருள்களின் புவி மட்டம் சார்பாக ஈர்ப்பு அழுத்தத்தைக் காண்க. ($g = 10 \text{ m s}^{-2}$ என்க.)

- 2 kg திணிவுள்ள பொருள் ஒன்று 8 m உயரத்தில் உள்ள போது
- மரத்தின் உச்சியிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்ட புவியிலிருந்து 2 m உயரத்திலுள்ள 0.2 kg பொருள் ஒன்று
- 300 m உயரமான மலை உச்சியிலுள்ள 8 kg திணிவுடைய கல் ஒன்று
- 3 m உயரமான மதில் ஒன்றின் மீது உள்ள 250 kg திணிவுள்ள பொருள் ஒன்று

5. மனிதனொருவன் 300 N பொருள் ஒன்றை 12 s இல் 2 m உயரத்திற்கு உயர்த்துகின்றான்.

- மனிதனால் செய்யப்பட்ட வேலை யாது?
- மனிதனின் வலு யாது?

3

- இழுவையும் நீட்சியும்
- இழுவை தகைப்பு விசை
- இழுவை விகாரம்
- இழுவை தகைப்பு எதிர் இழுவை விகாரம் வரைபு
- ஹூக்கின் விதி
- யங்கின் மட்டு
- இழுவைக்குட்பட்ட கம்பி யொன்றில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி

சட்ப்வொருள்களின் யொறியியல் இயல்பு

நீங்கள் அன்றாடம் காணும் பொருள்கள் மீது விசையை (force) பிரயோகிக்கும் போது அவற்றின் தோற்றத்தில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதனை நீங்கள் அவதானித்துள்ளீர்களா?

இறப்பர் நாடா ஒன்றின் மீது விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நீளம் அதிகரிக்கின்றது போலவே அம்மாற்றத்தைத் தெளிவாக அவதானிக்கவும் முடியும். எனினும் உருக்கு போன்ற சில பொருள்களின் மீது விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களை கண்களினால் பார்க்க முடியாது. அவ்வாறே சில பொருள்களின்

மீது விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது தோற்றம் மாற்றமடைவதுடன் அவ்விசையை அகற்றும் போது அது தனது பழைய நிலையை அடையும். அவ்வாறு பழைய நிலையை அடையாத சந்தர்ப்பங்களும் காணப்படுகின்றன.

பல்வேறுபட்ட உற்பத்திகள் அல்லது வேறு தேவைகளுக்காகப் பொருள்களைத் தெரிவு செய்யும் போது அவற்றின் மேற்படி இயல்புகள் தொடர்பாக அறிந்திருத்தல் மிக முக்கியமாகும். இங்கு பொருள்களினுள் காணப்படும் மேற்படி இயல்புகளை ஆராய்வதன் மூலம் அவற்றின் பயன்பாடுகள் தொடர்பாக விளங்கிக் கொள்ளலாம்.

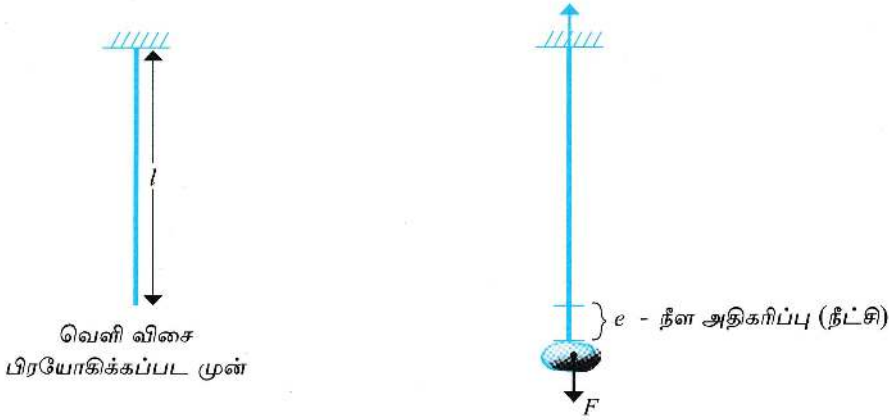
மீள்தன்மை (elasticity)

இறப்பர் துண்டொன்றை நெருக்கும் போது அதன் தோற்றம் மாறுபடும். அதனை விடுவிக்கும் போது பழைய நிலையை அடையும். களி மண் கட்டியொன்றை எடுத்து அதனை நெருக்கும் போது அதன் தோற்றமும் மாறுபடும் எனினும், அதனை மீள விடுவிக்கும் போது பழைய நிலையை அடையாது. இவ்வேறுபட்ட இயல்பு காரணமாக இறப்பர் மீள்தன்மைப் பொருள் எனவும் களிமண் மீள்தன்மையற்ற பொருள் எனவும் அழைக்கப்படும். அதாவது, வெளி விசையின் கீழ் இயற்கைத் தோற்றம் மாறுபட்டு, வெளி விசை அகற்றப்படும் போது பழைய நிலையை அடையும் இயல்பு மீள்தன்மை எனப்படும். இறப்பர் மட்டுமல்ல உலோகம் உட்பட பல பொருள்கள் மீள்தன்மை

இயல்பைக் காட்டும். இறப்பரில் மீள்தன்மை இயல்பு தெளிவாகத் தெரியும். எனினும் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட கம்பியிற்கு வெளி விசை ஒன்றைப் பிரயோகித்து இழுக்கும் போது அதன் நீள அதிகரிப்பு மிகக் குறைவாகும்.

3.1 ⇒ இழுவுயும் (tension) நீட்சியும் (extension)

கம்பியொன்றின் வழியே இருபுறமும் விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நீளம் அதிகரிக்கும். இதன் போது கம்பி நீட்சியடையும். அது இழுவை எனப்படும். இவ்வாறு அதிகரித்த நீளம் நீட்சி எனப்படும். கூரையுடன் பொருத்தப்பட்ட கம்பியொன்றிற்கு வெளி விசையொன்றை பிரயோகிப்பதற்கு முன்பும் வெளிவிசையொன்றைப் பிரயோகித்த பின்புமான இரு சந்தர்ப்பங்களை உரு 3.1 காட்டுகின்றது.



வெளிவிசை பிரயோகிக்கப்பட்ட பின்

உரு 3.1

3.2 ⇒ இழுவை தகைப்பு (tensile stress)

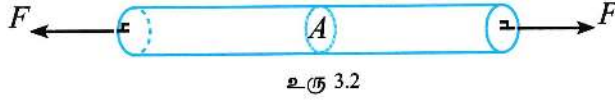
பொருள் ஒன்றின் தோற்றத்தை மாற்றுவதற்காகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையை அவ்விசை பிரயோகிக்கப்பட்ட பரப்பின் பருமனினால் வகுக்கும் போது தகைப்பு (stress) பெறப்படும்.

இதற்கமைய குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A ஆகவுள்ள கம்பியொன்றின் இரு முனைகளுக்கும் F விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது,

$$\text{தகைப்பு} = \frac{\text{விசை}}{\text{குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு}}$$

அதாவது, தகைப்பு = $\frac{F}{A}$ ஆகும். பரப்பளவு m^2 இனாலும் விசை N இனாலும் அளக்கப்படும் போது தகைப்பின் அலகு $N m^{-2}$ ஆகும்.

அலகு குறுக்குவெட்டுப் பரப்பிற்கு செங்குத்தாகத் தொழிற்படும் இழுவிசை இழுவை தகைப்பு எனப்படும். (உரு 3.2)

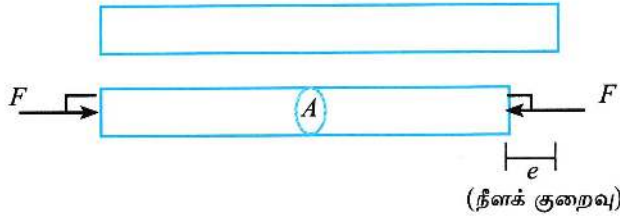


எனவே, இழுவை தகைப்பு = $\frac{F}{A}$

இவ்வாறே, வன்பொருள் ஒன்றின் இரு புறங்களிலும் விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது நெருக்கம் ஒன்று ஏற்படும் போது நீளத்தில் குறைவு ஏற்படும். அதனை நெருக்கல் தகைப்பு எனலாம். (உரு 3.3) இதற்கமைய,

நெருக்கல் தகைப்பு = $\frac{\text{பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை}}{\text{குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு}}$

எனவே, நெருக்கல் தகைப்பு = $\frac{F}{A}$



உரு 3.3

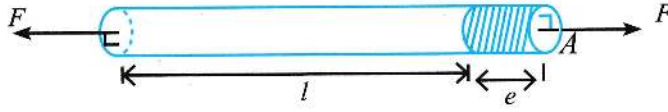
3.3 ⇨ இழுவை விகாரம் (tensile strain)

பொருள் ஒன்றின் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் (நீட்சி) ஆரம்ப நீளத்துடனான விகிதம் இழுவை விகாரம் எனப்படும். உரு 3.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஆரம்ப நீளம் l ஆகவுள்ள இழையொன்றின் மீது விசையொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நீளம் (e) இனால் அதிகரித்தது எனின்,

இழுவை விகாரம் (strain) = $\frac{\text{நீட்சி}}{\text{ஆரம்ப நீளம்}}$

இழுவை விகாரம் = $\frac{e}{l}$ ஆகும். விகாரம் ஆரம்ப நீளத்தின் விகிதமாகையால் அது அலகற்ற கணியமாகும்.

அதாவது, அலகு நீளத்தில் ஏற்படும் நீட்சி இழுவை விகாரம் எனப்படும்.



உரு 3.4

$$\text{இழுவை விகாரம்} = \frac{e}{l}$$

ஆரம்ப நீளம் l , குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு A ஆகவுள்ள இழை ஒன்றின் மீது விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது அதன் நீளத்தில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு e எனின், தகைப்பு எதிர் விகாரம் வரைபு 3.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமையும்.

விகிதசம எல்லை (P)

தகைப்பிற்கு நேர்விகித சமனாக விகாரம் மாறுபடும் உயர் எல்லை விகிதசம எல்லை (proportional limit) எனப்படும். அது வரைபில் P எனும் புள்ளியில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மீள் தன்மை எல்லை (Q)

மீள்தன்மை இயல்பு காணப்படும் உயர் எல்லை மீள்தன்மை எல்லை (elastic limit) எனப்படும். மீள்தன்மை எல்லை வரை மீண்டும் ஆரம்ப வடிவத்தை அடையுமாறு வடிவத்தை மாற்றலாம்.

மீள்தன்மை எல்லையைத் தாண்டுமாறு தகைப்பு விசையை பிரயோகிக்கும் போது நிலையான நிலைமாற்றமொன்று ஏற்படும். அதாவது, வடிவத்தை மாற்றுவதற்காகப் பிரயோகிப்பட்ட விசையை அகற்றினாலும் பொருள் மீண்டும் பழைய வடிவத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளாது. இறப்பர் போன்ற பொருள்களிற்கு P, Q ஆகியவற்றிற்கிடையே பாரிய இடைவெளி காணப்படுகின்றது எனினும் இரும்பு போன்ற பொருள்களிற்கு P, Q என்பன அண்மித்த பெறுமானங்களைக் காட்டும். மீள்தன்மை எல்லையைத் தாண்டுமாறு தகைப்பு விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது பதார்த்தம் பிளாத்திக்கு இயல்பைக் காட்டும். எனவே, தகைப்பு விசை சிறிதளவு அதிகரிக்கும் போது விகாரத்தில் பாரியளவு அதிகரிப்பு ஏற்படும். அவ்வாறான ஒரு அமைவாகிய R' இல் தகைப்பு விசை அகற்றப்படும் போது O' வரை நீட்சி குறைவடையும்.

இளகு நிலைப் புள்ளி (R)

பிரயோகிக்கப்பட்ட தகைப்பு விசையை அகற்றும் போது நிரந்தர உருமாற்றம் 0.2 % வரையான எல்லை இளகுநிலைப் புள்ளி எனப்படும். இளகுநிலைப் புள்ளி R வரை படிப்படியாக தகைப்பு விசையைப் பிரயோகிப்பதனாலும் அகற்றுவதனாலும் பொருளின் மீது பிரயோகிக்கக் கூடிய தகைப்பு விசையை R மட்டம் வரை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். அதாவது பொருளின் சக்தியை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம். உற்பத்தித் தொழிநுட்பத்தில் சில உருக்குக் கம்பி மற்றும் வில் போன்றவற்றின் சக்தியை அதிகரித்தல் இவ்வெவல்லையினுள் மேற்கொள்ளப்படும் தகைப்பு விசையைப் பிரயோகிப்பதனால் மேற்கொள்ளப்படும்.

உடை புள்ளி (S)

பொருள் ஒன்று அல்லது பதார்த்தம் ஒன்றின் பகுதியின் மீது விசையொன்றைப் பிரயோகித்து அதன் உருவத்தை மாற்ற முனையும் போது பொருள் உடையும் புள்ளி உடை புள்ளி எனப்படும்.

உடைவுத் தகைப்பு விசை (breaking stress)

பொருள் ஒன்றின் அல்லது பதார்த்தம் ஒன்றின் பகுதியின் மீது விசையொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நீட்சி படிப்படியாக அதிகரிப்பதுடன் அது மென் மேலும் மெல்லியதாகி இறுதியில் பொருள் உடையும். அதன் உடைவுத் தகைப்பு விசை எனப்படுவது உடையும் சந்தர்ப்பத்தில் கம்பியின் மிக மெல்லிய குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பின் அலகு பரப்பின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை ஆகும்.

3.4 ⇨ ஹூக்கின் விதி (Hooke's law)

ரோயல் சங்கத்தின் ஸ்தாபகர் ரொபர்ட் ஹூக் என்பவரால் 1676 ஆம் ஆண்டு, “விகிதசம எல்லையினுள் மீள்தன்மை இழை ஒன்றில் ஏற்படும் நீட்சி அதனை உருவாக்கும் இழுவிசைக்கு நேர்விகித சமனாகும்” எனக் கண்டுபிடித்தார். இத்தொடர்பு ஹூக்கின் விதி எனப்படும். அதாவது, இழுவிசை (F) எனவும் நீட்சி (e) எனவும் எடுத்தால்,

$F \propto e$ என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

3.5 ⇨ யங்கின் மட்டு (Young's modulus)

விகிதசம எல்லையினுள் இழை அல்லது கம்பியொன்றின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் இழுவை தகைப்பு விசைக்கும் இழுவை விகாரத்திற்கும் இடையிலான விகிதம் அது ஆக்கப்பட்ட திரவியத்தின் **யங்கின் மட்டு** எனப்படும்.

இதற்கமைய,

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

$$\text{இழுவைத் தகைப்பு} = \frac{F}{A} \text{ உம்}$$

$$\text{இழுவை விகாரம்} = \frac{e}{l} \text{ உம் ஆகும்.}$$

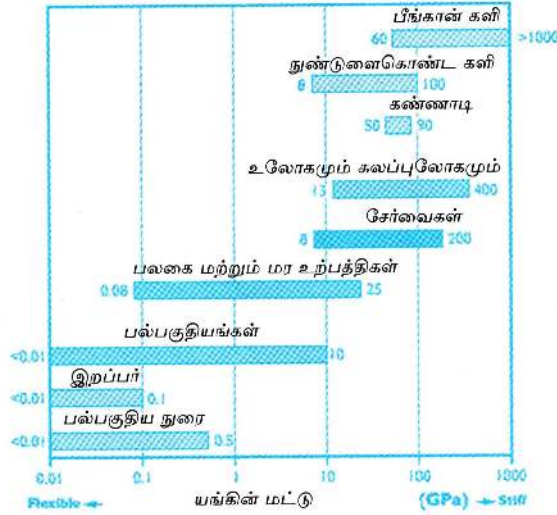
$$\text{மேற்படி சமன்பாட்டின் படி, யங்கின் மட்டு } Y = \frac{F/A}{e/l}$$

$$Y = \frac{Fl}{eA} \text{ எனக் காட்டலாம்.}$$

மேற்படி சமன்பாட்டின் படி, $e = \frac{l}{AY} F$ எனக் காட்டலாம். இது $y = mx$ எனும் வடிவினாலான சமன்பாடாகும். எனவே, விசை F எதிர் நீட்சி e வரைபின் படித்திறன்

(m) $\frac{l}{AY}$ ஆகும். எனவே, உரிய பரிசோதனை ஒன்றினை மேற்கொள்வதன் மூலம் நீட்சி மற்றும் தகைப்பு விசை என்பவற்றின் பருமன்களுக்கு ஒத்த தகைப்பு விசை எதிர் நீட்சி வரைபை வரைந்து அதன் படித்திறன் $\frac{l}{AY}$ ஐக் கணிக்கலாம். பரிசோதனையில் l, A என்பனவற்றின் பெறுமானங்கள் மாறிலி என்பதனால் Y இன் பருமனைத் துணியலாம். தகைப்பின் அலகு சதுர மீற்றிற்கு நியூற்றன் ($N m^{-2}$) என்பதனாலும் விகாரம் அலகற்ற கணியம் என்பதனாலும் யங்கின் மட்டின் அலகு சதுர மீற்றிற்கு நியூற்றன் ($N m^{-2}$) ஆகும்.

யங்கின் மட்டு எனப்படுவது திரவியத்தின் இயல்பு என்பதனால் உற்பத்திக்காக திரவியங்களை தெரிவு செய்யும் போது யங்கின் மட்டு கருத்திற் கொள்ள வேண்டிய மிக முக்கியமான கணியமாகும். நமக்கு முக்கியமான சில திரவியங்களின் யங்கின் மட்டு பின்வரும் வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ள பெறுமான வீச்சினுள் காணப்படும்.



மடக்கை அலகில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இழுபடக்கூடிய பொருள்களுக்கு மீள்தன்மை எல்லையினுள் காணப்படும் தொடர்பு

இழுபடக் கூடிய பொருள்களினால் ஆக்கப்பட்ட இழை, கம்பி, வில் போன்றவற்றின் மீள்தன்மை எல்லையினுள் இழுவிசைக்கு விகிதசமனாக நீளம் அதிகரிக்கின்றது அல்லது நெருக்க விசைக்கு நேர் விகித சமனாக நீளம் குறைகின்றது. இதற்கமைய இழுவை அல்லது நெருக்கத்தை ஏற்படுத்துவதற்குப் பிரயோகிக்கப்படும் விசைக்கு (F) நேர்விகித சமனாக நீட்சி காணப்படுகின்றது எனலாம்.

அதாவது, $F \propto e$

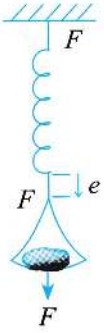
எனவே, $F = k e$

இங்கு k எனப்படுவது, விகித சம மாறிலி ஆகும். இது இழை, கம்பி, வில் போன்றவற்றின் விசை மாறிலி எனவும் வில் போன்றவற்றிற்கு வில் மாறிலி எனவும் அழைக்கப்படும்.

$$\text{எனவே, } k = \frac{F}{e}$$

மேற்படி சமன்பாட்டில் நீட்சி மீற்றரிலும் (m) விசை நியூற்றனிலும் (N) அளக்கப்படும் போது இம்மாறிலியின் அலகு மீற்றரிற்கு நியூற்றன் (N m^{-1}) ஆகும். நடைமுறையில் நீட்சியின் (e) பருமன் mm வரிசையில் காணப்படுவதனால் இம்மாறிலியின் அலகு N mm^{-1} ஆகும்.

வில் மாறிலி (spring constant)



உரு 3.5

உரு 3.6 இல் விற்றராசு ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இதனை படிவகுக்கும் போது அளவுத்திட்டம் சீராகக் காணப்படுவதில் வில் மாறிலி தாக்கம் செலுத்துகின்றது.

யங்கின் மட்டின் வரைவிலக்கணப்படி,

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

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

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

தெரிவு செய்யப்பட்ட இழை ஒன்றிற்கு Y, A, l என்பன மாறிலி என்பதனால் $F = k e$ எனக் காட்டலாம். இங்கு $k = \frac{Y A}{l}$ ஆகும். இம்மாறிலி k விசை மாறிலி எனவும் அழைக்கப்படும். சுருளி வில்லிற்கும் $F \propto e$ என்பதனால், சுருளி வில்லிற்கு k வில் மாறிலியாகும்.

அதாவது, வில்லொன்றின் ஏகபரிமாண நீள அதிகரிப்பிற்கு அல்லது நீளக் குறைவிற்குப் பிரயோகிக்க வேண்டிய வெளி விசை வில் மாறிலியாகும். எனவே, வில் மாறிலி சிறிய பெறுமானம் ஒன்றை எடுக்கும் போது விசைக்கான உணர்திறன் உயர்வாகும். வில் மாறிலி எனப்படுவது, தெரிவு செய்யப்பட்ட ஒரே வகையான திரவியத்தின் கம்பிக்குக் கம்பி அல்லது வில் என்பனவற்றிற்கு வேறுபடும் பெறுமானமாகும். விசை நியூற்றனிலும் நீள மாற்றம் மில்லி மீற்றரிலும் அளக்கப்படுவதனால் வில் மாறிலியின் அலகு N mm^{-1} ஆகும். (நடைமுறையில் நீட்சியில் ஏற்படும் மாற்றம் மில்லி மீற்றரில் அளக்கப்படும்)

உதாரணம் 1

விட்டம் 0.64 mm ஆகவும் நீளம் 2 mm ஆகவும் உள்ள கம்பியொன்றின் ஒரு முனை கூரையுடன் பொறுத்தப்பட்டுள்ளது. அதன் மறு முனையில் 2 kg தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இதன் போது நீள அதிகரிப்பு (நீட்சி) 0.60 mm ஆகும். கம்பியில் ஏற்படும் இழுவை தகைப்பையும் இழுவை விகாரத்தையும் கணித்து கம்பி ஆக்கப்பட்ட திரவியத்தின் யங்கின் மட்டைக் காண்க. ($g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ என்க.)

கம்பியின் குறுக்கு வெட்டுமுகம் வட்ட வடிவானது என்பதால்,

$(A) = \pi r^2$, r கம்பியின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு ஆரை ஆகும்.

$$\begin{aligned} r &= \frac{0.64}{2} \text{ mm} \\ &= 0.32 \text{ mm} \\ &= 0.32 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{எனவே, } A &= \pi \times (0.32 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \\ &= \pi \times (0.32)^2 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2 \\ &= \pi \times 0.1024 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{விசை } (F) &= 2 \times g \text{ N} \\ &= 2 \times 9.8 \text{ N} \\ &= 19.6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{இழுவைத் தகைப்பு} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{19.6 \text{ N}}{\pi \times 0.1024 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{நீட்சி } (e) = 0.60 \text{ mm} = 0.60 \times 10^{-3} \text{ m}$$

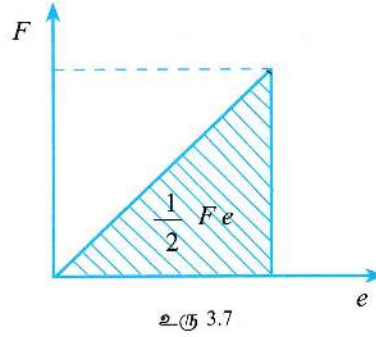
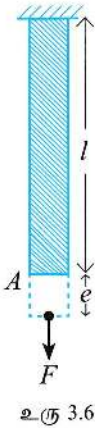
$$\begin{aligned} \text{இழுவை விகாரம்} &= \frac{e}{l} \\ &= \frac{0.60 \times 10^{-3} \text{ m}}{2 \text{ m}} \\ &= 0.3 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{யங்கின் மட்டு} &= \frac{\text{இழுவை தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}} \\ &= \frac{19.6 \text{ N}}{\pi \times 0.1024 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \\ &= \frac{19.6 \text{ N}}{0.3 \times 10^{-3}} \\ &= 2.0 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

3.6 ⇨ நீட்டப்பட்ட இழையொன்றின் மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி

நீட்டப்பட்ட இழையொன்றில் சேமிக்கப்பட்ட சக்தி இழையை நீட்சியடைவதற்குச் செய்யப்பட்ட வேலைக்கு சமனாகும். இவ்வாறு வெளி விசை ஒன்றின் மூலம் மீள்தன்மைப் பொருள் ஒன்றின் வடிவத்தை மாற்றும் போது அதனுள் சேமிக்கப்படும் சக்தி மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி (elastic potential energy) எனப்படும்.

விகிதசம எல்லையினுள் நீட்டப்பட்ட இழையொன்றில் சேமிக்கப்பட்ட சக்தி இழையை நீட்சியடைவதற்கு பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையிலும் நீள அதிகரிப்பிலும் தங்கியுள்ளது. இழையை நீட்சியடையச் செய்வதற்குப் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை F எனவும் அதன் நீளத்தில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு e எனவும் கருதினால் இதற்காகச் செய்யப்பட்ட புறவேலை அதனுள் சேமிக்கப்பட்டுள்ளது எனலாம். நீட்டப்படும் போது விசை பூச்சியத்திலிருந்து F வரை அதிகரித்ததுடன் அதன் நீட்சி e ஆகும். (உரு 3.7)



$$\text{பிரயோகிக்கப்பட்ட சராசரி விசை} = \frac{0 + F}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{விசையினால் செய்யப்பட்ட வேலை} &= \left\{ \frac{0 + F}{2} \right\} \times e \\ &= \frac{1}{2} Fe \end{aligned}$$

இதற்கமைய இழை அல்லது கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி $\frac{1}{2}Fe$ எனக் காட்டலாம்.

எனவே இழுக்கப்பட்ட இழையொன்றிலுள்ள மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி $\frac{1}{2}Fe$

உதாரணம் 2

மேல் முனை பிணைக்கப்பட்டுள்ள நிலைக்குத்துக் கம்பியொன்றின் கீழ் முனையில் 20 N நிறையொன்றை தொங்கவிடுவதன் மூலம் நீட்சியடையச் செய்யப்பட்டுள்ளது. நிறை காரணமாக கம்பியில் ஏற்பட்ட நீட்சி 1 mm ஆகும். கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள அழுத்த சக்தியைக் காண்க.

கம்பி அடையும் நீட்சி = 1 mm

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

கம்பியில் சேமிக்கப்பட்ட அழுத்த சக்தி

$$= \frac{1}{2} Fe$$

$$= \frac{1}{2} \times (20 \text{ N}) \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$= 10^{-2} \text{ J} = 0.01 \text{ J}$$

உதாரணம் 3

குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ஆகவும் நீளம் 4 m ஆகவுமுள்ள ஏகபரிமாண இரும்புக் கம்பியொன்றில் ஏற்பட்டுள்ள நீட்சி 1 mm ஆகும். கம்பியை நீட்டுவதற்குப் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையைக் கணித்து அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியைக் காண்க. (இரும்பின் யங்கின் மட்டு = $2.0 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$)

கம்பியில் ஏற்பட்ட நீட்சி = 1 mm = $1 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$Y = \frac{\text{இழுவை தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}}$$

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{e}{l}} \quad \text{--- (1)}$$

மேலே சமன்பாடு (1) இலுள்ளவாறு, $F = \frac{Ye A}{l}$

எனவே, நீட்டுவதற்குப் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை (F)

$$= \frac{(2.0 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}) \times (1 \times 10^{-3} \text{ m}) \times (3 \times 10^{-6} \text{ m}^2)}{4 \text{ m}}$$

$$= 1.5 \times 10^2 \text{ N}$$

சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி

$$= \frac{1}{2} Fe$$

எனவே சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி

$$= \frac{1}{2} \times (1.5 \times 10^2 \text{ N}) \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$= 0.075 \text{ N m}$$

$$= 0.075 \text{ J}$$

மீள்தன்மை அழுத்தசக்தியின் பயன்பாடுகள் சில பின்வருமாறு,

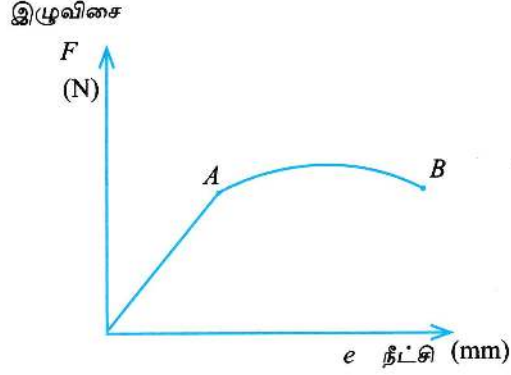
- கவண் ஒன்றின் மூலம் இறப்பர் நாடா ஒன்றை இழுக்கும் போது, நாடாவில் சக்தி சேமிக்கப்படுவதுடன், அச்சக்தி கல்லை எறிவதற்குப் பயன்படும்.
- வில்லொன்று நெருக்க விசைக்கு உட்படுத்தும் போது சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி விளையாட்டுத் துப்பாக்கி போன்ற உபகரணங்களில் பயன்படும்.
- அதிர்வு நடைபெறும் போது சேமிக்கப்படும் சக்தி மெதுவாக விடுவிக்கப்படுகின்ற காரணத்தினால் வாகனங்களின் அதிர்வு இழிவாகும்.
- கம்பி போன்ற பொருட்களை வளைக்கும் போது அவை மீண்டும் பழைய நிலையை அடையாது அதன் நிரந்தர வடிவத்தில் மாற்றங்கள் ஏற்படும். கம்பியை பல தடவைகள் மடிக்கும் போது வெப்பமாவதற்கான காரணம் அதன் நிரந்தர வடிவத்தில் மாற்றம் ஏற்படும் போது அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி வெப்பமாக வெளியிடப்படுகின்றமையினால் ஆகும்.

இலகு தன்மையுள்ள பொருள்

யாதாயினுமொரு பொருளை வளைப்பதற்கு, வெட்டுவதற்கு, நெருக்குவதற்கு, சுருட்டுவதற்கு மடிப்பதற்கு அல்லது வேறு வடிவத்திற்கு மாற்றுவதற்கு முடியுமாக இருப்பின் அவ்வாறான பொருட்கள் நெகிழ்வுப் பொருள்கள் எனப்படும். உலோகக் கம்பி, இறப்பர் நாடா போன்றவை பரவலாகக் காணப்படும் இலகு தன்மையுள்ள பொருள்கள் ஆகும். எனவே, பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்காக பதார்த்தங்களைத் தெரிவு செய்யும் போது, அவற்றின் இலகு தன்மை தொடர்பாக அறிந்திருத்தல் அவசியமாகும். தங்க ஆபரணங்கள் செய்யும் போது தட்டுவதன் மூலம் உலோகப் பகுதிகளின் வடிவத்தை மாற்றுவதற்காக தங்கம் மற்றும் வெள்ளி போன்றவற்றின் இலகு தன்மை முக்கியமானதாகும். மென் உருக்கைப் பயன்படுத்தி உருக்குக் கம்பி தயாரிப்பில் உருக்கின் இலகு தன்மை முக்கியமானதாகும். இதன் போது மென்மையான உருக்குக் கோல் வெப்பமேற்றப்பட்டு கம்பி வடிவைப் பெறும் வரை இழுக்கப்படும். வாகன சில்லுகளில் இறப்பர் பயன்படுத்தப்படுவதற்கான காரணம் இறப்பரின் இலகு தன்மையாகும். சில பொருள்களில் இலகு தன்மை காணப்படாது. மிகச் சிறிய பகுதிகளாகக் காணப்படும் மணல் குவியலொன்று இலகு தன்மையைக் காட்டாது.



உரு 3.8

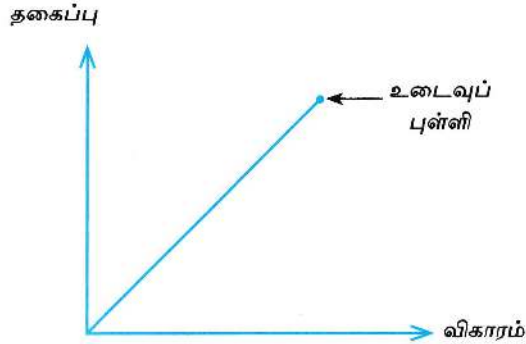


உரு 3.9

வரைபில் நிலை A வரை பல்வேறு இலகு தன்மை பொருட்களுக்குப் பிரயோகிக்கப் படும் விசைக்கு அல்லது இழுவிசைக்கு விகித சமனாக நீட்சி அதிகரிக்கின்றது. அதன் பின் வேறுபட்ட இயல்பைக் காட்டும். அவ்வாறே நிலை B இல் உடையும். உடைவுப் புள்ளி வரை விகிதசம எல்லைக்கு அப்பால் மேலும் வரையு நீண்டு செல்லும்.

உடையும் பொருள்கள்

சில பொருள்கள் மீள்தன்மை எல்லையினுள் உடையும். அதாவது, மீள்தன்மை இயல்பு ஏற்படாது உடையும். இவ்வாறான பொருள்கள் உடையும் பொருள்கள் எனப்படும். அதாவது, உடையும் பொருள்களின் உடைவுப் புள்ளி மீள்தன்மை எல்லையினுள் காணப்படும். உரு 3.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ள வரையு அவ்வாறான உடையும் பொருள்களின் இயல்பைக் காட்டும்.



உரு 3.10

உடையும் பொருள்களுக்கு சில உதாரணங்கள்

- கண்ணாடி
- போசிலேன்
- சுட்ட களி
- சீனாச்சட்டி
- கொங்கிரீட்

இவ்வாறான திரவியங்களினாலான பொருள்கள் மீது விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நிலையான வடிவத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்த முடியாது. கீழே விழுதல், மோதல், அதிர்வு போன்ற காரணிகளினால் அதிகளவில் உடைவதற்கான சாத்தியக்கூறுகள் காணப்படுகின்றன. எனவே, உடையும் பொருள்களை போக்குவரத்து செய்யும் போது மீள்தன்மைப் பொருள்களைப் போக்குவரத்து செய்வதை விடக் கவனமாகச் செயற்பட வேண்டும்.

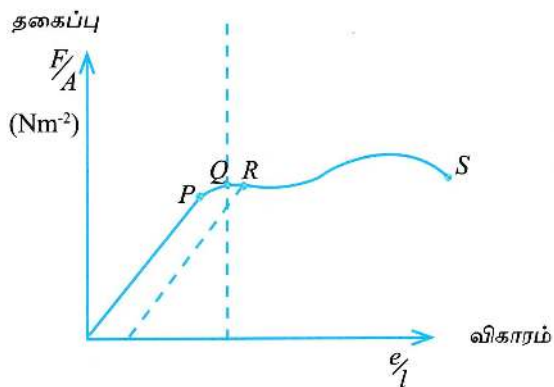
மீள்தன்மையும் மீளாத்தன்மையும்

நன்கு காற்று நிரப்பப்பட்டதும் ஓரளவு காற்று நிரப்பப்பட்டதுமான இரு பந்துகளைக் கருதுக. இவை ஒரே உயரத்தில் இருந்து விடுவிக்கப்படும் போது அவை மேலெழும். எனினும், நன்கு காற்று நிரப்பப்பட்ட பந்து குறைவாகக் காற்று நிரப்பப்பட்ட பந்திலும் கூடிய உயரத்திற்கு மேலெழும். நிலத்தில் மோதுவதனால் இரு பந்துகளினதும் வடிவம் வேறுபடும். மேலெழும் போது மீண்டும் பழைய வடிவத்தைப் பெறும். இவ்விரு பந்துகளினதும் மீள்தன்மை இயல்பில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. அதிக உயரத்திற்கு மேலெழும் பந்தின் மீள்தன்மை உயர்வாகக் காணப்படுகின்றது எனலாம். மீள்தன்மை உயர்வான பொருள் பழைய வடிவத்தைப் பெறும் போது வடிவத்தில் மாற்றம் ஏற்படும் போது சேமித்த சக்தியின் பெரும் பகுதியை வெளிவிடும்.

மீள்தன்மை குறைந்த பொருள் ஆரம்ப வடிவத்தை அடையும் போது வடிவத்தை மாற்றுவதற்குப் பயன்படுத்திய சக்தியின் சிறிதளவு வெளிவிடப்படும். மேசைப் பந்து உயர் மீள்தன்மையுடைய பொருள் ஒன்றாகும்.

பொருள் ஒன்றின் மீது விசையொன்றைப் பிரயோகித்து அதன் வடிவத்தை மாற்றிய பின் பிரயோகித்த விசையை அகற்றிய பின் பொருள் அதன் பழைய நிலையை அடையவில்லை எனின், அவ்வியல்பு மீளாத்தன்மை எனப்படும். ஈரலிப்பான களிமண் குவியலொன்றைக் கருதுக. அதன் மீது விசையைப் பிரயோகித்து அதன் வடிவத்தை மாற்றிய பின் விசையை அகற்றுவிடும். அதன்போது பொருள் அது மாறிய வடிவத்திலேயே காணப்படும். எனவே களிமண் எனப்படுவது, மீள்தன்மையற்ற திரவியமாகும். சிலை மற்றும் கட்டமைப்புக்களை ஆக்கும் போது களி மண், சீமெந்துச் சாந்து, பிளாஸ்டர் ஒப் பெரிஸ் போன்றவை தெரிவு செய்யப்படுவதற்கான காரணம் அதன் மீள்தன்மையற்ற இயல்பாகும். உணவு தயாரிப்பின் போது தயாரிக்கப்படும் மாக்கலவையின் மீள்தன்மையற்ற இயல்பு தேவையான வடிவத்திற்கு உணவை தயாரிப்பதற்கு ஏதுவாகின்றது.

மீள்தன்மைப் பொருள் ஒன்றின் மீது தகைப்பு விசையொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது விகாரத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கருதினால் அப்பொருள் ஆரம்பத்தில் மீள்தன்மை இயல்பையும் பின்னர் மீள்தன்மையற்ற இயல்பையும் காட்டுவதனை உரு 3.12 இலிருந்து தெளிவாகின்றது.

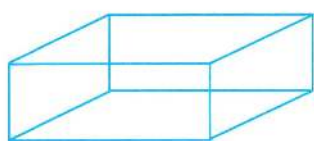


உரு 3.11

பொருள் ஒன்றின் வடிவம் மாறுபடும் பல்வேறு சந்தர்ப்பங்கள்

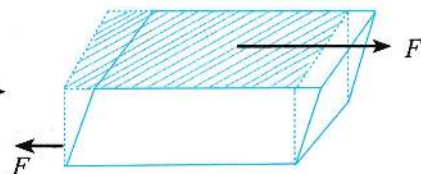
உருமாற்றம் (shearing)

பொருள் ஒன்றின் ஆரம்ப வடிவம் முற்றாக மாறுபடும் சந்தர்ப்பமாகும். அரைத்தல், இவ்வாறு அரைப்பதனால் வடிவத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் உருமாற்றம் எனப்படும். இதற்கு உதாரணமாக இறப்பர் குற்றியொன்றில் நடைபெறும் அரைத்தலை கருத்திற் கொள்வோம். உரு 3.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ள கனவுரு வடிவான இறப்பர் குற்றியின் எதிர் முகங்களில் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் திசையில் விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அது உரு 3.13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு உருமாற்றத்திற்கு உட்படும்.



ஆரம்ப வடிவம்

உரு 3.12

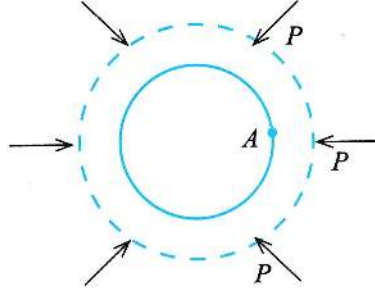


உருமாற்றத்திற்கு உட்பட்ட பின்

உரு 3.13

கனவளவு மாற்றம்

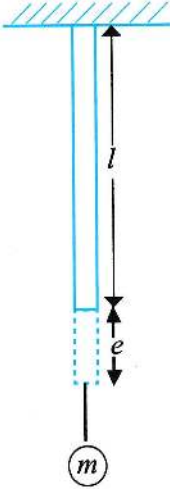
ஆரம்ப வடிவம் மாறாதவாறு முழுக் கனவளவும் மாறுபடும் ஒரு சந்தர்ப்பமாக நீரினுள் இருந்து மேலெழும் வளிக்குமிழியொன்றைக் கருதலாம். (உரு 3.14) நீரினுள் வளிக்குமிழியின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கம் மிக உயர் பெறுமானத்தை எடுப்பதுடன் நீர் மேற்பரப்பிற்கு அண்மையில் மிகக் குறைந்த அழுக்கத்தைப் பெறும். உயர் அழுக்கத்தின் கீழ் நொருக்கப்பட்டு சிறிய கனவளவில் காணப்படும் வளிக்குமிழி தாழ் அழுக்கத்தில் பிரசாரணத்திற்குற்பட்டு அதன் கனவளவு அதிகரிக்கும்.



உரு 3.14



1.



குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு A ஆகவும் நீளம் l ஆகவுமுள்ள இறப்பர் நாடாவொன்று உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதில் m திணிவு தொங்க விடப்படும் போது நீள அதிகரிப்பு e உம் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g உம் என்க. பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக.

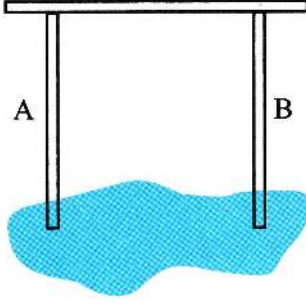
- இறப்பர் நாடாவின் இழுவைத் தகைப்பு விசை $= \frac{m}{A}$ ஆகும்.
- இழுவை விகாரம் $= \frac{e}{l}$ ஆகும்.
- இறப்பரின் யங்கின் மட்டு $= \frac{mgl}{eA}$ ஆகும்.

மேற்படி கூற்றுக்களில் உண்மையானவை,

1. a மட்டும்
2. b மட்டும்
3. c மட்டும்
4. a, b என்பன மட்டும்
5. b, c என்பன மட்டும்

2. யங்கின் மட்டை வரைவிலக்கணப்படுத்துக. வேறுபட்ட திரவியங்களின் யங்கின் மட்டு சமனில்லை என்பதனை அட்டவணை ஒன்றின் மூலம் அறிந்து கொண்ட மாணவனொருவன் கூரைக்கு தாங்கி அமைப்பதற்குப் பொறுத்தமான உலோகக் கோலைத் தெரிவு செய்கின்றான். அவன் தெரிவு செய்த கோலின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு மற்றும் நீளம் என்பனவற்றை இடத்திற்கமைய மாற்ற முடியாதெனின், அவனது தெரிவு எவ்வாறு அமைய வேண்டும், உமது விடைக்கான காரணத்தைத் தருக.

3.



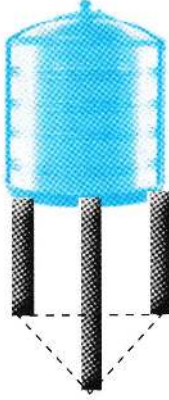
உருவில் சர்வசமனான இரு உலோக நிலைக் குத்துக் தூண்கள் A, B காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒரு தூணின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு 15 cm^2 உம் நீளம் 2 m ஆகும். தூண்களின் மீது கிடையாக 200 kg திணிவுள்ள சீரான உலோகச் சட்ட மொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது.

- i) ஒரு தூணின் மீது தாக்கும் தகைப்பு விசையைக் காண்க.
 - ii) தூணின் ஆரம்ப நீளம் 2 m உம் தூண் ஆக்கப்பட்ட திரவியத்தின் யங்கின் மட்டு $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ எனின், ஒவ்வொரு தூணிதும் நீளத்தில் ஏற்பட்ட குறைவைக் காண்க.
4. 2 m நீளமான இரும்புக் கம்பியொன்றின் விட்டம் 2 mm ஆவதுடன், அதன் ஒரு முனை பொருத்தப்பட்டு மறு முனையில் 15 kg திணிவொன்று சுயாதீனமாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் நீட்சி யாது? (இரும்பின் யங்கின் மட்டு $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ஆகும்)
 5. 1.6 m நீளமும் 0.6 mm விட்டமும், யங்கின் மட்டு $3 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ஆகவுமுள்ள உலோகமொன்றினால் ஆக்கப்பட்ட கம்பியொன்று ஆதாரமொன்றினால் நிலைக்குத்தாகத் தொங்கவிடப்பட்டு மறு முனையில் 90 N பாரமொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் நீட்சி யாது? இக்கம்பி மீள்தன்மை எல்லையைத் தாண்டவில்லையாயின் கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள அழுத்த சக்தி யாது?
 6. இரும்புக் கம்பியொன்றின் நீளம் 2.8 m ஆகவுள்ளதுடன் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு $0.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ஆகும். அதில் 0.8 mm நீட்சியை ஏற்படுத்துவதற்கு 0.75 kg திணிவொன்று அவசியமாகும். இரும்பின் யங்கின் மட்டைத் துணிக.
 7. 0.8 m நீளமான செப்புக் கம்பியொன்றையும் 0.9 m நீளமான இரும்புக் கம்பியொன்றையும் ஒன்றாக இணைப்பதன் மூலம் கூட்டுக் கம்பியொன்று ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இரு கம்பிகளினதும் விட்டம் சமனாவதுடன், அதன் பருமன் 0.25 mm ஆகும். (இணைக்கும் போது நீள மாற்றம் ஏற்படவில்லை எனக் கருதுக.) கூட்டுக் கம்பியின் ஒரு முனை ஆதாரமொன்றிற்கு இணைக்கப்பட்டு மறு முனைக்கு 5 kg திணிவொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கூட்டுக் கம்பியின் மொத்த நீட்சி யாது? (செப்பின் யங்கின் மட்டு $1.2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$, இரும்பின் யங்கின் மட்டு $2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ஆகும்)

8. 2 m நீளமும் 10^{-6} m^2 குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பும் உடைய கம்பியொன்றிற்கு மீள் தன்மைப் பிரதேசத்தினுள் 50 N விசையொன்றை பிரயோகிக்கப்படுவதன் மூலம் 1 mm நீட்டப்பட்டது.
- a) கம்பியில் தாக்கும் தகைப்பு விசையையும் தகைப்பு விகாரத்தையும் காண்க. அதன் யங்கின் மட்டையும் கணிக்க.
- b) கம்பியில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியைக் காண்க.
9. 4 மீற்றர் நீளமான கம்பியொன்றின் இரு முனைக்கும் 20 N விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது ஏற்பட்ட நீட்சி 0.24 mm கம்பியின் விட்டம் 2 mm எனின், கம்பியின் மீது பிரயோகிக்கப்பட்ட தகைப்பு விசையையும் அதன் விகாரத்தையும் யங்கின் மட்டையும் காண்க.
10. 1 mm நீட்சியை ஏற்படுத்துவதற்கு 1.6 mm விட்டமும் 6 m நீளமும் உடைய இரும்புக் கம்பியின் மீது பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை எவ்வளவு? (இரும்பின் யங்கின் மட்டு $2.0 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$ ஆகும்)
11. 3 mm விட்டமும் 2 m நீளமும் உடைய செப்புக் கம்பியொன்றிற்கு 30 N விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது ஏற்பட்ட நீட்சி யாது? (செப்பின் யங்கின் மட்டு $1.2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$)
12. வில்லொன்றிற்கு 1.5 N விசையைப் பிரயோகிக்கும் போது அதன் நீளம் 30 mm இனால் அதிகரிக்கின்றது. வில் 0.20 kg திணிவொன்றை தாங்கியவாறு நிலைக்குத்தாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள போது அதில் சேமிக்கப்படும் சக்தியைக் காண்க. திணிவு தொங்கவிடப்படுவதற்கு முன் வில்லின் இயல்பு நிலையில் காணப்பட்டது என்க.
13. இறப்பர் நாடா இரண்டைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட கவன் ஒன்று உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. கவனின் இறப்பர் நாடாக்களின் நீளத்தை 1 cm இனால் அதிகரித்துக் கொள்வதற்குத் தேவையான விசை 5 N ஆகும். சிறுவனொருவன் கவனில் கல் ஒன்றை வைத்து இறப்பர் நாடாவை 10 cm தூரம் இழுத்து கல்லை நிலைக்குத்தாக எறிகின்றான்.
- (i) கவணை இழுப்பதனால் அதில் சேமிக்கப்படும் மீள்தன்மை அழுத்த சக்தி எவ்வளவு?
- (ii) கல் எழும்பும் அதியுயர் உயரம் யாது?



14.



வீட்டில் நீரைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காக 2000 l கொள்ளளவுடைய பிளாஸ்டிக் தாங்கியொன்று சர்வ சமனான மூன்று கொங்கிரீட் தூண்களின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மூன்று தூண்களும் சமபக்க முக்கோணியொன்றின் உச்சியில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்று கணுக்களிலும் சமனான விசை தொழிற்படுமாறு தாங்கி வைக்கப்பட்டுள்ளது. வெற்றுத் தாங்கியின் திணிவு 60 kg உம் நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} உம் ஆகும். கொங்கிரீட்டின் உடைவுத் தகைப்பு $4 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$ எனின், தாங்கி நிரம்பும் வரை பாதுகாப்பாக நீரை நிரப்பி வைப்பதற்கு தேவையான ஒரு தூணின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பின் இழிவுப் பெறுமானத்தைக் காண்க.

15. மேசையொன்றின் மீது நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்ட சுருளி வில்லொன்றின் மீது x நிறை வைக்கப்படும் போது வில்லின் நீளம் e இனால் குறைவடைகின்றது. வில்லை இரு முனைகளினாலும் நெருக்கும் மனிதனொருவனினால் அதனை நெருக்கக் கூடிய அளவு $\frac{e}{2}$ எனின், வில்லை நொருக்குவதற்காகச் செய்யப்பட்ட வேலையினை x , e ஆகியவற்றின் சார்பாகக் காண்க.
16. நிறையை அளப்பதற்காக மாணவனொருவன் சுருளி வில்லொன்றைப் பயன்படுத்த உத்தேசித்துள்ளான்.
- (a) இங்கு மாணவன் வில்லில் ஏற்படும் நீட்சியை படிவகுப்பதற்கு உத்தேசித்துள்ளான் எனின், மீள் தன்மைப் பொருள் ஒன்றின் இயல்பைக் கொண்டு அவனுக்கு எந்த வீச்சினுள் இதனை மேற் கொள்ள முடியும் எனக் குறிப்பிடுக.
- (b) அவன் உயர் நிறையை அளப்பதற்கும் அதன் மூலம் அளக்கக் கூடிய இழிவு நிறையை கூடியளவு இழிவுநிலையில் பேணுவதற்கும் உத்தேசித்தான். அவன் தெரிவு செய்ய வேண்டிய சுருளி வில்லில் காணப்பட வேண்டிய பண்பை வில் மாறிலி மற்றும் வில்லின் நீளம் என்பனவற்றின் அடிப்படையில் தருக.
17. விற்றராசில் பொருத்தப்பட்டிருந்த வில் உடைந்து சென்ற காரணத்தினால் அதற்குப் புதிதாக வில்லொன்று பொருத்த வேண்டி ஏற்பட்டது. அதன் பின் kg திணிவை அளக்கும் போது 1.2kg எனக் காட்டியது. புதிய வில் மாறிலியை ஆம்ப வில் மாறிலியுடன் ஒப்பிடுக. புதிய வில்லைப் பயன்படுத்தி தராசின் சரியான அளவுத்திட்டத்தைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காக சுலபமான முறையில் எவ்வாறு வில்லைப் புதுப்பிக்க முடியும் எனக் குறிப்பிடுக.

18. (a) மாடிக் கட்டிடங்கள் கட்டும் போது உலோகத் தூண்களை விட கொங்கிரீட் தூண்களைப் பயன்படுத்துவதில் விசேடமான நன்மைகள் காணப்படுகின்றன. அந்நன்மைகளில் யங்கின் மட்டு தாக்கம் செலுத்தும் முறையை சுருக்கமாக விபரிக்க.
- (b) “நெருக்கும் தகவுடைய இடங்களில் கொங்கிரீட் பயன்படுத்தப் பட்டாலும் இழுவைக்குட்படக் கூடிய இடங்களில் கொங்கிரீட் பயன்படுத்தப்படுவது பொருத்தமானதல்ல” இக்கூற்றை திரவியங்களின் இயல்புகளின் அடிப்படையில் விளக்குக.
- (c) கொங்கிரீட் தூணிற்சாக (Concrete beam) இரும்புக் கம்பி பயன்படுத்தப் படுவதன் அனுகூலங்களை சுருக்கமாக விபரிக்க.
19. மின் கம்பங்களில் மின் கம்பிகளை இணைக்கும் போது அவை நடுவில் கீழே தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். கம்பி நேராக இணைக்கப்படாமல் இவ்வாறு தொய்ந்தவாறு இணைப்பதற்கான காரணம் யாது?
20. (a) மீள் தன்மைப் பொருள்களைப் பாவிக்கும் போது அவை மீள்தன்மை எல்லையினுள் பயன்படுத்தப்படும் போது அதன் பயன்பாடுகளையும் மீள்தன்மை எல்லைக்கு வெளியே பயன்படுத்தப்படும் போது அதன் பயன்பாடுகளையும் பட்டியல் படுத்துக.
- (b) பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்காக மீளாத்தன்மை பொருள்களை விட மீள்தன்மையற்ற பொருள்களை பயன்படுத்துவது சிறந்ததாகும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களை ஆராய்ந்து பட்டியல் படுத்துக.

4

- அடர்த்தி
- அழுக்கம்
- அழுக்கத்தை அளத்தல்
- பஸ்காலின் தத்துவம்
- ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவம்
- பேனூரியின் தத்துவம்

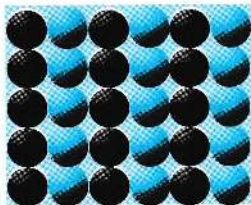
பாயிகளின் பொறியியல் விஞ்ஞானம்

பண்டைக் காலம் தொட்டு மனிதன் சுற்றாடலில் உள்ள வளங்களை தனது தேவைக்கு ஏற்றவாறு பயன்படுத்துகின்றான். நதிக் கரை நாகரீகத்தில் தொடங்கி மனிதன் பருகுவதற்காகவும் குளிப்பதற்காகவும் போக்குவரத்து ஊடகமாகவும் நீரைப் பயன்படுத்தினான். தானியங்களில் இருந்து பதர்களை வேறாக்குவதற்கு பொருட்களின் நீரில் மிதக்கும் இயல்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பாயிகளின் பொறியியல் இயல்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அலங்கார நீர் வடிவமைப்புக்கள்

உருவாக்கப்பட்டமைக்கான ஆதாரங்கள் எமது நாட்டிலேயே காணப்படுகின்றன. தற்போது பொருள் மற்றும் போக்குவரத்திற்காக நீர் வழி உபகரணங்களும் வான் வழி உபகரணங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நீரைப் பயன்படுத்தி மின் உற்பத்தி மேற்கொள்ளப்படுகின்றது. திரவ அழுக்கம் பல்வேறு வேலைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறே சூறாவளி, வெள்ளப் பெருக்கு போன்ற இயற்கை அனர்த்தங்களினால் மனிதன் அவஸ்தைப்படும் சந்தர்ப்பங்கள் பல ஏற்படுகின்றன. இதனால் நீர், வளி மற்றும் ஏனைய திரவங்களின் நடத்தை தொடர்பான கட்டமைப்பு ரீதியான கற்கை தொழிநுட்ப ரீதியில் மிக முக்கியமாகும். திரவம் மற்றும் வாயு தொடர்பான கற்கை “பாயிகளின் பொறியியல் விஞ்ஞானம்” எனப்படும்.

4.1 ⇨ பாயி (fluid)

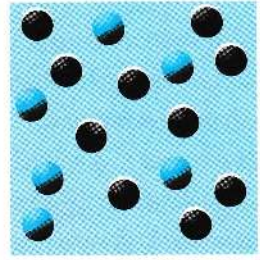
பதார்த்தங்களின் துணிக்கைகளின் நடத்தைக்கேற்ப அவை திண்மம், திரவம், வாயு என 3 வகைப்படும்.



(a) திண்மம்



(b) திரவம்



(c) வாயு

உரு 4.1 பதார்த்தங்களின் நிலை

உரு 4.1 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு திண்ம துணிக்கைகள் மிக நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதுடன் அவை ஒன்றுடன் ஒன்று வலிமையாக பிணைந்துள்ளன. எனவே ஒரு மூலக்கூறு அது காணப்படும் நிலையிலிருந்து விலகி வேறொரு இடத்திற்குச் செல்ல முடியாது. மூலக்கூறுகள் யாதாயினுமொரு மையத்தைச் சுற்றி அதிரக் கூடிய தன்மையை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். எனவே திண்மமொன்று நிலையான வடிவத்தினையும் நிலையான கனவளவையும் கொண்டிருக்கும்.

திரவங்களில் திண்மங்களைப் போலன்றி துணிக்கைகளிற்கிடையே இடைவெளி காணப்படும். திண்மங்களை போன்று துணிக்கைகளுக்கு இடையே நலிவான பிணைப்பு காணப்படுகின்றமையால் திரவ மூலக்கூறுகள் அத்திரவத்தின் கனவளவு முழுவதும் சுயாதீனமாக அசையக் கூடியன. இதனால் திரவத்திற்கு நிரந்தர வடிவம் காணப்படாது. அது திரவம் கொள்ளப்படும் பாத்திரத்தின் வடிவத்தைப் பெறும். எனினும் திரவத்திற்கு நிலையான கனவளவு காணப்படுகின்றது. வெளி அழுக்க மொன்று பிரயோகிக்கப்படும் போது திரவத்தின் கனவளவு மிகச் சிறிய அளவிலேயே வேறுபடும். எனவே, அனைத்து திரவங்களும் நெருக்கப்படாத பாயிகள் எனப்படும்.

வாயுக்களின் துணிக்கைகளுக்கு இடையிலான பிணைப்பு மிகக் குறைவாகும். வாயுத் துணிக்கைகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று தொலைவில் காணப்படும். எனவே, வாயு மூலக்கூறுகள் எழுந்தமாறாக இயங்கியவாறு காணப்படும். இதனால் வாயுவொன்றிற்கு நிரந்தர வடிவமோ நிலையான கனவளவோ காணப்படாது. அழுக்கத்தை மாற்றிய பின் வாயுவின் கனவளவு மிகப் பெரிய அளவில் மாறுபடும். எனவே, அசையாத வளி நெருக்கப்படும் பாயி எனப்படும்.

நிரந்தர வடிவம் அற்ற திரவங்களும் வாயுக்களும் பொதுவாக பாயிகள் எனப்படும். பாயிகளின் பொறியியல் விஞ்ஞானம் எனப்படும் இவ்வலகில் நாம் அழுக்கப்படாத பாயிகள் தொடர்பாகவே கலந்துரையாடுவோம். இங்கு நாம் அதற்கு அவசியமான அடிப்படை எண்ணக்கருக்களாகிய அடர்த்தி, சாரடர்த்தி மற்றும் அழுக்கம் தொடர்பாக முதலில் ஆராய்வோம். இவ்வெண்ணக்கருக்கள் தொடர்பாக நாம் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டிய காரணத்தினால் முன்பு கற்ற கணியங்களும் மீண்டும் விளக்கப்படும்.

4.2 ⇒ அடர்த்தி (density)

திணிவு எனப்படுவது, பதார்த்தத்தின் அளவு தொடர்பான அளவீடாகும். அலுமினியம், இரும்பு, ஈயம் போன்ற வேறுபட்ட திரவியங்களின் சம திணிவு எடுக்கப்படும் போது அவற்றின் கனவளவு வித்தியாசப்படுவதை நாம் சுலபமாக அறிந்து கொள்ளலாம். இதற்கமைய தரப்பட்ட கனவளவில் காணப்படும் துணிக்கைகளின் திணிவு அத்திரவியத்தை இனங்காண்பதற்குப் பயன்படுத்தக் கூடிய ஒரு இயல்பாகும். அலகு கனவளவின் திணிவு அடர்த்தி எனப்படும்.

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

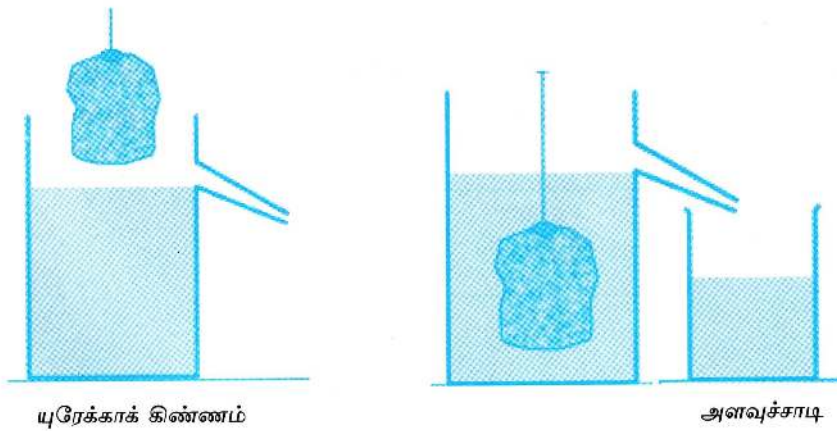
அடர்த்தியைக் குறிப்பதற்கு d எனும் ஆங்கில எழுத்து பயன்படும். (சில சந்தர்ப்பங்களில் ρ "ரோ" எனும் கிரேக்க எழுத்தும் பயன்படும்) எனவே அடர்த்தி தொடர்பான சமன்பாட்டை குறியீட்டு வடிவில் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$d = \frac{m}{V}$$

ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தி அது காணப்படும் வெப்பநிலைக்கேற்ப மாறுபடும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது அடர்த்தி குறைவடைவது பொதுவாக நிகழும். அவ்வாறு நடைபெறாத விசேட சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளன.

வாயுவொன்றின் அழுக்கத்தை மாற்றும் போது அதன் கனவளவு பாரிய அளவில் வேறுபடும். வாயுவொன்றின் அடர்த்தியில் வெப்பநிலையைப் போன்றே அழுக்கமும் தாக்கம் செலுத்துகின்றது. உதாரணமாக வளி மண்டல அடர்த்தியைக் கருதலாம். புவி மேற்பரப்பிற்கு அண்மையில் வளி மண்டல அழுக்கம் உயர் பெறுமானத்தை எடுப்பதுடன் அடர்த்தியும் உயர் பெறுமானத்தை எடுக்கும். எனினும் புவி மேற்பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் போது வளி மண்டல அழுக்கம் படிப்படியாகக் குறைவடைவதனால் வளியின் அடர்த்தி படிப்படியாகக் குறைவடையும்.

திரவமொன்றின் கனவளவை அளப்பதற்கு அளவுச்சாடி போன்ற உபகரணங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. திண்மப் பொருள்களின் ஒழுங்கான வடிவத்திற்கமைய பொதுவாக நீளத்தையும் அகலத்தையும் அளப்பதன் மூலம் கனவளவைக் கணிக்கலாம். எனினும் ஒழுங்கற்ற வடிவங்களின் கனவளவைத் துணிவதற்கு யுரேக்கா கிண்ணத்தினுள் நீரை நிரப்பி அதனுள் திண்மப் பொருளை இட்டு இடம்பெயரும் திரவத்தின் கனவளவை அளவுச்சாடியைக் கொண்டு அளக்கலாம். அவ்வாறு அளக்கப்படும் முறை உரு 4.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.2 ஒழுங்கற்ற வடிவத்தையுடைய திண்மமொன்றின் கனவளவைத் துணிதல்

60 g திணிவுடைய கல்லொன்று நீர் நிரப்பப்பட்ட யுரேக்கா கிண்ணத்தினுள் மெதுவாக போடப்பட்ட போது இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவு 24 ml ஆகும்.

i. கல்லின் கனவளவைக் காண்க.

ii. கல்லின் அடர்த்தியைக் காண்க.

$$\begin{aligned} \text{i. கல்லின் கனவளவு} &= \text{இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவு} \\ &= 24 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\text{ii. கல்லின் அடர்த்தி} = \frac{\text{கல்லின் திணிவு}}{\text{கல்லின் கனவளவு}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{60 \text{ g}}{24 \times 10^{-3} \text{ l}} \\ &= 2500 \text{ g l}^{-1} \end{aligned}$$

SI அளவுதிட்டத்தில் கனவளவை அளப்பதற்கு கன மீற்றர் (m^3) எனும் அலகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நடைமுறையில் லீற்றர், கன சென்றிமீற்றர் (cm^3) போன்ற அலகுகள் கனவளவை அளப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது.

$$\begin{aligned} 1000 \text{ l} &= 1 \text{ m}^3 \\ 1000 \text{ cm}^3 &= 1 \text{ l} \\ 10^6 \text{ cm}^3 &= 1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

திணிவு மற்றும் கனவளவு என்பனவற்றின் அலகின் அடிப்படையில் அடர்த்தியின் அலகு kg m^{-3} (கன மீற்றருக்கு கிலோகிராம்) ஆகும். சில சந்தர்ப்பங்களில் கன சென்றி மீற்றருக்கு கிராம் (g cm^{-3}), லீற்றருக்கு கிராம் (g l^{-1}) போன்ற அலகுகள் அடர்த்தியை அளப்பதற்குப் பயன்படும்.

$$\begin{aligned} 1 \text{ g cm}^{-3} &= 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ 1 \text{ g l}^{-1} &= 1 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

இரசத்தின் அடர்த்தி $13\,600\text{ kg m}^{-3}$ ஆகும். 6.8 kg இரசத்தின் கனவளவு யாது?

$$\begin{aligned} d &= \frac{m}{V} \\ V &= \frac{m}{d} \\ &= \frac{6.8\text{ kg}}{13600\text{ kg m}^{-3}} \\ &= 5 \times 10^{-4}\text{ m}^3 \end{aligned}$$

இப்பெறுமானத்தை cm^3 இல் காட்டும்போது,

$$\begin{aligned} V &= 5 \times 10^{-4} \times 10^6\text{ cm}^3 \\ &= 500\text{ cm}^3 \end{aligned}$$

லீட்டரில் காட்டும்போது,

$$\begin{aligned} V &= \frac{500}{1000}\text{ l} \\ &= 0.5\text{ l} \end{aligned}$$

4°C இல் தூய நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} ஆகும். சாதாரண அறை வெப்பநிலையில் அதன் பெறுமானம் 1000 kg m^{-3} எனக் கொள்ளலாம். அட்டவணை 4.1, 4.2, 4.3 என்பனவற்றில் அறைவெப்பநிலையில் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில திரவியங்களின் அடர்த்தி காட்டப்பட்டுள்ளது.

திரவியம்	அடர்த்தி (kg m^{-3})
பிளற்றினம்	21000
தங்கம்	19300
ஈயம்	11400
வெள்ளி	10500
செப்பு	8940
இரும்பு	8500
பனிக்கட்டி	900
பித்தளை	8500
நாகம்	1000

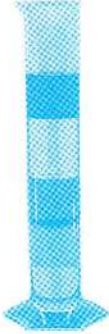
அட்டவணை 4.1 திண்மங்களின் அடர்த்தி

திரவியம்	அடர்த்தி (kg m^{-3})
நீர்	1000
மதுசாரம்	800
இரசம்	13600
கிளிசரீன்	1300
கடல் நீர்	1030
எதனோல்	810
பால்	1030

அட்டவணை 4.2 திரவங்களின் அடர்த்தி

வாயு	அடர்த்தி (kg m ⁻³)
வளி	1.3
ஐதரசன்	0.09
நைதரசன்	1.25
ஹீலியம்	0.18
காபனீரொட்சைட்டு	1.97

அட்டவணை 4.3 வாயுக்களின் அடர்த்தி (வளிமண்டல அழுக்கத்தின் கீழ் 0° C வெப்பநிலையில்)



ஒன்றோடொன்று கலக்காத திரவங்கள் இரண்டு ஒரே பாத்திரத்தில் ஊற்றப்படும் போது அடர்த்தி கூடிய திரவம் கீழேயும் அடர்த்தி குறைந்த திரவம் மேலேயும் காணப்படும்.

அவ்வாறு ஒன்றோடொன்று கலக்காத சில திரவங்கள் உரு 4.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

உரு 4.3 ஒன்றோடொன்று கலக்கும் தகவற்ற சில திரவங்கள் அவற்றின் அடர்த்திக்கமைய காணப்படும் விதம்

சாரடர்த்தி அல்லது தொடர்படர்த்தி (relative density)

நீர் சார்பாக யாதாயினுமொரு திரவத்தின் அடர்த்தி காட்டப்படுகின்றது எனின், அது அத்திரவியத்தின் சாரடர்த்தி எனப்படும்.

$$\text{சாரடர்த்தி} = \frac{\text{திரவியத்தின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

சாரடர்த்தி விகிதமொன்றாகையால் அதற்கு அலகு இல்லை. நீர் அதிகளவில் காணப்படும் திரவம் ஒன்று என்பதனால் யாதாயினுமொரு திரவியத்தின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியைப் போல் எத்தனை மடங்கு எனக் கண்டறிவது பிரயோஜனமானதாகும். எனவே, நீரையும் திரவியங்களையும் ஒப்பிடுவதற்கு சாரடர்த்தி பயன்படுத்தப்படும். சாரடர்த்தியை நீரின் அடர்த்தியினால் பெருக்கும் போது திரவியத்தின் அடர்த்தி பெறப்படும். உதாரணமாக பெற்றோலின் சாரடர்த்தி 0.8 ஆகும். இதனை நீரின் அடர்த்தியாகிய 1000 kg m⁻³ இனால் பெருக்கும் போது 0.8 × 1000 kg m⁻³ = 800 kg m⁻³ எனப் பெற்றோலின் அடர்த்தியைத் துணியலாம்.

உதாரணம் 3

கண்ணாடியின் சாரடர்த்தி 2.5 எனின், கண்ணாடியின் அடர்த்தி யாது?

$$\begin{aligned}\text{அடர்த்தி} &= \text{சாரடர்த்தி} \times \text{நீரின் அடர்த்தி} \\ &= 2.5 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= 2500 \text{ kg m}^{-3}\end{aligned}$$

சாரடர்த்திக்கும் திணிவிற்கும் இடையிலான தொடர்பு

சாரடர்த்தி எனப்படுவது, நீர் சார்பாக அத்திரவியத்தின் அடர்த்தியாகும். எனவே அதனை ஒரு விகிதமாகக் காட்டலாம்.

$$\text{சாரடர்த்தி} = \frac{\text{திரவியத்தின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

அடர்த்தி எனப்படுவது அலகு கனவளவின் திணிவு என்பதனால்,

$$\text{சாரடர்த்தி} = \frac{\text{திரவியத்தின் அலகு கனவளவின் திணிவு}}{\text{நீரின் அலகு கனவளவின் திணிவு}}$$

திரவியத்தின் கனவளவினால் மேற்படி சமன்பாட்டின் பகுதியையும் விகுதியையும் பெருக்கும் போது,

$$\text{சாரடர்த்தி} = \frac{\text{திரவியத்தின் திணிவு}}{\text{திரவியத்தின் கனவளவிற்குச் சமனான நீரின் திணிவு}}$$

உதாரணம் 4

கல்லொன்றின் அடர்த்தியைத் துணிவதற்கு மாணவனொருவன் பின்வரும் வாசிப்புக்களைப் பெற்றான். கல்லை விற்றராசில் தொங்கவிட்டு வளியில் நிறுக்கும் போது வாசிப்பு 60 g அதனை நீர் நிரப்பப்பட்ட யுரேக்காக் கிண்ணத்தில் அமிழ்த்திய போது இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவு 24 ml ஆகும். நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m⁻³ எனின்,

- i. கல்லின் கனவளவைக் காண்க.
- ii. இடம்பெயர்ந்த நீரின் திணிவைக் காண்க.
- iii. கல்லின் அடர்த்தியைக் காண்க.

- (i) கல்லின் கனவளவிற்குச் சமனான கனவளவு நீர் இடம்பெயர்ந்திருப்பதனால் கல்லின் கனவளவு 24 ml ஆகும்.

$1000 \text{ l} = 1 \text{ m}^3$
$1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$
$1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$
$1000 \text{ ml} = 10^{-3} \text{ m}^3$
$1 \text{ ml} = 10^{-6} \text{ m}^3$

எனவே கல்லின் கனவளவு $24 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ ஆகும்.

(ii) அடர்த்தி = $\frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}}$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$m = dV$$

$$= 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 24 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$= 24 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 24 \text{ g}$$

சாரடர்த்தி = $\frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{பொருளின் கனவளவிற்குச் சமனான நீரின் திணிவு}}$

$$= \frac{60 \times 10^{-3} \text{ kg}}{24 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

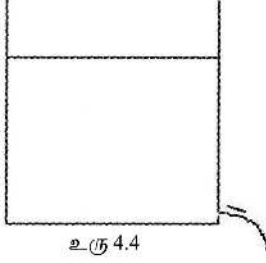
$$= 2.5$$

(iii) அடர்த்தி = $2.5 \times 1000 \text{ kg m}^{-3}$

$$= 2500 \text{ kg m}^{-3}$$

4.3 ⇨ அழுக்கம் (Pressure)

திண்மப் பொருள்கள் தொடர்பாகக் கற்கும் போது அப்பொருளின் மீது தொழிற்படும் பல்வேறு புற விசைகள் தொடர்பாக ஆராயப்படும். பாயி தொடர்பான கற்கையில் பாயி ஒன்றின் மீது தொழிற்படும் விசைக்குப் பதிலாக பாயி மீது தொழிற்படும் அழுக்கத்தைக் கருத்திற் கொள்வது சுலபமானதாகும்.

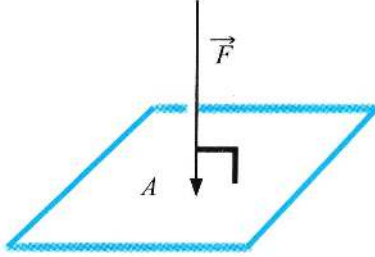


உரு 4.4

தாங்கியொன்றிற்கு நீரை நிரப்பும் போது தாங்கியின் சுவரிலும் அடிப்பரப்பிலும் நீரினால் அழுக்கம் ஏற்படுத்தப்படும். தாங்கியின் அடியில் துளை ஒன்றை ஏற்படுத்தும் போது மிக வேகமாக நீர் வெளியேறும். இதற்கான காரணம் நீரின் மீது தொழிற்படும் அழுக்கமாகும்.

ஊதப்பட்ட பலூன் ஒன்றின் சுவரில், அப்பலூனில் காணப்படும் வளியினால் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்படும். பலூனை தொடர்ந்து ஊதும் போது பலூன் வெடிப்பதற்கான காரணம் அவ்வழுக்கத்தை பலூன் சுவர்களினால் தாங்கிக் கொள்ள முடியாத காரணத்தினால் ஆகும்.

ஓரலகு மேற்பரப்பிற்கு செங்குத்தாகத் தொழிற்படும் சராசரி விசை அழுக்கம் எனப்படும். உரு 4.5 இல் காட்டப்பட்டவாறு A பரப்பளவுடைய மேற்பரப்பிற்கு செங்குத்தாக தொழிற்படும் விசை F மேற்பரப்பில் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் P என்க.



உரு 4.5

$$\text{அழுக்கம்} = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பளவு}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

விசையின் அலகு நியூற்றன் (N), பரப்பளவின் அலகு சதுர மீற்றர் (m^2) என்பதனால் அழுக்கத்தின் அலகு (N m^{-2}) ஆகும். அழுக்கத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படும் சர்வதேச அலகு பஸ்கால் (Pa) ஆகும்.

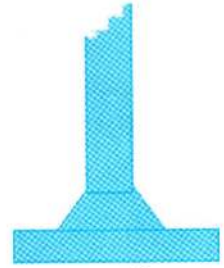
$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

ஓரே விசையாயினும் அது தொழிற்படும் மேற்பரப்பின் பரப்பளவு மாறுபடும் போது அழுக்கம் மாறுபடும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. நிறைப் பொதியொன்றை நூல் ஒன்றினால் கட்டி தொங்கவிட்டுக் கொண்டு செல்லும்போது கை விரல்களில் நோ ஏற்படும். எனினும் நூலிற்குப் பதிலாகத் தடித்த நாடாவொன்றினால் கட்டித் தொங்கவிட்டுக் கொண்டு செல்லும் போது நோ குறைவாக இருக்கும். இதற்கான காரணம், கையில் படும் நூலின் மேற்பரப்பளவு குறைவாகும். இதனால் கையின் மீது உடூற்றப்படும் அழுக்கம் அதிகரிக்கின்றது. தடித்த நாடாவினால் கையில் படும் பரப்பளவு அதிகமாகையால் கையில் உடூற்றப்படும் அழுக்கம் குறைவாகும்.

2. வாகனமொன்று சேறு படிந்த பாதையில் பயணம் செய்யும் போது சில்லுகள் சேற்றினுள் அமிழும். சில்லிற்கும் சேறு படிந்த மேற்பரப்பிற்கும் இடையில் அகலமான பலகையொன்றை வைக்கும் போது சேற்றினுள் அமிழுவது குறையும். சில்லுகளினால் சேற்றின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கத்தைத் தாங்கிக் கொள்ள முடியாமையினால் சில்லுகள் அமிழுகின்றன. அகலமான பலகையொன்றை வைக்கும் போது வாகனத்தின் பாரத்தைத் தாங்கியவாறு நிலத்தில் தாக்கும் மேற்பரப்பின் பரப்பளவு பலகையின் மேற்பரப்பளவாகும். பலகையின் மேற்பரப்பளவு சில்லின் மேற்பரப்பளவை விட அதிகம் ஆகையால் நிலத்தின் மீது தொழிற்படும் அழுக்கம் குறைவாகும். இதனால் வாகனம் அமிழுவது குறையும்.

3. உரு 4.6 இல் காட்டியவாறு மாடி வீடுகளைக் கட்டும் போது அதன் அடித்தளத்தின் மேற்பரப்பளவு அதிகமாக அமையுமாறு கொங்கிரீட் தூண் இடப்படும். இவ்வாறு செய்வதனால் கட்டடத்தின் பாரத்தினால் நிலத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கத்தைக் குறைத்து கட்டடம் அமிழுவதனைத் தடுக்கலாம்.



உரு 4.6

உதாரணம் 5

50 kg நிறையுடைய ஒருவர் நின்று கொண்டிருக்கும் போது இரு பாதங்களினாலும் நிலத்தில் படும் பரப்பளவு 140 cm^2 ஆகும்.

- இரு பாதங்களினாலும் நிலத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கத்தைக் காண்க.
- அம்மனிதன் பாதணிகள் அணிந்திருக்கும் போது நிலத்தைத் தொடும் பரப்பளவு 60 cm^2 வரை குறைவடைகின்றது. நிலத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் புதிய அழுக்கத்தைக் காண்க.

$$\begin{aligned}
 \text{i. விசை (F)} &= 50 \times 10 \text{ N} = 500 \text{ N} \\
 \text{பரப்பளவு (A)} &= 140 \text{ cm}^2 = 140 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 \text{அழுக்கம் P} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{500}{140 \times 10^{-4}} \text{ N m}^{-2} \\
 &= 3.57 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}
 \end{aligned}$$

ii. பாதுகாப்பு அணிந்திருக்கும் போது புவி மீது ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் P எனின்,

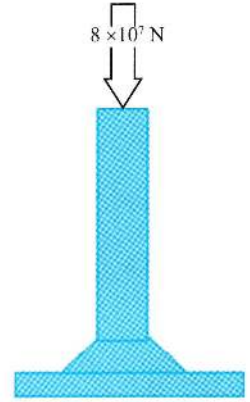
$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{500}{60 \times 10^{-4}} \quad \text{N m}^{-2} \\ &= 8.33 \times 10^4 \text{ N m}^{-2} \end{aligned}$$

உதாரணம் 4

கட்டடம் ஒன்றின் ஒரு கொங்கிரீட் தூணினால் தாங்கப்படும் விசை $8 \times 10^7 \text{ N}$ ஆகும். நிலத்தினால் தாங்கக் கூடிய உயர் அழுக்கம் $5.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ எனின், தூணின் அடித்தளம் கொண்டிருக்க வேண்டிய இழிவு பரப்பளவைக் காண்க.

தூணினால் ஏற்படுத்தப்படும் விசை $= 8 \times 10^7 \text{ N}$

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ A &= \frac{F}{P} \\ &= \frac{8 \times 10^7 \text{ N}}{5.2 \times 10^7 \text{ Pa}} \\ &= 1.54 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

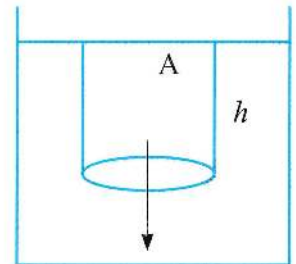


4.4 ⇨ ஓய்விலுள்ள திரவம்

திரவ அழுக்கம்

திரவத்தினால் உள்ள யாதாயினுமொரு புள்ளியில் அழுக்கம், அத்திரவம் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் திரவமா அல்லது ஓய்விலுள்ள திரவமா என்பதில் தங்கியுள்ளது. எனவே, திரவமொன்றின் யாதாயினுமொரு புள்ளியிலுள்ள அழுக்கத்தைத் தீர்மானிப்பதில் அதன் இயக்கத்தையும் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும்.

ஓய்விலுள்ள திரவத்தினால் யாதாயினும் ஒரு புள்ளியில் திரவத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் திரவ மேற்பரப்பிலிருந்து அப்புள்ளியின் ஆழம், திரவ அடர்த்தி என்பனவற்றினால் தீர்மானிக்கப்படும். ஓய்விலுள்ள திரவமொன்றின் திரவ மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழத்திலுள்ள புள்ளியில் திரவத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் $P = h \rho g$ எனும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும். இங்கு ρ



உரு 4.7

திரவத்தின் அடர்த்தியும் ρ புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகளும் ஆகும். இதனைக் காட்டுவதற்காக உரு 4.7 இலுள்ளவாறு A குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவையுடைய வட்ட வடிவ குறுக்கு வெட்டு முகத்தையுடைய h உயரமான செங்குத்து உருளையொன்றைக் கருதுக.

அழுக்கம் காரணமாக மேலே தொழிற்படும் விசையினால் இத்திரவத்தின் நிறை தாங்கப்படுகின்றது.

$$\text{உருளையிலுள்ள திரவ கனவளவு} = A h$$

$$\text{உருளையிலுள்ள திரவத்தின் திணிவு} = A h \rho$$

$$\text{உருளையிலுள்ள திரவத்தின் நிறை} = A h \rho g$$

அடிப்பரப்பில் திரவத்தினால் உருளையின் மீது தாக்கும் விசை $P \times A$ ஆகும்.

$$F = P A$$

திரவத்தின் நிறை = அழுக்கம் காரணமாக ஏற்படும் மேல் நோக்கிய விசை

$$A h \rho g = P A$$

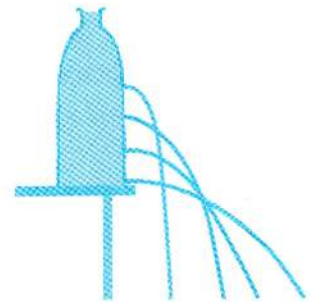
$$P = h \rho g$$

திரவ மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழம் கூடும் போது திரவத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் அதிகரிப்பதனையும் திரவத்தினுள் சம மட்டத்தில் உள்ள புள்ளிகளில் அழுக்கம் ஒரே பெறுமானத்தைக் கொண்டிருப்பதனையும் இதிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

திரவ மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழத்தின் அடிப்படையில் அழுக்கம் அதிகரிக்கின்ற விதத்தை காட்டுவதற்காகப் பின்வரும் செயற்பாட்டை மேற்கொள்ளலாம்.

செயற்பாடு 1

உயரமான பிளாஸ்டிக் போத்தல் ஒன்றினுள் நீரை நிரப்பி மேசை மீது வைக்க. போத்தலின் மேலிருந்து கீழே வரை கவனமாக சிறிய துளைகளை ஏற்படுத்தி நீர் வெளியேறும் விதத்தை ஆராய்க. ஆழம் கூடும் போது அழுக்கம் அதிகரிப்பதனால் உயர் வேகத்துடன் நீர் வெளியேறுவதை அவதானிக்கலாம். இதனால் நீரின் ஆழம் கூடக் கூட கிடை வீச்சு அதிகரிப்பதனை அவதானிக்கலாம். (உரு 4.8)



உரு 4.8

வளிமண்டல அழுக்கம் (atmospheric pressure)

நம்மை சூழவுள்ள வளியினால் சூழலிலுள்ள அனைத்துப் பொருள்கள் மீதும் அடிக்கடி அழுக்கம் ஒன்று ஏற்படுகின்றது என்பது தொடர்பாக நாம் சிந்தித்துப் பார்ப்பதில்லை. எனினும் புவி மேற்பரப்பைச் சூழ அதிக உயரம் வரை பரந்துள்ள பாரிய வளிமண்டலத்தின் நிறை காரணமாக அழுக்கம் தொழிற்படுகின்றது என்பது இப்போது எமக்குத் தெளிவாகின்றது. திரவமொன்றினுள் யாதாயினுமொரு புள்ளியிலுள்ள அழுக்கம் அதன் ஆழத்துடன் வேறுபடுவது போலவே, யாதாயினுமொரு புள்ளிக்கு மேலேயுள்ள வளி நிரலின் உயரத்துடன் அதன் நிறை அதிகரிப்பதனால் அப்புள்ளியில் வளிமண்டல அழுக்கமும் மாறுபடும். இதனால் கடல் பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் போது வளிமண்டல அழுக்கம் படிப்படியாகக் குறைவடையும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 5.6 km அளவு மேலே செல்லும் போது வளி மண்டல அழுக்கம் அரைவாசியாகக் குறையும். வளியின் அடர்த்தியும் புவி மேற்பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் போது வளியின் அடர்த்தியும் படிப்படியாகக் குறைவடையும். வளி திரவம் போன்று நெருக்கும் தகவற்ற பாயியாகக் காணப்படாமையே இதற்கான காரணம் ஆகும். இது தவிர, காற்று வீசும் வேகம், வெப்பநிலை, வளி மண்டலத்தில் ஏற்படும் அசைவு, புவி மேற்பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் போது புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலில் ஏற்படும் மாற்றம் என்பனவற்றின் அடிப்படையில் வளிமண்டல அழுக்கம் மாறுபடும். கடல் மட்டத்திற்கு அண்மையில் இவ்வழுக்கம் 760 மில்லி மீற்றர் இரச நிரலாகக் காணப்படும். புவி மேற்பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லும் போது இப்பெறுமானம் படிப்படியாகக் குறைவடையும்.

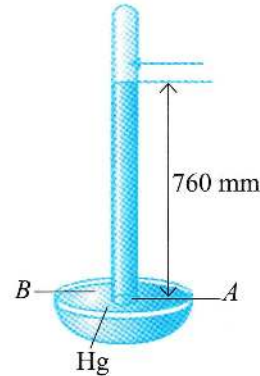
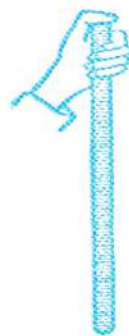
4.5 ⇨ அழுக்கத்தை அளத்தல்

இரசப் பாரமானி

இரசப் பாரமானி வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு உபகரணமாகும். இது இத்தாலிய நாட்டவரான தொரிசெல்லி (Torricelli) எனும் பெளதிகவியல் விஞ்ஞானியினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.



1608 - 1647



உரு 4.9

வளிமண்டல அழுக்கத்தைத் துணிவதற்காக அவரினால் உருவாக்கப்பட்ட அமைப்பு உரு 4.9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 1 m நீளமான ஒரு முனை மூடப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்று முற்றாக இரசத்தினால் நிரப்பப்பட்டு, இரசம் வெளியே சிந்தாதவாறு திறந்த முனையை விரலினால் மூடி பாத்திரமொன்றினுள் குழாயை நிலைக்குத்தாகத் தலைகீழாகப் பிடித்து தாங்கியொன்றில் பொருத்துக. வளிமண்டல அழுக்கத்தினால் 1 m உயரமான இரச நிரலின் பாரத்தைத் தாங்க முடியாது. எனவே, குழாயிலுள்ள இரச நிரல் கீழிறங்கி சமநிலையடையும். இதனால் குழாயின் மேலே வெற்றிட மொன்று உருவாகும். சமநிலையில் காணப்படும் போது இரசநிரலின் நிறையினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் வளி மண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமனாகும். எனவே, இரச நிரலின் உயரத்தினால் வளிமண்டல அழுக்கம் காட்டப்படும். குழாயின் சுவரில் அளவுகீட்டமொன்றைப் பொருத்துவதன் மூலம், மேலெழுந்த இரச நிரலின் உயரத்தை துணியலாம். முதன்முறையாக இவ்வயரத்தை அளந்த தொரிசெல்லி இப் பெறுமானம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 760 mm எனக் கண்டறிந்தார். இதனாலேயே இது இரசப் பாரமானி என அழைக்கப்படுகின்றது.

இரச நிரலின் உயரத்திற்கும் வளி மண்டல அழுக்கத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு பின்வருமாறு காணப்படும்.

நிலைக்குத்தான குழாயினுள் புள்ளி A காணப்படுவதனால் அப்புள்ளிக்கு மேலேயுள்ள இரச நிரலின் பாரத்தினாலேயே அப்புள்ளியில் அழுக்கம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கமைய, இரச நிரலின் உயரம் h இரச நிரலின் அடர்த்தி d எனின், A இல் அழுக்கம் $P_A = h d g$ ஆகும்.

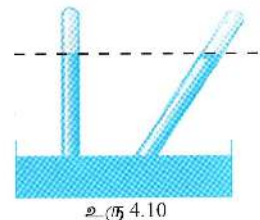
புள்ளி B வளிமண்டலத்திற்குத் திறந்திருப்பதனால் அதில் அழுக்கம் $P_B = P_0$ ஆகும். இங்கு P_0 வளி மண்டல அழுக்கமாகும்.

சுயாதீன பாயியொன்றின் சம மட்டத்தில் அழுக்கம் சமன் என்பதனால் $P_A = P_B$ எனவே, $P_0 = h d g$ ஆகும்.

வளிமண்டல அழுக்கம் மில்லிமீற்றர் இரச நிரலினால் குறிக்கப்படுமாயின், இரச நிரலின் உயரம் h ஐ அளப்பது போதுமானதாகும். 1 வளிமண்டல அழுக்கம் எனப்படுவது, 760 mm இரச நிரலினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கமாகும். அதனை பஸ்காலில் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$\begin{aligned} P &= h d g \\ &= 760 \times 10^{-3} \text{ m} \times 13600 \text{ kg m}^{-3} \times 10 \text{ m s}^{-2} \\ P &= 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

மேற்பரப்பில் வெற்றிடம் தோன்றுமாறு குழாய் திரவ பாத்திரமொன்றினுள் தலைகீழாக வைக்கப்படும் போது அதன் வடிவம் எவ்வாறாயினும் சாய்வு எவ்வளவாயினும் திரவ நிரல் மேலெழும் நிலைக்குத்து உயரம் ஒரே பெறுமானமாகும். அழுக்கத்தில் தாக்கம் செலுத்துவது நிலைக்குத்து உயரமாகும். (உரு 4.10)



அழுக்கத்தைக் குறிப்பதற்கு பல்வேறு அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரச மில்லிமீற்றர் (mm Hg), வளிமண்டல அழுக்கம் (atm), பஸ்கால் (Pa), பார் (Bar) போன்ற அலகுகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 1 வளிமண்டல அழுக்கம், 760 mm Hg இரசநிரலிற்கும், 1.01325×10^5 Pa இற்கும் சமனாகும். கணிப்பீட்டிற்கு சுலபமாக வளிமண்டல அழுக்கம் 1×10^5 Pa எனக்கொள்ளப்படும். ஒரு bar = 1×10^5 Pa அழுக்கமாகும். மின் குமிழ், கதோட்டுக்கதிர் குழாய் போன்ற உபகரணங்களினுள் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்தின் நூறில் ஒரு மடங்கிலும் குறைவாகும். எனவே இவ்வாறான அழுக்கத்தை அளப்பதற்கு மில்லிபார் (milibar), டோர் (torr) போன்ற அலகுகள் பயன்படுத்தப்படும். ஒரு (torr) எனப்படுவது torr அழுக்கமாகும். அவ்வலகுகளுக்கு இடையிலான தொடர்பு பின்வருமாறு காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} (\approx 1 \times 10^5 \text{ Pa})$$

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg} = 133.3 \text{ Pa}$$

வாகனமொன்றின் டயரினுள் அழுக்கத்தை அளப்பதற்காக சதுர அங்குலத்திற்கு இறாத்தல் (pounds per square inch) எனும் அலகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதனைக் குறிப்பதற்காக PSI எனும் சுருக்கக் குறிப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது தவிர, சதுர சென்ரிமீற்றரிற்கு கிலோகிராம் எனும் அலகும் பயன்படுத்தப்படுவதனை எரிபொருள் நிரப்பும் நிலையங்களில் பொறுத்தப்பட்டுள்ள மானியிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.



உரு 4.11

இரசப் பாரமானிகளில் இரசத்திற்குப் பதிலாக வேறு திரவங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும் பாரமானியொன்றை ஆக்கலாம். இரசத்திற்குப் பதிலாக நீர் பயன்படுத்தப்பட்டால் அது நீர் பாரமானி எனப்படும்.

உதாரணம் 7

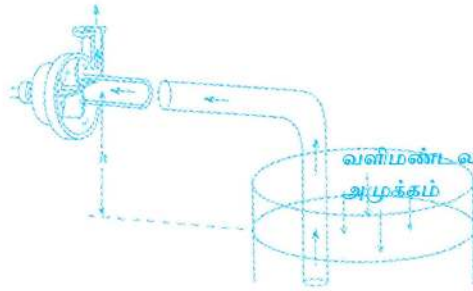
1 வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் காட்டும் நீர் பாரமானியொன்றின் உயரத்தைக் காண்க. $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ என எடுக்க.

$P = 1$ வளி மண்டல அழுக்கம், $h =$ நீர் பாரமானியின் உயரம், $d =$ நீரின் அடர்த்தி
 1 வளிமண்டல அழுக்கம் = $1.03 \times 10^5 \text{ Pa}$

$$\begin{aligned}
 P &= h d g \\
 1.03 \times 10^5 &= h \times 1000 \times 10 \\
 \frac{1.03 \times 10^5}{10^4} &= h \\
 h &= 10.3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

1 வளிமண்டல அழுக்கத்தினால் தாங்கக் கூடிய நீர் நிரலின் உயரம் 10.3 m என்பது மேற்படி கணிப்பிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

நீர்ப்பம்பி ஒன்றின் செயற்பாடு



உரு 4.12

நீர்ப்பம்பியொன்றைப் பயன்படுத்தி கிணறு ஒன்றிலிருந்து நீரை பம்பும் முறை உரு 4.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பம்பியை செயற்படுத்தும் போது அதிலுள்ள சுழலி சுழலும். பம்பியிலிருந்து கிணறு வரை செல்லும் குழாய் முற்றாக நீரினால் நிரப்பப்பட்டிருப்பின், இச்சுழலியினால் கிணற்றிற்குத் தொடுக்கப்பட்ட குழாயிலிருந்து நீர் பம்பியிலிருந்து வெளியே செல்லுமாறு நீர் தள்ளப்படும். இவ்வாறு பம்பியிலிருந்து நீர் வெளியே தள்ளப்படும் போது அவ்விடத்தை நிரப்புவதற்காக கிணற்றிலிருந்து நீர் பம்பியினுள் பாய்ந்து வரும். எனினும், கிணற்று நீர் மட்டம் பம்பியிலுள்ள நீர் மட்டத்தை விட கீழே காணப்படுவதனால், நீர் பம்பியினுள் வருவதற்காக புற விசையொன்று பிரயோகிக்கப்பட வேண்டும். இப்புற விசை வளிமண்டல அழுக்கத்தினால் வழங்கப்படும். வளி மண்டல அழுக்கம் 10.3 m (34 அடி) அளவு ஆழத்திலுள்ள நீரையே மேலே உயர்த்தும். எனவே, கிணற்றின் ஆளம் 10.3 m ஐ விட அதிகமெனின், பம்பி சரியான முறையில் தொழிற்படாது. அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் நீரை பாய்ச்சுவதற்கு வேறு முறைகள் பயன்படுத்தப்படும்.

உதாரணம் 8

வளிமண்டல அழுக்கம் $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ஆகவுள்ள ஒரு நாளில் நீர் மேற்பரப்பளவு 4 m^2 ஆகவுள்ள நீர் நிலை ஒன்றின் அடியில் தாக்கும் உதைப்பு விசையைக் கணிக்க.

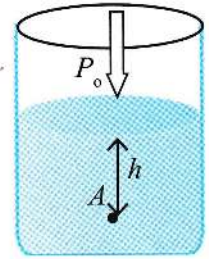
P_0 = வளி மண்டல அழுக்கம், A = நீர் மேற்பரப்பின் பரப்பளவு,

F = பரப்பில் தொழிற்படும் உதைப்பு விசை

$$\begin{aligned} P_0 &= 1 \times 10^5 \text{ Pa} \\ F &= P_0 \times A \\ &= 1 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4 \text{ m}^2 \\ &= 4 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

வளி மண்டலத்திற்குத் திறந்துள்ள திரவத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுக்கம்

வளிமண்டலத்திற்குத் திறந்துள்ள ρ அடர்த்தியையுடைய திரவ மொன்றின் மேற்பரப்பிலிருந்து h ஆழத்திலுள்ள புள்ளி A இல் அழுக்கம் P_A என்க (உரு 4.13). h உயரமான திரவ நிரலினால் உண்டாக்கப்படும் அழுக்கம் $h \rho g$ என முன்பு கற்றோம். திரவ மேற்பரப்பில் வளி மண்டலத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் P_0 ஆகும்.



உரு 4.13

எனவே, $P_A = P_0 + h \rho g$ ஆகும்.

U குழாய்

திரவங்களின் அழுக்கங்களின் அடிப்படையில் திரவங்களின் அடர்த்தியை ஒப்பிடுவதற்காக U குழாயைப் பயன்படுத்தலாம். சுயாதீனமான பாயி ஒன்றின் ஒரே கிடைமட்டத்தில் அழுக்கம் சமனாவதனால், U குழாயினுள் உள்ள திரவங்களின் அடர்த்தியை திரவ நிரல்களின் உயரத்துடன் ஒப்பிடலாம். உரு 4.14 இல் காட்டப்பட்டுள்ள U குழாயில் வலது புயத்தில் உள்ள நீர் நிரலின் உயரம் h_1 உம் இடது புயத்திலுள்ள திரவ நிரலின் உயரம் h உம் என்க. $A B$ ஆகியன சுயாதீன பாயிகளின் யாதாயினுமொரு சம கிடைமட்டத்திலுள்ள இரு புள்ளிகள் என்பதனால் இதில் அழுக்கம் சமன் ஆகும்.

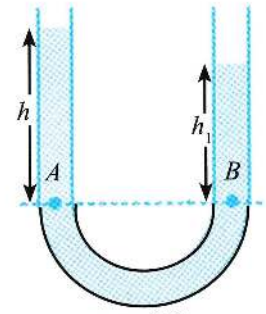
எனவே, $P_A = P_B$

வளிமண்டல அழுக்கம் P_0 , நீரின் அடர்த்தி ρ_w , திரவத்தின் அடர்த்தி ρ எனின்,

$$P_0 + h \rho g = P_0 + h_1 \rho_w g$$

$$h \rho = h_1 \rho_w$$

$$\frac{\rho}{\rho_w} = \frac{h_1}{h}$$



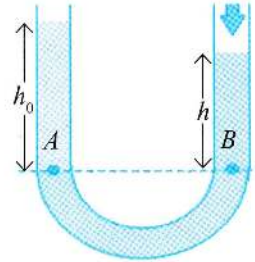
உரு 4.14

உதாரணம் 9

உரு 4.15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு நீர் ஊற்றப்பட்ட ஒரு U குழாயின் இடது புயத்தில் 20 cm உயரத்திற்கு எண்ணெய் ஊற்றப்பட்டுள்ளது. எண்ணெயின் அடர்த்தி 800 kg m^{-3} உம் நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} உம் எனின், இடைமுகத்திலிருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் வலது புயத்தில் நீர் காணப்படும்?

வலது புயத்தில் நீர் நிரலின் உயரம் h என்க. A, B என்பன சுயாதீன பாயிகளின் சம மட்டத்திலுள்ள இரு புள்ளிகள் ஆகும். $P_A = P_B$, வளிமண்டல அழுக்கம் P_0 நீரின் அடர்த்தி ρ_w திரவத்தின் அடர்த்தி ρ_o , இடது புயத்தின் எண்ணெய் மட்டத்தின் உயரம் h_o , வலது புயத்திலுள்ள நீர் மட்டத்தின் உயரம் h எனின்,

$$\begin{aligned} P_0 + h \rho_w g &= P_0 + h_o \rho_o g \\ h \rho_w &= h_o \rho_o \\ h \times 1000 &= 20 \times 10^{-2} \times 800 \\ h &= 16 \times 10^{-2} \text{ m} \\ h &= 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

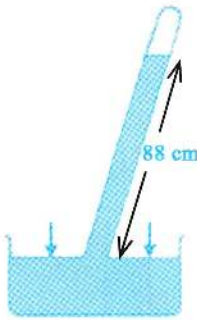


உரு 4.15

உதாரணம் 10

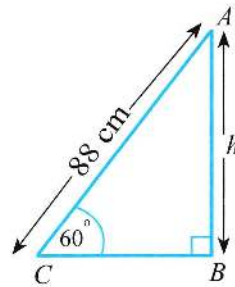
இரசப் பாரமானியொன்றின் பாரமானிக் குழாய் கிடையுடன் 60° சாய்வில் வைக்கப் பட்டிருக்கும் அமைப்பு உரு 4.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரசத்தின் அடர்த்தி 13600 kg m^{-3} எனின், வளி மண்டல அழுக்கத்தைக் காண்க.

அழுக்கத்திற்குரிய உயரம் நிலைக்குத்து உயரம் h இரசத்தின் அடர்த்தி ρ வளிமண்டல அழுக்கம் P , $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ என்க.



உரு 4.16

$$\begin{aligned} P &= h \rho g \\ P &= (88 \sin 60^\circ) \times 10^{-2} \times 13600 \times 10 \\ &= 88 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 1360 \\ &= 44 \times 1.732 \times 1360 \\ &= 103642.88 \text{ Pa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sin 60^\circ &= \frac{AB \text{ இன் நீளம்}}{AC \text{ இன் நீளம்}} \\ \sin 60^\circ &= \frac{h}{88 \text{ cm}} \\ h &= 88 \sin 60^\circ \text{ cm} \\ h &= 88 \sin 60^\circ \times 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

4.6 ⇒ அழுக்கம் தொடர்பான பஸ்காலின் விதி

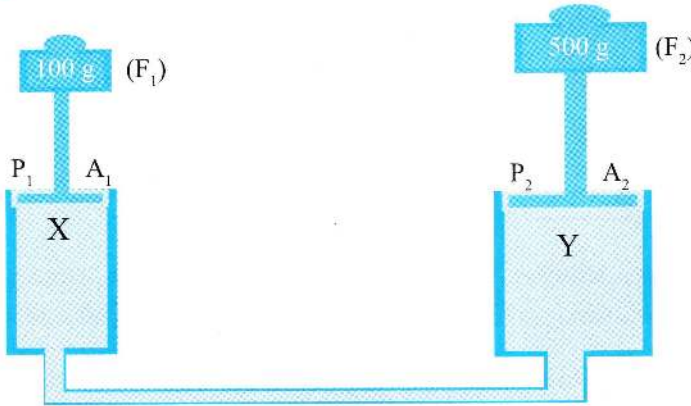


1623 - 1662

திறந்த பாத்திரம் ஒன்றினுள் உள்ள நெருக்கும் தகவற்ற பாயியொன்றின் யாதாயினுமொரு புள்ளியில் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் பாயியின் எல்லாப் பகுதியிலும் பாயி காணப்படும் பாத்திரத்தின் சுவர்களிலும் சமனாகக் காணப்படுவதாக முதலில் பஸ்கால் எனும் விஞ்ஞானியினால் குறிப்பிடப்பட்டது.

இவ்விதிக்கமைய பாயி ஒன்று காணப்படும் பகுதியில் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு குறைவான ஒரு இடத்தில் சிறிய விசையொன்றை பிரயோகித்து, குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு கூடிய பகுதியில் பெரிய சுமையொன்றைத் தாங்க முடியும். பின்வரும் செயற்பாட்டின் மூலம் அதனை விளங்கிக் கொள்ளலாம்.

செயற்பாடு 2



உரு 4.17

குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு வித்தியாசமான இரு சிரிஞ்சிகளை சேலைன் குழாய் ஒன்றினால் தொடுக்க. சிரிஞ்சி இரண்டினுள்ளும் குழாயினுள்ளும் திரவம் ஒன்றை நிரப்பி இரு சிரிஞ்சிகளையும் உரு 4.17 இல் உள்ளவாறு தாங்கிகள் இரண்டில் நிலைக்குத்தாகப் பொருத்துக. பெரிய குறுக்குவெட்டுப் பரப்புடைய முசலத்தின் மீது 500 g திணிவை வைத்து சிறிய முசலத்தின் மீது அதனை விடச் சிறிய திணிவொன்றை வைத்து 500 g திணிவை உயர்த்தலாமா என ஆராய்க.

உமது அவதானிப்பைத் தெளிவுபடுத்திக் கொள்வதற்காகப் பின்வரும் தொடர்பைப் பயன்படுத்தலாம். உரு 4.17 இல் காட்டப்பட்டுள்ள புள்ளி X இல் திரவத்தின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் P_1 என்க. சிறிய முசலத்தின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு A_1 எனவும் அதன் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை F_1 எனவும் எடுத்தால், P_1 இன் பெறுமானம் F_1 இற்கும் A_1 இற்கும் இடையிலான விகிதமாகும்.

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \text{ ————— } \textcircled{1}$$

இங்கு முசலத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் சார்பாக திரவ நிரல்களின் நிறையினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கம் கணிப்பிட முடியாதளவு சிறிது ஆகையால் X இல் திரவத்தின் அழுக்கம் Y இல் அழுக்கத்திற்குச் சமனாகும். எனவே, பெரிய முசலத்தின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு A_2 எனவும் அதன் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசை F_2 எனவும் எடுத்தால், P_2 இன் பெறுமானம் F_2 இற்கும் A_2 இற்கும் இடையிலான விகிதத்திற்குச் சமனாகும்.

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2} \text{ ————— } \textcircled{2}$$

பஸ்காலின் அழுக்க விதிப்படி, $P_1 = P_2$ ஆகும். எனவே,

①, ② இலிருந்து,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\boxed{\frac{A_2}{A_1} = \frac{F_2}{F_1}}$$

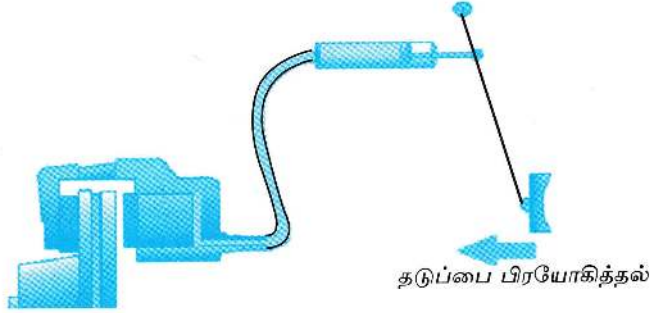
விசைகளுக்கு இடையிலான விகிதம் குறுக்குவெட்டுப்பரப்புகளுக்கு இடையிலான விகிதத்திற்கு சமன் என்பது மேற்படி சமன்பாட்டிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

இதற்கமைய, குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு இழிவான முசலம் ஒன்றின் மீது சிறிய விசை யொன்றைப் பிரயோகித்து குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு உயர்வான முசலம் ஒன்றினால் உயர் விசையொன்றை வழங்கலாம். இது தொழிநுட்ப ரீதியில் மிக முக்கியமாகும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- நீரியல் தடுப்பு
- நீரியல் யாக்கு
- பக்ஹோ இயந்திரத்தை செயற்படுத்தல்
- பற்சிகிச்சையின் போது பயன்படுத்தப்படும் நோயாளியின் கதிரை
- சேவை நிலையங்களில் வாகனங்களை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்படும் நீரியல் உயர்த்தி

நீரியல் தடுப்பு (hydraulic brake)

பாதத்தினால் சிறிய விசையொன்றைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் உடனடியாக வாகனத்தை நிறுத்துவதற்குப் பயன்படும். நீரியல் தடுப்பு எனப்படும் நீரியல் சுழலித் தொகுதியின் தொழிற்பாடு இதுவாகும்.

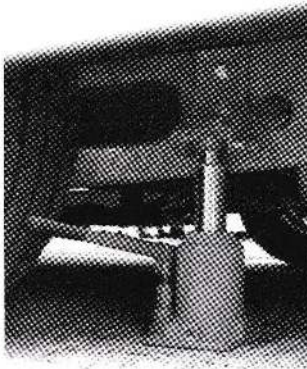


உரு 4.18

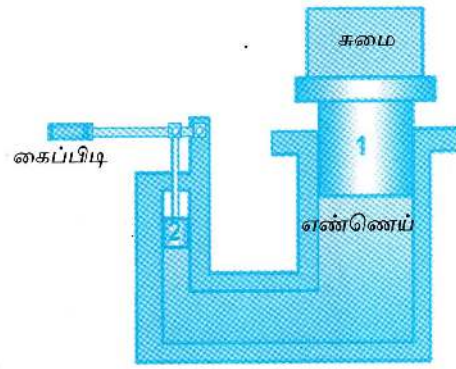
திரவ சுழலித் தொகுதி தொழிற்படும் விதம் உரு 4.18 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கைப்பிடியின் மீது சிறிய விசையொன்று பிரயோகிக்கப்படும் போது அதனுடன் தொடுக்கப்பட்ட சிறிய குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பையுடைய முசலத்தினால் திரவத்தின் மீது அழுக்கம் ஏற்படுத்தப்படும். இவ்வழுக்கம் பாயி முழுவதும் தொழிற்படுவதனால் சில்லின் அருகேயுள்ள பெரிய குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பையுடைய முசலத்தினால் சில்லின் மீது பெரிய விசையொன்று தொழிற்பட்டு வாகனத்தை நிறுத்தும்.

நீரியல் உயர்த்தி (hydraulic jack)

வாகனங்களின் சில்லுகளை மாற்றுதல், புதுப்பித்தல் போன்ற நடவடிக்கைகளுக்காக சிறிய விசையொன்றைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் பெரிய சுமையொன்றை உயர்த்துவதற்காக நீரியல் உயர்த்தி பயன்படுத்தப்படும். இதுவும் பஸ்காலின் தத்துவப்படி செயற்படும் ஒரு உபகரணமாகும்.



(a)

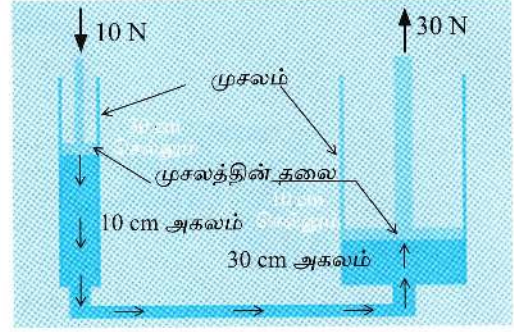


(b)

உரு 4.19

இடது புறத்திலுள்ள உருவில் (உரு 4.19 (a)) காட்டப்பட்டிருப்பது, நீரியல் உயர்த்தி பயன்படுத்தப்பட்டு வாகனமொன்று உயர்த்தப்பட்டுள்ள சந்தர்ப்பமாகும். பஸ்காலின் தத்துவப்படி அதிக சுமையைத் தூக்குவதற்காக முசலங்களுக்கிடையிலான விகிதம் அமைந்திருக்கும் முறை வலது புறத்திலுள்ள உருவில் (உரு 4.19 (b)) காட்டப்பட்டுள்ளது.

பக்ஹோ பொறி வண்டியை செயற்படுத்துதல்



உரு 4.20

நிர்மாணத்துறையில் பயன்படுத்தப்படும் பல வகையான கனரக வாகனங்களில் பல்வேறு நடவடிக்கைகளுக்கு தேவையான விசையைப் பெற்றுக் கொள்வதற்கும் பஸ்காலின் விதி பயன்படுகின்றது. இவ்வாறான இயந்திரமொன்றில் மசகெண்ணெய் தாங்கியுடன் தொடுக்கப்பட்ட பல்வேறுபட்ட அளவு முசலங்களுடனான இணைப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. தாங்கியில் உள்ள மசகெண்ணெய்க்கு அழுக்க மொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது அவ்வழுக்கம் ஏனைய முசலங்கள் மீது விசையை வழங்குவதனால் இவ்வியந்திரங்களை தேவைக்கேற்றவாறு பயன்படுத்தலாம். பக்ஹோ பொறி வண்டியில் உள்ள ஒவ்வொரு முசலத்திற்கும் ஏற்றவாறான அமைப்பு உரு 4.20 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பற்சிகிச்சை நிலையங்களில் பயன்படுத்தப்படும் நோயாளியின் ஆசனம்



உரு 4.21

பற்சிகிச்சையின் போது ஆசனத்தில் அமர்ந்து கொண்ட நோயாளியை பரீட்சிப்பதற்குச் சுலபமாக அல்லது சிகிச்சை மேற்கொள்வதற்கு ஏற்ற விதத்தில் வைத்தியர் ஆசனத்தை திரும்பக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே, திரவ அழுக்கத்தைப் பயன்படுத்தி சிறிய விசையொன்றைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் இதனை எளிதாக மேற்கொள்ளக் கூடியவாறு ஆசனம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. (உரு 4.21)

சேவை நிலையங்களில் வாகனங்களை உயர்த்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் உயர்த்தி



உரு 4.22

பஸ்காலின் தத்துவப்படி சேவை நிலையங்களில் அதிக நிறையுடைய வாகனங்களை உயர்த்துவதற்கு உயர்த்தி பயன்படுகின்றது. பரீட்சிப்பதற்காக மோட்டார் வண்டியொன்று உயர்த்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பு உரு 4.22 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உதாரணம் 11

1 : 10 என்கின்ற விகிதத்தில் குறுக்கு வெட்டுமுக ஆரைகளைக் கொண்ட முசலத்தினாலான ஒரு திரவ அழுக்கி உரு 4.23 இல் தரப்பட்டுள்ளது. பெரிய முசலத்தின் மீது 1000 kg திணிவுடைய மோட்டார் வாகனம் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதனை உயர்த்துவதற்காக சிறிய முசலத்தின் மீது பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய விசையாது?

முசலத்தின் குறுக்குவெட்டு முக ஆரைகளுக்கு இடையிலான விகிதம் = 1 : 10

சிறிய முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுக ஆரை r எனின், பெரிய முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுக ஆரை $10r$ ஆகும்.

சிறிய முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்தின் பரப்பளவு = πr^2

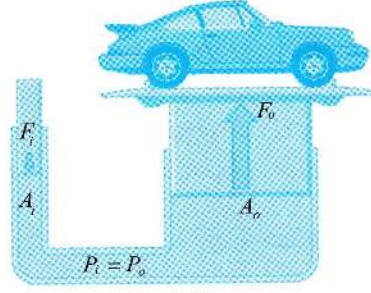
பெரிய முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்தின் பரப்பளவு = $\pi \times (10r)^2$ சிறிய முசலத்தின் மீது பிரயோகிக்க வேண்டிய இழிவு விசை F_1 என்க. பஸ்காலின் தத்துவப்படி,

$$\frac{F_i}{A_i} = \frac{F_o}{A_o}$$

$$\frac{F_o}{\pi r^2} = \frac{1000 \times 10 \text{ N}}{\pi \times (10 \text{ r})^2}$$

$$F_o = \frac{10^4 \text{ N}}{100}$$

$$F_o = 100 \text{ N}$$



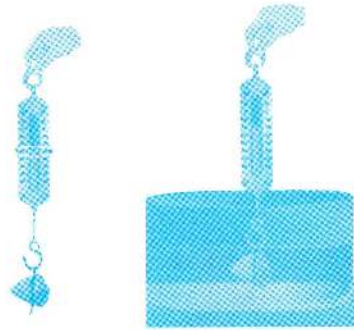
உரு 4.23

மேலுதைப்பு (upthrust)

பெரிய பிளாஸ்டிக் பந்து ஒன்றை எடுத்து அதனை நீரினுள் இடும் போது நீரில் மிதப்பதை அவதானிக்கலாம். அதனை நீரினுள் அமிழ்த்துவதற்கு முயற்சி செய்க. நீங்கள் பிரயோகிக்கும் விசைக்கு எதிராக பெரிய விசையொன்று மேல் நோக்கி செயற்படுவதனை நீங்கள் உணருவீர்கள். இது மேலுதைப்பு எனப்படும். யாதாயினு மொரு பொருள் பாயி ஒன்றினுள் காணப்படும் போது அதன் மீது அப்பாயியினால் மேலுதைப்பு ஒன்று ஏற்படுத்தப்படும். மேலுதைப்பு தொழிற்படும் விதத்தை காட்டும் பின்வரும் செயற்பாட்டை விளங்குவதன் மூலம் மேலுதைப்பு தொடர்பாக மேலும் விளக்கத்தைப் பெறலாம்.

செயற்பாடு 3

நியூற்றனின் விற்றராசு ஒன்றை எடுத்து அதில் கல்லொன்றை தொங்கவிட்டு அதன் வாசிப்பைப் பெறுக. பின் கல்லை மெதுவாக நீரினுள் அமிழ்த்துக. விற்றராசின் வாசிப்பு படிப்படியாகக் குறைவடைவதை அவதானிக்கலாம். இவ்வாறு வாசிப்பு குறைவடைவதற்கான காரணம் திரவத்தினால் கல்லின் மீது மேலுதைப்பொன்று தொழிற்படுகின்றமையாகும். பொருளொன்றின் நீரினுள் அமிழ்ந்து காணப்படும் கனவளவு அதிகரிக்கும் போது மேலுதைப்பு அதிகரிப்பதனையும் பொருள் முற்றாக நீரினுள் அமிழும் போது அது உயர் பெறுமானத்தை அடைந்து மாறிலியாகக் காணப்படு வதனையும் அவதானிக்கலாம்.

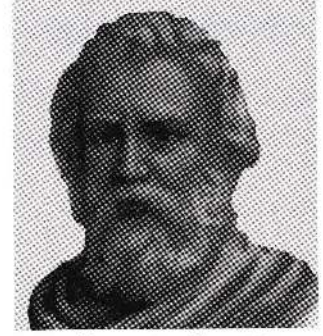


உரு 4.24

உரு 4.24 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கல்லை வளியில் தொங்க விடும் போது விற்றராசின் வாசிப்பு w_1 உம் நீரினுள் அமிழ்த்தும் போது வாசிப்பு w_2 எனின், கல்லின் மீது தொழிற்படும் மேலுதைப்பு $U = w_1 - w_2$ ஆகும்.

4.7 ⇒ ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவம்

கிரேக்க நாட்டு பௌதிகவியலாளர், வானியல் அறிஞர், கணிதவியலாளரான ஆக்கிமிடிஸ் எனும் விஞ்ஞானி நடைமுறைப் பிரச்சினை ஒன்றிற்குத் தீர்வு காணமுற்பட்ட போது பெறப்பட்ட முடிவே ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவமாகும்.



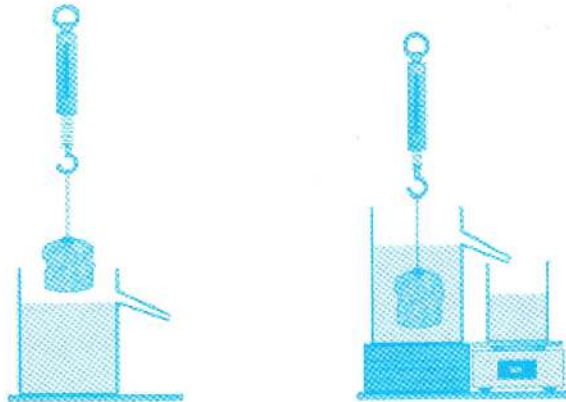
கி.மு 287 - கி.மு 212

அமுக்கும் தகவற்ற ஓய்விலுள்ள பாயி ஒன்றினுள் யாதாயினுமொரு பொருள் முற்றாக அல்லது பகுதியளவில் அமிழ்ந்து மிதக்கும் போது பாயியினால் பொருளின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் மேலுதைப்பு பொருளினால் இடம்பெயர்க்கப்படும் பாயியின் நிறைக்கு சமன் என ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவம் கூறுகின்றது.

ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவத்தை நிரூபிப்பதற்குப் பின்வரும் செயற்பாட்டை மேற்கொள்வோம்.

செயற்பாடு 4

உரு 4.25 இலுள்ளவாறு கல்லொன்றை எடுத்து அதனை நூலினால் கட்டி நியூற்றனின் விற்றராசில் தொங்கவிட்டு வாசிப்பைப் (w_1) பெற்றுக் கொள்க. யுரேக்காக் கிண்ணத்தை நீரினால் நிரப்பி அதன் வெளியேற்றும் குழாயிற்கு கீழே இருக்குமாறு தராசு ஒன்றின் மீது முகவையொன்றை வைக்க. முதலில் தராசின் வாசிப்பு x_1 ஐ குறித்துக் கொள்க. பின் கல்லை முற்றாக நீரினுள் அமிழ்த்துக. விற்றராசின் வாசிப்பு (w_2) ஐயும் முகவையினுள் நீர் நிரம்பிய பின் தராசின் வாசிப்பு (w_2) ஐயும் குறித்துக் கொள்க.



உரு 4.25

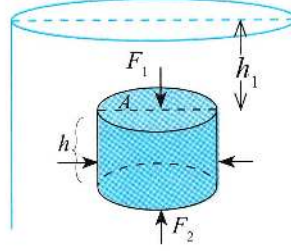
$$\text{மேலுதைப்பு } U = w_1 - w_2$$

$$\text{இடம்பெயர்ந்த நீரின் நிறை} = x_2 - x_1$$

$w_1 - w_2 = x_2 - x_1$ என்பதனை நீங்கள் அவதானிக்கலாம். இடம்பெயர்ந்த பாயியின் நிறை மேலுதைப்பிற்கு சமன் என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தை நிரூபித்தல்

இதற்காக திரவமொன்றினுள் காணப்படும் உருளை வடிவான பொருள் ஒன்றின் மீது தாக்கும் விசையைக் கருதுவோம். (உரு 4.26)



உரு 4.26

கருதப்படும் உருளையின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A உயரம் h என்க. உருளையின் மேன்முகம் திரவ மேற்பரப்பிற்கு h_1 தூரம் கீழே காணப்படுகின்றது. திரவத்தின் அடர்த்தி ρ என்க.

$$\text{மேல் மேற்பரப்பில் அழுக்கம்} = h_1 \rho g$$

$$\text{மேல் மேற்பரப்பின் மீது விசை } (F_1) = h_1 \rho g A$$

$$\text{கீழ் மேற்பரப்பில் அழுக்கம்} = (h_1 + h) \rho g$$

$$\text{கீழ் மேற்பரப்பின் மீது விசை } (F_2) = (h_1 + h) \rho g A$$

அழுக்கத்தினால் உருளையின் மீது கிடையாக ஏற்படுத்தப்படும் விசைகள் அனைத்தும் ஒன்றை ஒன்று சமப்படுத்துகின்றது. மேலுதைப்பாகக் காணப்படுவது, நிலைக்குத்தாகத் தொழிற்படும் F_1, F_2 ஆகிய விசைகளுக்கு இடையிலான வித்தியாசமாகும்.

$$U = F_2 - F_1$$

$$U = (h_1 + h) \rho g A - h_1 \rho g A$$

$$U = h \rho g A$$

hA எனப்படுவது உருளையின் கனவளவு ஆகையால் உருளையினால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறை $hA\rho g$ ஆகும். இதற்கமைய மேலுதைப்பு இடம்பெயர்ந்த திரவத்தின் நிறைக்கு சமனாகும்.

கண்ணாடி மூடியொன்று வளியில் தொங்கவிடப்பட்டு தராசினால் நிறுக்கப்பட்ட போது வாசிப்பு 80 g ஆகும். கண்ணாடி மூடி முற்றாக நீரில் அமிழ்ந்து காணப்படும் போது விற்றராசின் வாசிப்பு 52 g ஆகும்.

- கண்ணாடி மூடியின் மீது மேலுதைப்பைக் காண்க.
- இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவைக் காண்க.
- கண்ணாடி மூடியின் சராசரி அடர்த்தியைக் காண்க.

U = மேலுதைப்பு, ρ = நீரின் அடர்த்தி, m = கண்ணாடி மூடியின் திணிவு,
 d = கண்ணாடி மூடியின் அடர்த்தி, V = இடம்பெயர்ந்த நீரின் கனவளவு
 (கண்ணாடி மூடியின் கனவளவு)

i. மேலுதைப்பு (U) = விற்றராசின் வாசிப்புக்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசம்

$$U = 80 \times 10^{-3} \times 10 - 52 \times 10^{-3} \times 10$$

$$= 28 \times 10^{-2} \text{ N}$$

ii. $U = V\rho g$

$$28 \times 10^{-2} = V \times 1000 \times 10$$

$$V = \frac{28 \times 10^{-2}}{10^4}$$

$$= 2.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \quad (1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 \text{ என்பதனால்})$$

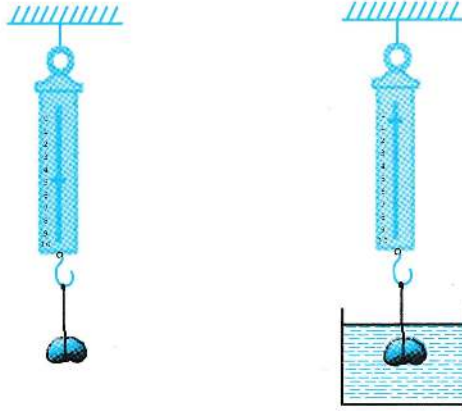
$$V = 28 \text{ cm}^3$$

iii. $d = \frac{m}{V}$

$$= \frac{80 \times 10^{-3} \text{ kg}}{2.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$= 2857 \text{ kg m}^{-3}$$

ஆக்கிமிடிசின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி திண்மமொன்றின் அடர்த்தியைத் துணிதல்



உரு 4.27

ஒரு கல்லின் சராசரி அடர்த்தியைத் துணிய வேண்டும் என்க. உரு 4.27 இல் காட்டியவாறு கல்லொன்றை எடுத்து நூலில் கட்டி, அதனை நியூற்றனின் விற்றராசில் தொங்கவிடுக. வளியில் விற்றராசின் வாசிப்பு W_1 ஐ பெற்றுக் கொள்க. கல் முற்றாக நீரினுள் அமிழ்ந்து காணப்படும் போது வாசிப்பு W_2 ஐ குறித்துக் கொள்க இதன் போது சாரடர்த்திக்காகப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம்.

$$\text{கல்லின் நிறை} = W_1$$

$$\text{மேலுதைப்பு (U)} = W_1 - W_2$$

ஆக்கிமிடிசின் தத்துவப் படி,

$$\text{மேலுதைப்பு} = \text{இடம்பெயர்ந்த நீரின் நிறை}$$

$$\begin{aligned} \text{சாரடர்த்தி} &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{பொருளின் கனவளவிற்குச் சமனான நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{இடம்பெயர்ந்த நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{W_1}{W_1 - W_2} \end{aligned}$$

W_1, W_2 என்பனவற்றின் பெறுமானங்களை மேற்படி சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது கல்லின் சாரடர்த்தியைத் துணியலாம். சாரடர்த்தியை நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} இனால் பெருக்குவதன் மூலம் கல்லின் அடர்த்தியைத் துணியலாம். இதன் போது பெறப்படுவது கல்லின் சராசரி அடர்த்தியாகும். சராசரி அடர்த்தி எனப்படுவது, பொருளின் திணியை மொத்தக் கனவளவினால் பிரிப்பதனால் கிடைக்கும் பெறுமானமாகும். பொருளினுள்

வளி இடைவெளி காணப்படுமாயின், அக்கனவளவு மொத்தக் கனவளவுடன் சேரும். இப்பரிசோதனையில் நியூற்றனின் விற்றராசிற்ருப் பதிலாக மும்மை தராசையும் பயன்படுத்தலாம்.



கல் வளியில் காணப்படும்போது



கல் நீரில் காணப்படும்போது

உரு 4.28

மும்மை தராசைப் பயன்படுத்தும் போது உரு 4.28 இல் காட்டியவாறு மும்மை தராசை தாங்கியொன்றின் மீது வைக்க வேண்டும். தராசின் தட்டிற்குக் கீழேயுள்ள கொழுக்கியில் நூல் துண்டொன்றைக் கட்டி அதில் கல்லைக் கட்டித் தொங்க விடுக. தராசை சமநிலைப்படுத்தி மேலேயுள்ளவாறு கல் வளியில் உள்ள போது தராசின் வாசிப்பு W_1 உம், கல் முற்றாக நீரின் அமிழ்ந்திருக்கும் போது வாசிப்பு W_2 ஐயும் பெற்று அதன் மூலம் மேலே குறிப்பிட்டவாறு கல்லின் சராசரி அடர்த்தியை துணியலாம்.

உதாரணம் 13

கண்ணாடி மூடியொன்றை விற்றராசில் தொங்கவிட்டு வளியில் நிறுக்கும் போது வாசிப்பு 60 டி ஆகும். கண்ணாடி மூடியை நீரின் அமிழ்த்தி நிறுக்கும் போது விற்றராசின் வாசிப்பு 36 டி ஆகும். மூடி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் சராசரி அடர்த்தியைத் துணிக.

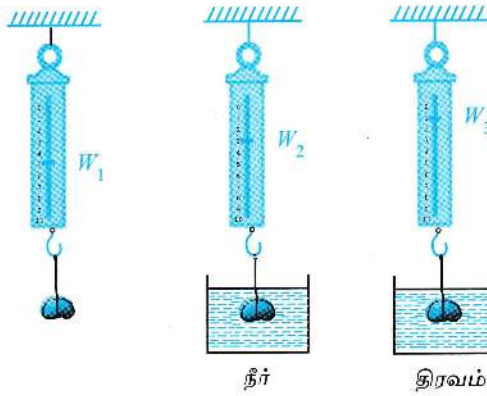
$$\begin{aligned} \text{கண்ணாடி மூடி ஆக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின் நிறை} &= 60 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} \\ &= 60 \times 10^{-2} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{மேலுதைப்பு} &= \text{விற்றராசின் வாசிப்புக்களுக்கு} \\ &\quad \text{இடையிலான வித்தியாசம்} \\ &= 60 \times 10^{-3} \times 10 - 36 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} \\ &= 24 \times 10^{-2} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{கண்ணாடியின் சாரடர்த்தி} &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{மேலுதைப்பு}} \\
&= \frac{60 \times 10^{-2} \text{ N}}{24 \times 10^{-2} \text{ N}} \\
&= 2.5
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{எனவே, கண்ணாடியின் சராசரி அடர்த்தி} &= 2.5 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\
&= 2500 \text{ kg m}^{-3}
\end{aligned}$$

ஆக்கிமிடிசின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி திரவமொன்றின் அடர்த்தியைத் துணியல்



உரு 4.29

உரு 4.29 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு திண்மப் பொருள் ஒன்றை நியூற்றனின் விற்றராசில் தொங்கிவிட்டு, அதனை வளி, நீர் மற்றும் திரவத்தினுள் வைத்து நிறுக்க. இதன் போது விற்றராசின் வாசிப்புக்கள் முறையே W_1, W_2, W_3 எனக் குறித்துக் கொள்க.

இவ்வாசிப்புக்களின் அடிப்படையில் பின்வருமாறு திரவத்தின் சாரடர்த்தியைத் துணியலாம்.

$$\begin{aligned}
\text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} &= \frac{\text{யாதாயினும் திரவத்தின் குறித்த கனவளவின் நிறை}}{\text{அதன் கனவளவிற்குச் சமமான நீரின் நிறை}} \\
&= \frac{\text{பொருள் ஒன்றினால் இடம்பெயர்க்கப்படும் குறித்த கனவளவு திரவத்தின் நிறை}}{\text{பொருள் ஒன்றினால் இடம்பெயர்க்கப்படும் அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} \\
&= \frac{\text{திரவத்தில் மேலுதைப்பு}}{\text{நீரில் மேலுதைப்பு}}
\end{aligned}$$

$$\text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} = \frac{W_1 - W_3}{W_1 - W_2}$$

$$\text{திரவத்தின் அடர்த்தி} = \left(\frac{W_1 - W_3}{W_1 - W_2} \right) d_w, \text{ இங்கு } d_w \text{ நீரின் அடர்த்தி}$$

உதாரணம் 14

உலோகக் குற்றியொன்று வளியில் திறந்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் போது விற்றராசின் வாசிப்பு 100 g ஆகும். அது நீரிலுள் அமிழ்ந்து காணப்படும் போது வாசிப்பு 75 g உம், திரவத்திலுள் அமிழ்ந்திருக்கும் போது வாசிப்பு 80 g ஆகும்.

i. உலோகத்தின் அடர்த்தி யாது?

ii. திரவத்தின் அடர்த்தி யாது?

i.

$$\begin{aligned} \text{உலோகத்தின் சாரடர்த்தி} &= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{நீரில் மேலுதைப்பு}} \\ \text{பொருளின் நிறை} &= 100 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} \\ \text{மேலுதைப்பு} &= (100 - 75) \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} \\ &= 25 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N} \\ \text{உலோகத்தின் சாரடர்த்தி} &= \frac{100 \times 10^{-3} \times 10}{25 \times 10^{-3} \times 10} \\ &= 4 \\ \text{உலோகத்தின் அடர்த்தி} &= 4 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= 4000 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

ii.

$$\begin{aligned} \text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} &= \frac{\text{திரவத்தில் மேலுதைப்பு}}{\text{நீரில் மேலுதைப்பு}} \\ &= \frac{(100 - 80) \times 10^{-3} \times 10}{(100 - 75) \times 10^{-3} \times 10} \\ \text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} &= \frac{20}{25} \\ \text{திரவத்தின் அடர்த்தி} &= \frac{20 \times 1000 \text{ kg m}^{-3}}{25} \\ &= 800 \text{ kg m}^{-3} \end{aligned}$$

மிதத்தல்

யாதாயினுமொரு பொருளை நீரினுள் போடும் போது அது அடித்தளம் வரை செல்லாது இருப்பின் அது மிதத்தல் (floatation) எனப்படும். பொருள் ஒன்று திரவத்தினுள் முற்றாக அல்லது பகுதியளவில் அமிழ்ந்து என இரு வகையாக மிதக்கலாம். (உரு 4.30)



உரு 4.30

இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் பொருளின் மீது தாக்கும் புற விசை பூச்சியமாதலில் அது சமநிலையில் காணப்படுகின்றது. அதாவது, பொருளின் நிறை மேலுதைப்பிற்குச் சமனாகும். பொருளின் திணிவு m மேலுதைப்பு U எனின்,

$$mg = U$$

திணிவு ஆனது கனவளவினதும் அடர்த்தியினதும் பெருக்கம் என்பதனால், பொருளின் கனவளவு V அடர்த்தி d எனின்,

$$m = Vd$$

$$Vdg = U$$

திரவத்தின் அடர்த்தி d_1 எனின், உரு 4.30 (a) இன் பிரகாரம், பொருள் முற்றாக அமிழ்ந்து மிதக்கும் போது

$$U = Vd_1g$$

எனவே, பொருள் முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும் போது

$$Vdg = Vd_1g$$

$$d = d_1$$

இதற்கமைய பொருள் ஒன்று முற்றாக அமிழ்ந்து மிதப்பதற்கு பொருளின் சராசரி அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்திக்கு சமனாக வேண்டும் என்பது தெளிவாகின்றது.

உரு (b) இலுள்ளவாறு பொருள் ஒன்று பகுதியளவில் அமிழ்ந்து மிதக்கும் போது அமிழ்ந்துள்ள பகுதியின் கனவளவு V_1 எனின்,

$$U = V_1d_1g$$

$$Vdg = V_1d_1g$$

$$Vd = V_1d_1$$

$$V > V_1 \text{ என்பதனால் } d < d_1$$

எனவே பொருள் ஒன்று பகுதியளவில் திரவமொன்றில் அமிழ்ந்து மிதப்பதற்கு பொருளின் சராசரி அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்தியை விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும் என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது.

ஆகவே, பொருள் ஒன்று திரவத்தினுள் அமிழ்வதற்கு அதன் சராசரி அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்தியை விடக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்காகப் பொருளின் உட்பகுதியை பொள்ளாக வைத்து அதன் திணிவை மாறாமல் வைத்து கனவளவை அதிகரிக்க வேண்டும். படகு, கப்பல் போன்ற நீர் போக்குவரத்து சாதனங்களில் இத்தொழிநுட்பமே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சில பலகை வகைகள், இறப்பர் போன்றவை நீரில் மிதப்பதற்கான காரணம் அவை நீரின் அடர்த்தியை விடக் குறைந்த அடர்த்தியை உடைய திரவியங்களினால் ஆக்கப்பட்டிருப்பதேயாகும்.

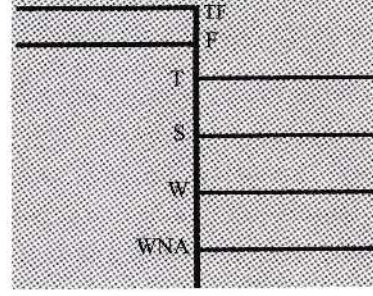
பின்வரும் செயற்பாடுகளின் மூலம் படகு, கப்பல் என்பன நீரில் மிதக்கும் விதத்தை அறிந்து கொள்ளலாம்.

செயற்பாடு 5

பதமாக்கப்பட்ட களி மண் உருண்டையொன்றை எடுத்து அதனை நீர்ச்சாடியொன்றின் நீர் பரப்பில் வைக்க. களி மண் உருண்டை நீரினுள் அமிழ்வதை அவதானிக்கலாம். களி மண் உருண்டையை நீரிலிருந்து வெளியே எடுத்து அதன் மூலம் விளையாட்டுப் படகு ஒன்று செய்து மீண்டும் நீரில் விடுக. அது நீரில் மிதப்பதை அவதானிக்கலாம். இதற்கான காரணம் அப்படகு அதிக கனவளவு நீரை இடம்பெயர்ந்து அதிக மேலுதைப்பை வழங்குகின்றமையாகும்.

அடர்த்தி கூடிய திரவியங்களினதும் உட்பகுதி பொள்ளாக அமைக்கப்பட்டிருப்பின் அவை நீரில் மிதக்கும். கப்பல் போன்ற நீர் போக்குவரத்து சாதனங்கள் இவ்வாறே உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. கடல்களின் உப்புச் செறிவுக்கமைய கடல் நீரின் அடர்த்தி வேறுபடும். ஒரு கப்பல் கடல் நீரின் அடர்த்தி வேறுபடும் போது அமிழும் ஆழம் வேறுபடும். பொருள் மற்றும் ஆட்போக்குவரத்து ஊடகங்களில் பாரம் ஏற்றும் போது வேறுபட்ட அடர்த்தியையுடைய கடல்களில் பயணம் செய்யும் போது அமிழாமல் இருக்கக் கூடியவாறு அதற்குப் பொறுத்தமான விதத்தில் பொருட்களை ஏற்றுவது கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். இதற்காக கப்பல்களில் பிளிம்சோல் கோடு (plimsoll line) பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பிளிம்சோல் கோடு (plimsoll line)



உரு 4.31

TF - Tropical fresh water
F - Fresh water
T - Tropical salt water

S - Salt water in summer
W - Salt water in winter
WNA - Winter north atlantic

பிளிம்சோல் கோடு எனப்படுவது, வேறுபட்ட கடல்களில் கப்பல்கள் அமிழாது பாதுகாப்பாகக் காணப்பட வேண்டிய உயர் மட்டத்தைக் காட்டும் வழிகாட்டல் குறிப்பாகும். (உரு 4.31) பிரித்தானிய பாராளுமன்ற உறுப்பினர் ஒருவரான சாமுவேல் பிளிம்சோல் (Samuel Plimsoll) என்பவரின் ஆலோசனைக்கிணங்க 1876 ஆம் ஆண்டு சர்வதேச ரீதியாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. கப்பலில் ஏற்றப்பட்டுள்ள பொருள்களின் பாரம் தவிர, கப்பலின் அளவு, கடல் நீரின் அடர்த்தி, வெப்பநிலை, உப்பின் செறிவு, காலநிலை போன்ற காரணிகள் கப்பல் ஒன்று அமிழ்ந்து காணப்படும் ஆழத்தைத் தீர்மானிக்கின்ற காரணிகளாகும். இதற்கமைய கப்பல் உற்பத்தி நிறுவனங்கள் அனைத்து கப்பல்களினதும் மேற்பரப்பில் பிளிம்சோல் கோட்டைக் குறிக்கின்றன. கப்பலின் தலைவர் இத்தரவுகளின் அடிப்படையில் கப்பலில் ஏற்றும் சுமையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவார்.



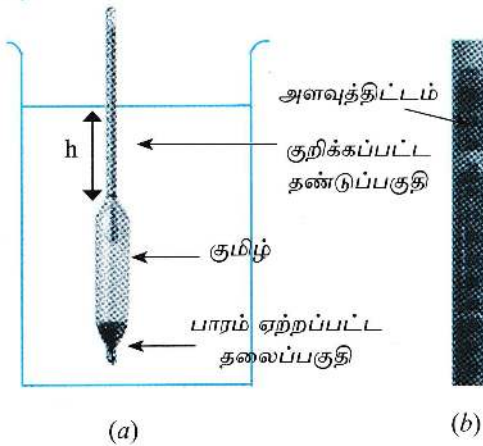
உரு 4.32

சாக்கடல் அதிக அடர்த்தியையுடைய பிரதேசமாகும். அதற்கான காரணம் அங்கு உப்பின் செறிவு அதிகமாகக் காணப்படுவதாகும். எனவே, சாதாரண நீரில் அமிழும் பொருள்கள் சாக்கடலில் மிதக்கும். மனிதர் சாக்கடலில் இலகுவாக மிதப்பதை உரு 4.32 காட்டுகின்றது.

செயற்பாடு 5

பென்சில் ஒன்றை எடுத்து அதனை நீர்ப்பாத்திரம் ஒன்றினுள் இடுக. பென்சில் மிதக்கும் முறையை ஆராய்க. மிதக்கும் விதத்தை ஆராயும் போது அது கிடையாக மிதப்பதனை அறியலாம். பின் பென்சிலின் ஒரு முனையில் சிறிய களி மண் கட்டி ஒன்றை வைத்து மீண்டும் அதனை நீரினுள் இட்டு நடைபெறுவதை ஆராய்க. சற்றுப் பாரம் கூடிய களி மண் கட்டியொன்றை வைத்தால் பென்சிலை நிலைக்குத்தாக நீரினுள் அமிழ்த்தலாம் என்பது தெளிவாகும். களிமண் கட்டியின் பாரம் அதிகம் எனின், அது பென்சிலுடன் நீரில் அமிழும். அவ்வாறு இல்லாமல் பென்சிலின் ஒரு பகுதி நீரின் மேற்பரப்பில் காணப்படுமாறு அதனை நிலைக்குத்தாக மிதக்க விடுக. நீரிற்கு வெளியே காணப்படும் பென்சிலின் பகுதியை அளக்க. அதன் பின், நீரின் அடர்த்தியை விட அடர்த்தி வித்தியாசமான திரவமொன்றை எடுத்து களி மண் உருண்டையுடன் கூடிய பென்சிலை அதில் மிதக்க விடுக. எண்ணெய் வகை அல்லது உப்பு கரைக்கப்பட்ட நீர் இதற்குப் பொறுத்தமானதாகும். அத்திரவங்களில் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பென்சிலின் பகுதியின் நீளத்தை - அளக்க. பயன்படுத்தப்பட்ட திரவியத்தின் அடர்த்திக்கேற்ப திரவத்திற்கு வெளியே காணப்படும் பென்சிலின் பகுதியின் நீளம் வேறுபடுவதை அவதானிக்கலாம். திரவமொன்றின் அடர்த்தியை அளப்பதற்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். திரவங்களின் அடர்த்தியை அளப்பதற்குப் பயன் படுத்தப்படும் நீரமானியில் இத்தத்துவம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

நீரமானி (hydrometer)



உரு 4.33

பாடசாலை ஆய்வுகூடத்தில் காணப்படும் நீரமானியின் அமைப்பு உரு 4.33 இல் தரப்பட்டுள்ளது. நிலைக்குத்தாக நிற்கக் கூடியவாறு புவியீர்ப்பு மையத்தை இயலுமான அளவு கீழே கொண்டு வரக் கூடியவாறு இதன் தலைப்பகுதியில் ஈயம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. குமிழ் பகுதியின் விட்டம் தண்டுப்பகுதியின் விட்டத்தை விடப் பெரிதாகுமாறு அமைக்கப்பட்டிருப்பதற்கான காரணம் நீரமானியின் சுமையை தாங்கிக்

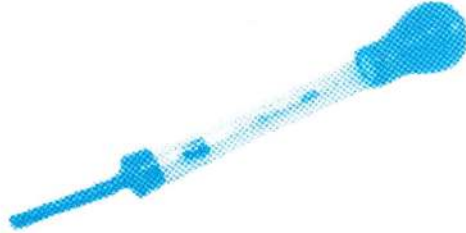
கொள்ளக் கூடியவாறான மேலுதைப்பொன்றை திரவம் வழங்குவதற்காகவாகும். அளவுத்திட்டத்துடனான தண்டுப்பகுதி மெல்லியதாக அமைக்கப்பட்டிருப்பதற்கான காரணம் உபகரணத்தின் உணர்திறனை அதிகரிப்பதற்காகவாகும்.

நீரமானி அடர்த்தி d ஐயுடைய திரவமொன்றினுள் காணப்படும் போது குமிழிற்கு மேலாக அமிழ்ந்து காணப்படும் உயரம் h தண்டின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A குமிழ் மற்றும் தலைப்பகுதியின் கனவளவு V நீரமானியின் திணிவு m எனின் நீரமானி மிதக்கும் போது,

$$\begin{aligned} m g &= U \\ m g &= (V + A h) d g \\ m &= (V + A h) d \\ \frac{m}{d} &= V + A h \end{aligned}$$

இச்சமன்பாட்டில் m, V, A என்பன மாறிலி என்பதனால் யாதாயினுமொரு திரவத்தினுள் h ஐ அளப்பதனால் திரவத்தின் அடர்த்தி d ஐ துணியலாம். கணிப்பீடு செய்யாமல் அடர்த்தியை அளப்பதற்காக நீரமானியின் தண்டில் ஒவ்வொரு மட்டத்திற்கும் உரிய அடர்த்தியைக் காட்டக் கூடியவாறு உரு 4.33 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அளவுத்திட்டம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

மேற்படி h, d என்பனவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பிற்கமைய இவ்வளவுத்திட்டம் ஏகபரிமாணமற்றது என்பதுடன், d அதிகரிக்கும் போது h குறைவடைவதனையும் அவதானிக்கலாம். உரு 4.33 (b) இற்கமைய அளவுத்திட்டத்தில் கூடிய பெறுமானம் கீழேயும் குறைந்த பெறுமானம் மேலேயும் காணப்படுவது தெளிவாகின்றது.



உரு 4.34

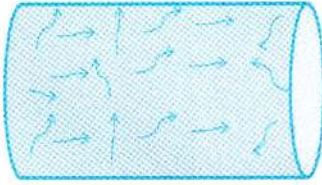
பாலின் அடர்த்தியைத் துணிதல், ஈய அமில கலங்களின் அமிலத்தன்மையைப் பரிட்சித்தல் போன்ற நடவடிக்கைகளுக்காக விசேடமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட நீரமானிகள் காணப்படுகின்றன. பற்றிகளின் அமிலத் தன்மையைத் துணிவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் நீரமானி உரு 4.34 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு குமிழுடனான தண்டினுள் நீரமானியொன்று உள்ளது. இங்கு உள்ள தண்டின் முனையை பற்றரியினுள் இட்டு மேலேயுள்ள குமிழை கையினால் அழுத்தி விடுவதன் மூலம் நீரமானியினுள் உள்ள குழாயினுள் அமிலத்தை எடுத்து அதன் அடர்த்தியை துணியலாம். அமிலத்தின் அடர்த்தி பற்றரியின் மின்னேற்றத்தின் அளவில் தங்கியுள்ளது. அமிலத்தின்

அடர்த்தியைத் துணிவதன் மூலம் பற்றரி முற்றாக ஏற்றப்பட்டுள்ளதா அல்லது மேலும் மின்னேற்றப்பட வேண்டுமா என்பதனைத் தீர்மானிக்கலாம்.

பாயிகளின் இயக்கம் தொடர்பான விஞ்ஞானம்

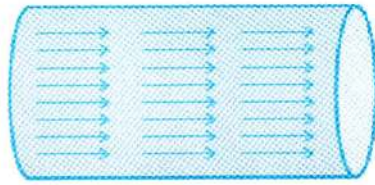
இதுவரை நாம் ஓய்விலுள்ள பாயிகள் தொடர்பாகவே கற்றோம். பாயிகளின் இயக்கம் தொடர்பான விஞ்ஞானத்தில் நாம் பாயும் திரவம் தொடர்பாக ஆராய்வோம். பாயும் திரவங்களின் இயல்புகள் தொடர்பாக ஆராய்வதற்காக நீர் குழாய் ஒன்றினூடாக நீர் பாயும் சந்தர்ப்பம் ஒன்றை நினைவில் கொள்வோம். நீர்க் குழாயை மெதுவாகத் திறக்கும் போது அதனூடு நீர் மெதுவாக வெளியேறும். நீர் மூலக்கூறுகள் மெதுவாகவும் சீராகவும் வெளியேறுவதனால் திரவம் சிதறாது. இதன் போது நீர் பாய்ந்தோடுவது தெளிவாகத் தெரியாது. எனினும், குழாயை மேலும் திறந்து நீரின் வேகத்தை அதிகரிக்கும் போது நீர் மூலக்கூறுகள் அங்குமிங்கும் கொந்தளித்துப் பாயும். நீர் மூலக்கூறுகளின் இயக்க திசை கணத்திற்குக் கணம் மாறுபடுவதனால் நீர் வெளியேறுவதனை சுலபமாக இனங்காணலாம். இதற்கமைய பாயி ஒன்றின் இயக்கம் அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சல் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல் என இரு வகைப்படும்.

கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல்



- உயர் வேகத்துடன் இயங்கும்
- துணிக்கைகள் கொந்தளிப்புடன் இயங்கும்
- யாதாயினுமொரு புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் பாயி மூலக்கூறு ஒன்றின் வேகம் நேரத்துடன் வேறுபடும்.

அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சல்



- தாழ் வேகத்துடன் இயங்கும்
- துணிக்கைகள் அருவிக் கோட்டில் இயங்கும்
- யாதாயினும் புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் பாயி மூலக்கூறு ஒன்றின் வேகம் நேரத்துடன் மாறாது.

பாயி ஒன்றின் இயக்க வேகம் உயர் பெறுமானத்தை எடுக்கும் போது பாயி கொந்தளிப்புடன் பாயும். இதனால் பாயியின் துணிக்கைகளுக்கு உறுதியான பாய்ச்சல் திசை ஒன்று இல்லை. இவ்வாறான பாய்ச்சல் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல் எனப்படும். பாய்ச்சல் வேகம் குறைவடையும் போது பாயி சீராகப் பாயும். இப்பாயியின் யாதாயினுமொரு புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் பாயியின் துணிக்கை எல்லா சந்தர்ப்பத்திலும் ஒரே திசையை நோக்கிச் செல்லும். நேரத்துடன் பாயித் துணிக்கைகளின் வேகம் மாறாது. இவ்வாறான பாய்ச்சல் உறுதியான பாய்ச்சல் எனப்படும் அருவிக் கோட்டுப்பாய்ச்சல் ஆகும்.

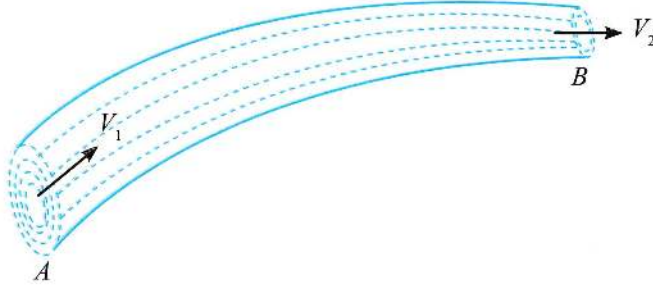
பாயியொன்றின் இயக்கத்தில் யாதாயினுமொரு புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் பாயி துணிக்கையொன்றின் வேகத்தின் பருமனும் திசையும் நேரத்துடன் மாறுபடாது எனின், அவ்வாறான பாய்ச்சல் அருவிக் கோட்டுப்பாய்ச்சல் எனப்படும். பாய்ச்சலின் எல்லாப் புள்ளியிலும் வேகம் நேரத்துடன் மாறாது காணப்படுமாயின் அவ்வாறான பாய்ச்சல் உறுதிநிலையில் காணப்படும் அருவிக் கோட்டுப்பாய்ச்சலாகும்.

அருவிக் கோடு (stream line)

உறுதி நிலையில் காணப்படும் அருவிக் கோட்டுப்பாய்ச்சலில் யாதாயினும் பாயி யொன்றின் துணிக்கை ஒன்றின் இயக்கப்பாதை அருவிக் கோடு எனப்படும்.

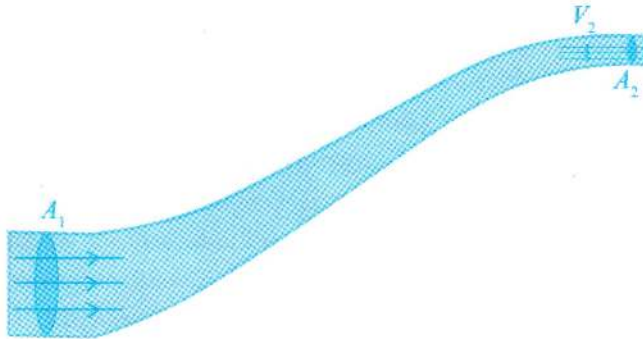
பாய்ச்சல் குழாய் (flow tube)

பல அருவிக் கோடுகளினால் ஆன பாயியின் பகுதி பாய்ச்சல் குழாய் எனப்படும்.



பாயியொன்றின் இயக்கத்தில் அருவிக் கோட்டுப் படைகளுக்கு இடையே காணப்படும் உராய்வு விசை பிசுக்குமை விசை எனப்படும். இப்பிசுக்குமை விசை காரணமாக பாயி படைகள் இரண்டிற்கு இடையிலான வேகம் குறைவடையும். எனினும் இப்பாடத்தில் நாம் பிசுக்குமை விசை புறக்கணிக்கத்தக்களவு சிறிதாகவுள்ள பாயிகள் தொடர்பாகவே ஆராய்வோம்.

4.8 ⇨ தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு (equation of continuity)



உரு 4.35

உரு 4.35 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இடத்துக்கிடம் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு வேறுபட்ட ஒரு குழாயினூடாக திரவமொன்று பாயும் சந்தர்ப்பத்தைக் கருதுக. குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு உயர்வான இடத்தில் திரவம் மெதுவாகவும் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு குறைவான இடத்தில் திரவத்தின் வேகம் அதிகமாகவும் காணப்படும். அருவிக்கோட்டுப்பாய்ச்சலில் உள்ள திரவம் ஒன்றின் அருவிக்கோடுகள் நெருக்கமாக வுள்ள சந்தர்ப்பம் ஒன்றைக் கருதுக. குழாயின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்புக்கள் A_1 , A_2 ஆகவுள்ள இரு இடங்களில் திரவத்தின் வேகங்கள் முறையே V_1 , V_2 என்க. சீரான பாய்ச்சல் என்பதனால் அலகு நேரத்தில் A_1 குறுக்குவெட்டினூடாகப் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு அலகு நேரத்தில் A_2 குறுக்குவெட்டினூடாகப் பாயும் திரவத்தின் கனவளவிற்குச் சமனாகும்.

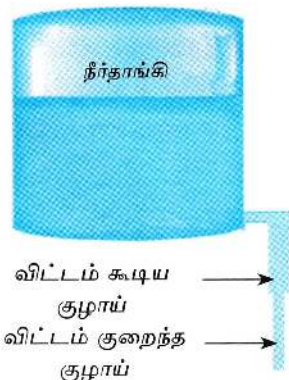
1 செக்கன் நேரத்தில் A_1 குறுக்குவெட்டினூடாகப் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு = $A_1 V_1$

1 செக்கன் நேரத்தில் A_2 குறுக்குவெட்டினூடாகப் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு = $A_2 V_2$

நெருக்கும் தகவற்ற திரவம் எனின், 1 செக்கனில் உட்செல்லும் திரவத்தின் கனவளவு 1 செக்கனில் வெளியேறும் திரவத்தின் கனவளவிற்குச் சமனாக வேண்டும்.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

இது தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு எனப்படும்.



உரு 4.36

போக்குக் குழாய் குறுகியதாக உள்ள போது திரவப் பாய்ச்சல் வேகம் உயர்வாகவும் போக்குக்குழாய் அகலமாக உள்ள போது திரவப்பாய்ச்சல் வேகம் மெதுவாகவும் இருக்கும் என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகின்றது. வீடு ஒன்றின் நீர்த்தாங்கியில் இருந்து நீர் கொண்டு செல்லும் தொகுதியொன்றின் அமைப்பு உரு 4.36 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு தாங்கியின் அடித்தளத்துடன் தொடுக்கப்பட்டிருப்பது விட்டம் கூடிய ஒரு குழாய் ஆகும். இடையில் விட்டம் குறைந்த குழாய் ஒன்று அதனுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது நீரின் வேகத்தை அதிகரித்துக் கொள்வதற்கான ஒரு எளிய உதாரணமாகும்.

4.9 ⇒ பேனூயியின் தத்துவம்

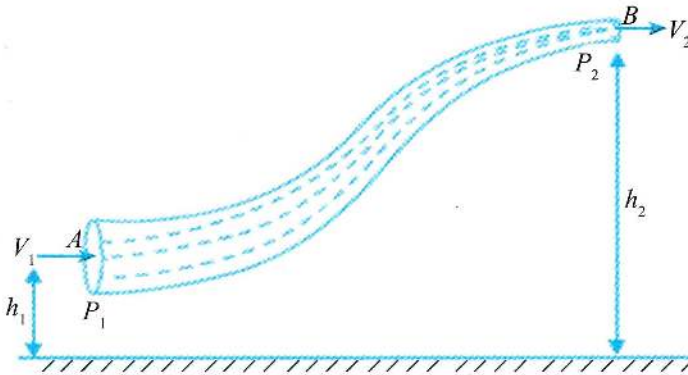


1700 - 1782

சுவிட்சலாந்து நாட்டவரான பிரசித்தி பெற்ற கணிதவியலாளர் டேனியல் பேனூயி (Daniel Bernoulli) என்பவரினால் பாயும் திரவமொன்றின் சக்திக் காப்புத் தொடர்பான தத்துவம் (Bernoulli's principle) முன்வைக்கப்பட்டது.

புறக்கணிக்கத்தக்க பிசுக்குமை விசையையுடைய நெருக்கும்தகவற்ற பாயி ஒன்று அருவிக் கோட்டுப்பாய்ச்சலில் உள்ள போது ஒரு அருவிக்கோட்டிலுள்ள யாதாயினுமொரு புள்ளியில் அழுக்கத்தினதும் அலகு கனவளவிற்கான அழுத்த சக்தியினதும் அலகு கனவளவிற்கான இயக்க சக்தியினதும் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை மாறிலியாகும் என பேனூயியின் தத்துவம் கூறுகின்றது.

அடுத்து, ஒரே கிடை மட்டத்தில் காணப்படும் இரு புள்ளிகளில் பேனூயியின் சமன்பாட்டைப் பிரயோகிக்கும் சந்தர்ப்பத்தை ஆராய்வோம். முனைகள் இரண்டினதும் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பை விட நடுப்பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு சிறிதாகவுள்ள குழாயொன்றின் பகுதி உரு 4.38 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயினூடாகப் பாயும் திரவத்தின் அருவிக் கோடு குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு உயர்வான பகுதியில் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று தூரமாகக் காணப்படுவதுடன் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு சிறிதாகவுள்ள பகுதியில் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று நெருக்கமாகக் காணப்படுகின்றன.



உரு 4.37

V வேகத்துடன் அசையும் m திணிவுடைய திரவத்தின் இயக்க சக்தி $\frac{1}{2} m V^2$ ஆகும்.

அலகு கனவளவு திரவத்தின் திணவு அடர்த்தி என்பதனால் திரவத்தின் அடர்த்தி ρ ஆகும். எனவே அலகு கனவளவு திரவத்தின் இயக்க சக்தி $\frac{1}{2} \rho V^2$ ஆகும்.

இவ்வாறே, h உயரத்தில் உள்ள அலகு கனவளவு திரவத்தின் அழுத்த சக்தி $\rho g h$ ஆகும்.

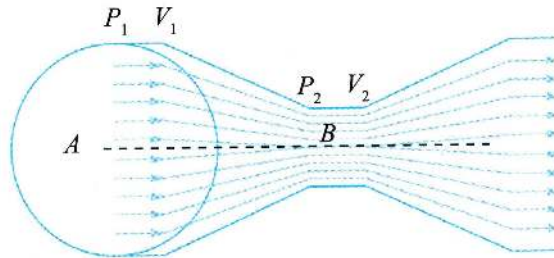
எனவே, நாம் பேனூயியின் தத்துவத்தைச் சமன்பாட்டு வடிவில் பின்வருமாறு காட்டலாம். இங்கு நாம் கருதும் திரவம் உள்ள இடத்தின் அழுக்கம் P ஆகும்.

$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho V^2 = K$ ஆகும். (இங்கு K மாறிலியாகும்)

உரு 4.37 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரே அருவிக்கோட்டிலுள்ள இரு வேறுபட்ட குறுக்குவெட்டுப்பரப்புக்களையுடைய புள்ளிகள் A, B இல் பேனூயின் சமன்பாட்டைப் பிரயோகிக்கும் போது,

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

உரு 4.38 இல் A, B ஆகிய புள்ளிகளில் அழுக்கங்கள் முறையே P_1, P_2 உம் திரவப்பாய்ச்சல் வேகங்கள் முறையே V_1, V_2 எனின், பேனூயின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்திப் பின்வருமாறு சமன்பாடொன்றை எழுதலாம்.



உரு 4.38

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

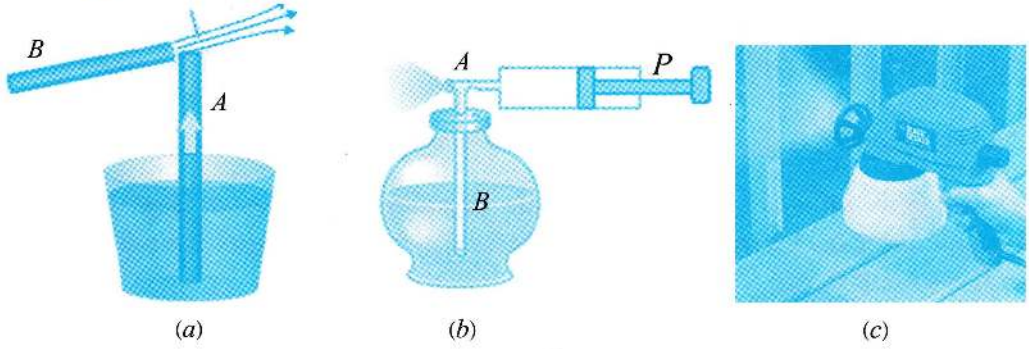
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (V_2^2 - V_1^2)$$

இங்கு A, B ஆகிய இரு புள்ளிகளும் ஒரே அழுத்த மட்டத்தில் காணப்படுவதனால் A, B ஆகிய புள்ளிகளில் உள்ள அழுக்கங்களுக்கு இடையிலான வித்தியாசம் அவ்விரு புள்ளிகளிலும் திரவப் பாய்ச்சல் வேகத்திலேயே தங்கியிருக்கும்.

அருவிக்கோடுகள் நெருக்கமாகும் போது வேகம் அதிகரிப்பதனால் $V_2 > V_1$ ஆகும்.

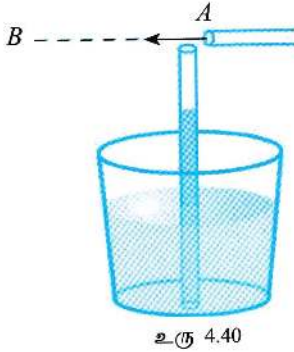
இதன் போது $P_2 < P_1$ என்பது மேற்படி சமன்பாடுகளில் இருந்து தெளிவாகின்றது. இங்கு பாய்ச்சல் வேகம் அதிகரிக்கும் போது அழுக்கம் குறைவடைவது ஒரு முக்கிய விளைவாகும். பேணூயியின் தத்துவம் பயன்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. விசிறு பம்பி



உரு 4.39

உரு 4.39 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு நீர் குவளை ஒன்றினுள் பேனா குழாய் ஒன்றை (A) நிலைக்குத்தாக வைத்து, அதன் மீது கிடையாக இன்னுமொரு பேனா குழாயை (B) வைத்து அதனுடாக வளியை ஊதுக. வளியோடு குழாயில் உள்ள நீரும் விசிறப்படுவதை அவதானிக்கலாம். கிருமிநாசினிகள் விசிறுதல், பூச்சுப் பூசுதல் போன்ற நடவடிக்கைகளின் போது பயன்படுத்தப்படும் விசிறு பம்பி இத்தத்துவத்திற்கிணங்கவே தொழிற்படுகின்றது. உரு 4.39 (b) இல் காட்டப்பட்டிருப்பது அவ்வாறான ஒரு விசிறு பம்பியாகும். முசலம் P ஐ நெருக்குவதன் மூலம் கிடைக்குழாயில் வளி வெளியேற்றப்படும். வளி வெளியேற்றப்படும் வேகம் ஒரு குறித்த பெறுமானத்தை அடையும் போது, கிடைக் குழாயிற்கு மேலேயுள்ள புள்ளி A இல் அழுக்கம் புள்ளி B இல் அழுக்கத்தை விடக் குறைந்த பெறுமானத்தை எடுக்கும். இதனால் B இலிருந்து A வரை திரவம் பாய்ந்து சென்று விசிறப்படும். வளியை விசிறுவதற்காக பல்வேறு இணைப்புக்களுடனான விசிறும் பம்பிகள் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்களை அவதானிக்கலாம். வாகன சேவை நிலையங்கள் மற்றும் பூச்சுப் பூசப்படும் இடங்களில் அழுக்கியைப் (compressor) பயன்படுத்தி வாயுவை செலுத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் அமைப்பொன்று உரு 4.39 (c) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வழுக்கி காரணமாக குழாயில் வாயு செலுத்தப்படும் வேகம் உயர்வாவதனால் ஒன்றை எடுப்பதனால் திரவம் பாய்ச்சப்படுவது வேகமாக நடைபெறும்.



உரு 4.40 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு முகவையில் உள்ள நீர் மட்டத்திலிருந்து 3 cm உயரத்திலுள்ள நிலைக்குத்தான குழாயில் இருந்து நீர் விசிறப்படும் இழிவு வேகத்தைக் காண்க. (நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} உம் வளியின் அடர்த்தி 1.2 kg m^{-3} உம் ஆகும்.)

வளி செலுத்தப்படும் போது குழாயிற்கு மேலே உள்ள புள்ளி A ஐயும் குழாயிலிருந்து அப்பாலுள்ள புள்ளி B ஐயும் கருதுக. B இல் அழுக்கம் வளி மண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமனாகவும் (P_0) வளியின் வேகம் பூச்சியமும் ஆகும். A இல் அழுக்கம் P உம் வளியின் வேகம் V உம் எனின்,

புள்ளிகள் A, B என்பனவற்றில் பேணூயியின் தத்துவத்தைப் பிரயோகிக்கும் போது,

$$P + \frac{1}{2} \rho V^2 = P_0 + 0$$

$$P_0 - P = \frac{1}{2} \rho V^2$$

குழாயில் திரவம் நிரம்பியிருக்கும் போது,

$$P_0 - P = h \rho_w \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{எனவே, } h \rho_w g = \frac{1}{2} \times 1.2 V^2$$

$$3 \times 10^{-2} \times 10^3 \times 10 = 0.6 V^2$$

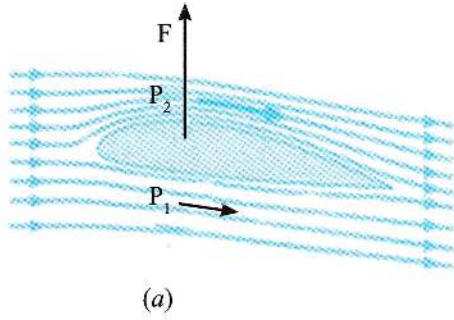
$$V^2 = \frac{\sqrt{300}}{\sqrt{0.6}}$$

$$V = \sqrt{500}$$

$$= 22.36 \text{ m s}^{-1}$$

2. ஆகாய விமானம்

ஆகாய விமானம் ஒன்றை மேலே உயர்த்துவதற்கு அதன் நிறையை விட உயர்வான மேலுதைப்பொன்று தொழிற்பட வேண்டும். பேணூயியின் தத்துவப்படி ஆகாய விமானத்திற்கு மேலுதைப்பொன்றை வழங்கக் கூடியவாறு, அதன் தட்டுக்களின் அமைப்பு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. தட்டுக்களின் வடிவம் காரணமாக தட்டுக்களுக்கு மேலே அருவிக் கோடுகள் நெருக்கமாக உள்ள அமைப்பு உரு 4.41 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



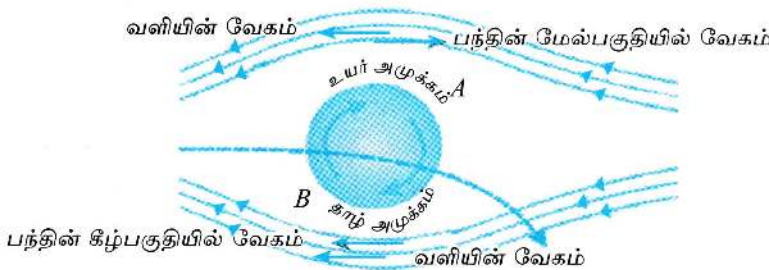
(a)

(b)

உரு 4.41

ஆகாய விமானமொன்று மேலே பறக்கத் தொடங்கும் சந்தர்ப்பம் உரு 4.41 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. புவி சார்பாக வளி ஓய்விலிருக்கும். எனினும், ஆகாய விமானம் ஒன்று விமான நிலையத்திலுள்ள ஓடுபாதையில் பயணிக்கும் போது விமானம் சார்பாக காற்றிற்கு வேகம் காணப்படும். அதன் தட்டுக்களின் அமைப்பு காரணமாக தட்டிற்கு மேலே அருவிக் கோடுகள் நெருக்கமாகக் காணப்படுவதுடன், தட்டிற்குக் கீழே அருவிக் கோடுகள் அகன்று காணப்படும். எனவே, தட்டிற்கு மேலே விமானம் சார்பாக காற்றின் வேகம் அதிகரித்து அழுக்கம் குறைவடையும். கீழே அழுக்கம் இதனை விட உயர்வாகக் காணப்படுவதனால் தட்டின் கீழ் பகுதிக்கும் மேற்பகுதிக்கும் இடையே அழுக்க வேறுபாடு காணப்படும். தட்டின் கீழ் பகுதியில் அழுக்கம் P_1 தட்டின் மேற்பகுதியில் அழுக்கம் P_2 , தட்டுகளின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு A எனின், அழுக்க வித்தியாசம் காரணமான மேலுதைப்பு $(P_1 - P_2) A$ ஆகும். விமானத்தின் வேகத்தை அதிகரிக்கும் போது ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் இம்மேலுதைப்பு விமானத்தின் பாரத்தைத் தாங்கக் கூடியவாறு அமையும். விமானத் தட்டுக்களின் அமைப்பை மாற்றும் போது அருவிக் கோடுகள் மேலும் நெருக்கமாகி மேலுதைப்பு விசை விமானத்தின் பாரத்தை விட அதிகரித்து விமானம் மேலெழும். விமானத்தின் வேகம் மற்றும் தட்டுக்களின் அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதால் விமானத்தை தேவையான உயரத்தில் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

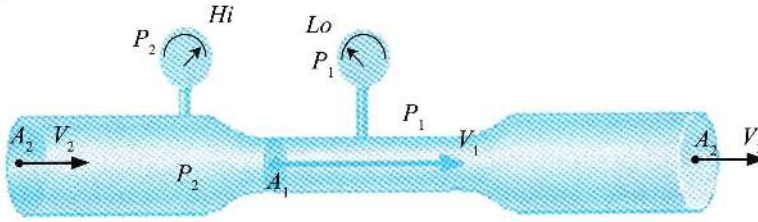
3. பந்து ஒன்று செல்லும் பாதையை மாற்றதல்



உரு 4.42

உரு 4.42 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பந்து ஒன்று கிடைத்தளத்தில் சுழன்றவாறு முன்னோக்கிச் செல்லுகின்றது எனின், பந்து சார்பாகச் செல்லும் வளியிற்கு பந்தின் சுழற்சி காரணமாக புள்ளி A இல் ஏற்படும் தடை மற்றும் புள்ளி B இல் வளி தள்ளப்படுவதனால் பந்து சார்பாக வளியின் வேகம் புள்ளி A இல் குறைவாகவும் புள்ளி B இல் உயர்வாகவும் காணப்படும். எனவே, புள்ளி A இல் அழுக்கம் உயர்வாகவும் புள்ளி B இல் அழுக்கம் குறைவாகவும் காணப்படும். $V_B > V_A$ என்பதனால், $P_B < P_A$ ஆகும். எனவே, பந்தின் பயண திசை அழுக்கம் குறைவான திசையை நோக்கிச் சுழலும்.

3. வெந்தூரிமானி (venturi meter)



உரு 4.43

பாயி ஒன்று ஓடும் குழாய் ஒன்றின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு வித்தியாசமான இரு புள்ளிகளிற்கு இடையே காணப்படும் அழுக்க வித்தியாசம் மூலமாக பாயியின் பாய்ச்சல் வேகத்தை (அல்லது அலகு நேரத்தில் பாயும் பாயியின் கனவளவு) அளப்பதற்காக அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு உபகரணம் வெந்தூரிமானியாகும். உரு 4.43 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A_2 ஆகவுடைய குழாய் ஒன்றின் நடுப்பகுதியின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A_1 ஆகுமாறு மெலிதாக்கப்பட்டுள்ளது. குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A_1 ஆகவுள்ள பகுதியில் பாயியின் வேகம் V_1 உம் அழுக்கம் P_1 ஆகும். குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A_2 ஆகவுள்ள பகுதியில் பாயியின் வேகம் V_2 உம் அழுக்கம் P_2 உம் ஆகும். $A_2 > A_1$ ஆகவுள்ள போது $V_1 > V_2$ என்பதனால் பேணூரியின் தத்துவப்படி $P_2 > P_1$ ஆகும். $P_2 > P_1$ என்பதனால் வேகம் V_2 ஐத் துணியலாம்.

இது தவிர, சிமினி விளக்கு, பன்சன் சுடரடுப்பு போன்ற உபகரணங்களில் எரிபொருள் முற்றாகத் தகனமடையக் கூடியவாறு பேணூரியின் தத்துவப்படி வளி நன்கு பாய்ந்து வரக்கூடியவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நார்ட் நிறுவனத்தினால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ள விறகு அடுப்பும் பேணூரியின் தத்துவப்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

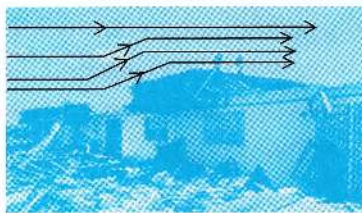
பேணூரியின் தத்துவத்திற்கமைய நடைபெறும் நிகழ்வுகள் பல உள்ளன.

- குடிகளில் வாழும் மிருகங்களிற்கு நன்கு வளி கிடைக்கக் கூடியவாறு காற்று வீசக் கூடியவாறு பேணூரியின் தத்துவப்படி குடில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

- சுழல் காற்று வீசும் போது மூடியுள்ள வீடு ஒன்றின் கூரை தூக்கி வீசப்படும். இதனை பேணூயியின் தத்துவப்படி விளக்கலாம்.



(a) - கூரையின் அமைப்பு காரணமாக காற்று குறுகியதாக வீசும் அமைப்பு



(b) - சுழல் காற்று வீசும் போது வீட்டின் கூரை தூக்கி வீசப்படல்

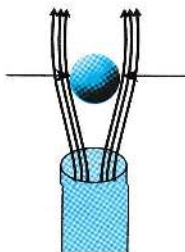
உரு 4.44

உரு 4.44 (a) இற்கமைய கூரைக்கு மேலாக அருவிக் கோடுகள் குறுகியதாக அமைவதனால் கூரைக்கு மேலே அழுக்கம் குறைவடையும். வீட்டினுள் அழுக்கம் வளி மண்டல அழுக்கத்திற்கு சமனாவதால் மேலதிக அழுக்கம் காரணமாக ஏற்படும் விசை கூரையின் பாரத்தை விட அதிகமாகக் காணப்படுவதனால் கூரை தூக்கி வீசப்படல். அவ்வாறான நிகழ்வொன்று உரு 4.44 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- புகையிரத நிலையத்தில் மேடையில் நின்று கொண்டிருக்கும் ஒரு மனிதனிற்கு முன்னால் செல்லும் மிக வேகமான புகையிரதம் காரணமாக பேணூயியின் தத்துவப்படி அவன் அதனை நோக்கிக் கவரப்படும் விசையொன்று தோன்று கின்றது.

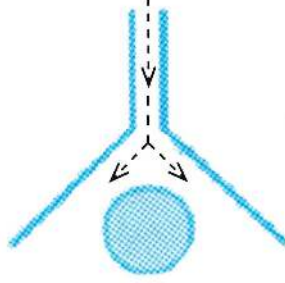
பின்வரும் செயற்பாடுகளை பேணூயியின் தத்துவப்படி விளக்கலாம்.

1. உரு 4.45 இலுள்ளவாறு வாயு அழுக்கி ஒன்றிலிருந்து (air compressor) வேகமாகப் பாயும் நிலைக்குத்தான வளித்தாரை ஒன்றிற்கு முன்னால் பின்பொங் பந்து ஒன்றை வைக்கும் போது அது அப்பால் வீசப்படாமல் வளியில் மிதக்கும். இங்கு வளித்தாரையினால் மேல் நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசையினாலேயே பந்தின் பாரம் தாங்கப்படுகின்றது. இது தவிர, பந்தைச் சுற்றிச் செல்லும் வளித்தாரையின் வேகம் காரணமாக சுற்றிலும் உள்ள ஓய்விலுள்ள வளி அடங்கிய பிரதேசம் சார்பாக தாழ் அழுக்கப் பிரதேசம் ஒன்று பந்தைச் சூழ ஏற்படும். எனவே, பந்தை கிடைத்திசையில் தள்ளினாலும் அது மீண்டும் ஆரம்ப அமைவிற்கு வரும்.



உரு 4.45

2. நீர்க்குழாய் ஒன்றில் புனல் ஒன்றைப் பொறுத்தி உரு 4.46 இல் உள்ளவாறு இறப்பர் குழாய் ஒன்றைத் தொடுத்து புனலின் திறந்த முனைக்கருகே பிங்பொங் பந்து ஒன்றை கொண்டு வரும் போது அது கீழே விழாது காணப்படும். இங்கு நடைபெறுவது, புனலின் சுவர் வழியே செல்லும் நீர்த்தாரை காரணமாக பந்திற்கு மேலே அழுக்கம் குறைவடைந்து பிங்பொங் பந்தின் பாரத்தைத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியவாறு மேலுதைப்பொன்று தோன்றுவதாகும்.



உரு 4.46

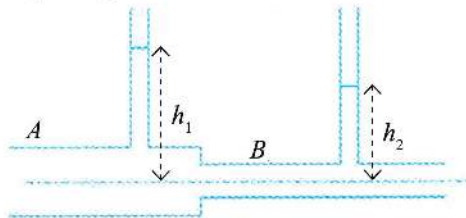
3. உரு 4.47 இல் காட்டப்பட்டவாறு போத்தல் ஒன்றை மேசை மீது வைத்து போத்தல் வாயினருகே மாபிள் பந்து ஒன்றை வைக்க. வாயினூடாக வளியை ஊதுவதன் மூலமாக மாபிளை போத்தலினுள் போட முனைந்தாலும் அது சாத்தியப்படாது மாபிள் வெளியே வீசப்படுவதை அவதானிக்கலாம். வாயினால் ஊதும் போது தோன்றும் வளித்தாரை மாபிளின் மேற்பகுதியில் குறுகுவதனால் புள்ளி A இல் அழுக்கம் வளி மண்டல அழுக்கத்தை விடக் குறைவடையும். எனினும், போத்தலினுள் வளி நெருக்கப்படுவதனால் புள்ளி B இல் அழுக்கம் வளி மண்டல அழுக்கத்தை விட அதிகரிக்கும். இதனால் மாபிள் வெளியில் வீசப்படும்.



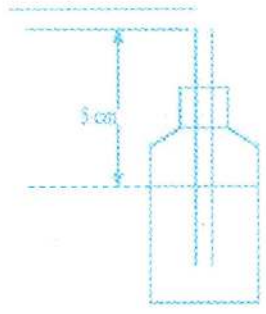
உரு 4.47

பயிற்சி

1. பேணூயியின் தத்துவத்தைக் குறிப்பிடுக. அது செல்லுபடியாகும் நிபந்தனையைக் குறிப்பிடுக. அதற்கான சமன்பாட்டை எழுதி அதன் கணியங்களை இனங்காண்க. குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு வித்தியாசமான குழாய்களையுடைய நீர்த்தொகுதியொன்று உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



- i. இங்கு குழாய் B இன் ஆரை 2.1 cm உம் குழாய் A இன் ஆரை 3.5 cm உம் ஆகும். குழாய் A இல் நீர் பாயும் வேகம் 40 cm s^{-1} உம் இங்கு நீர் சீராகப் பாய்கின்றது எனக் கருதி ஆரை குறைவான குழாயினூடாகத் திரவப்பாய்ச்சல் வேகத்தைக் காண்க.
 - ii. நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} எனின் h_1, h_2 என்பனவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பைக் காண்க.
2. கிருமிநாசினி தெளிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் விசிறு பம்பியொன்றை உரு காட்டுகின்றது. அதிலுள்ள கிடைக் குழாயினூடாக வளித்தாரையொன்று செலுத்தப்படும் போது போத்தலில் உள்ள திரவம் விசிறப்படும். திரவத்தின் அடர்த்தி 800 kg m^{-3} வளியின் அடர்த்தி 2 kg m^{-3} . போத்தலினுள் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திற்குச் சமன் எனக் கருதி, திரவம் விசிறப்படுவதற்கு கிடைக்குழாயினூடாக வளி அனுப்பப்பட வேண்டிய வேகத்தைக் காண்க. (போத்தலில் உள்ள திரவ மட்டத்திலிருந்து கிடைக் குழாயிற்கு உள்ள உயரம் 5 cm ஆகும்)



3. பயணிகள் கொண்டு செல்லும் விமானம் ஒன்றின் தட்டுக்களின் பரப்பளவு 50 m^2 விமானம் பறக்கும் போது தட்டின் மேல் மேற்பரப்பு கடந்து செல்லும் காற்றின் வேகம் 140 m s^{-1} கீழ் மேற்பரப்பு கடந்து செல்லும் காற்றின் வேகம் 800 m s^{-1} ஆகும். வளியின் அடர்த்தி 2 kg m^{-3} எனின், பயணிகளுடன் விமானம் கொண்டிருக்கக் கூடிய உயர் நிறை எவ்வளவு?

තාක්ෂණවේදය සඳහා භෞතික විද්‍යාව - II කොටස (දෙ)
2016/T/අයි/04/10,000

E.P.D. (SALES DIVISION)



101

3020019

SCIENCE FOR TECH: physics - P II (T)

Rs. 205.00

මහලංගා පොතෙහි ප්‍රකාශන සංස්ථා