அலகு

7

பருப்பொருளின் பண்புகள்
PROPERTIES OF MATTER

உலகம் தோன்றியதிலிருந்து தற்காலம் வரை உருவாக்கப்பட்ட பல மிகப்பெரும் முன்னேற்றங்கள் பருப்பொருளின் பண்புகள் பற்றிய அறிவை மனிதகுலத்திற்கு பயனுள்ள சில தேவையாக மாற்றவேண்டுமென்ற ஊக்கமான விருப்பத்தின்படி செய்யப்பட்டதாகும்– லார்டு கெல்வின்

கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த அலகில் மாணவர்கள் அறிந்து கொள்ள இருப்பது

- பருப்பொருளில் அணுக்களிடையே அல்லது மூலக்கூறுகளிடையே உள்ள விசைகள்
- தகைவு, திரிபு மற்றும் மீட்சிக்குணகம்
- பரப்பு இழுவிசை
- பாகுநிலை
- பாய்மங்களின் பண்புகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்பாடுகள்

7.1 அறிமுகம்

உலகத்தில் உள்ள பழமையான அணைகளில் ஒன்று திருச்சியில் அமைந்துள்ள கல்லணை ஆகும். கல்லணை காவிரி ஆற்றின் குறுக்கே பாசனத்திற்காக கட்டப்பட்டது. காவிரி ஆற்றில் அதிக வெள்ளப் பெருக்கின்போது நீரின் வேகம் பொதுவாக மிக அதிகமாக இருக்கும். கல்லணையின் உறுதித்தன்மையும், அதன் பயன்பாடும், இதனை 2 ஆம் நூற்றாண்டிலேயே வடிவமைத்த தமிழர்களின் உள்ளுணர்வுள்ள அறிவியல் புரிதலை வெளிப்படுத்துகிறது. முற்காலத்தின் அறிவுப் பூர்வமான கட்டுமானங்களுக்கு மற்றொரு உதாரணம் எகிப்தில் உள்ள பிரமிடுகள் ஆகும். தற்காலத்தில் உலகம் முழுவதும் மேம்பாலங்கள் மற்றும் பாலங்கள் ஏராளமாக உள்ளன. கனரக வாகனங்களின் இயக்கத்தால், பாலங்கள் எப்பொழுதும் தகைவுக்கு உட்படுகின்றன. தகுதியான பொருள்களைக் கொண்டு முறையாக வடிவமைக்கவில்லை எனில் பாலங்கள் மற்றும் மேம்பாலங்கள் உறுதியாக இருக்காது. பருப்பொருளின் பல்வேறு வடிவங்களை

(திண்மம், திரவம் மற்றும் வாயு) புரிந்து கொள்வதன் மூலம் மனித நாகரீக வளர்ச்சி அமைந்துள்ளது.

பருப்பொருளின் பண்புகளைக் கற்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டிற்காக எந்த ஒரு பொருளையும் தேர்வு செய்ய மிகவும் தேவையான ஒன்றாகும். உதாரணமாக, தொழில்நுட்பத்தில் விண்வெளி பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தும் பொருள்கள் எடை குறைவானதாகவும் ஆனால் உறுதியானதாகவும் இருக்க வேண்டும். செயற்கை மனித உறுப்பு மாற்றும் நிகழ்வுகளில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள் திசு இணக்கமானதாக இருக்க வேண்டும். மருத்துவத்தில் கதிரியக்க சிகிச்சை முறைகளில் திசுக்களுக்கு மாற்றாக செயற்கை உடல் திரவங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாய்மங்கள் உயவுப்பொருளாகப் பயன்பட அவை சில பண்புகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இந்த பேரியலான பண்புகள், பருப்பொருளுக்கு உள்ளேயே நடைபெறும் நுண்ணிய நிகழ்வுகளால் முடிவு செய்யப்படுகிறது. இந்த அலகு திண்மங்கள் மற்றும் பாய்மங்களின் பண்புகள் மற்றும் பருப்பொருளின் செயல்பாட்டைக் கையாளும் விதிகளை விளக்குகிறது.

7.2 பருப்பொருளின் பல்வேறு நிலைகளின் நுண்ணிய புரிதல்:

பருப்பொருளின் பல்வேறு வடிவங்களான திட உணவு, திரவமான நீர் மற்றும் நாம் சுவாசிக்கும் காற்று ஆகியவை கடந்த பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக அன்றாட வாழ்க்கைமுறையில் பரிச்சயமாக இருந்தாலும் திண்மங்கள், திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்களின் நுண்ணிய புரிதல் 20 ஆம் நூற்றாண்டிலேயே நிறுவப்பட்டது. அண்டத்தில் உள்ள அனைத்தும் அணுக்களால் ஆனவை. அவ்வாறு இருக்க, ஏன் ஒரே பொருள் மூன்று நிலைகளில் உள்ளது? உதாரணமாக நீரானது திடமான பனிக்கட்டி, திரவமான நீர் மற்றும் வாயு நிலையில் நீராவி ஆகிய மூன்று நிலைகளில் உள்ளது. பனிக்கட்டி, நீர் மற்றும் நீராவி ஆகியவை ஒரே வகையான நீர் அணுக்களால் உருவாகின்றன. அதாவது இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மற்றும் ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணு சேர்ந்து ஒரு நீர் மூலக்கூறு உருவாகிறது. இந்த இயற்கையின் அழகை நுண்ணிய மட்டத்தில் ஆராய இயற்பியல் நமக்கு உதவுகிறது. அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவானது அது திண்மம், திரவம் அல்லது வாயு ஆகியவற்றில் எந்த நிலையில் உள்ளது என்பதைத் தீர்மானிக்கிறது.

திண்மங்கள்

திண்மங்களில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் இறுக்கமாக பொருத்தப்பட்டுள்ளன. திண்மம் உருவாகும்போது அணுக்கள் பல்வேறு வகையான பிணைப்புகள் மூலம் ஒன்றாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவினை காரணமாக அவை ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவிடை தொலைவில் தாங்களாகவே நிலை கொண்டுள்ளன. பிணைக்கப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணுக்களின் இந்த நிலையானது அணுக்களின் நடுநிலை எனப்படும்.

திரவங்கள்

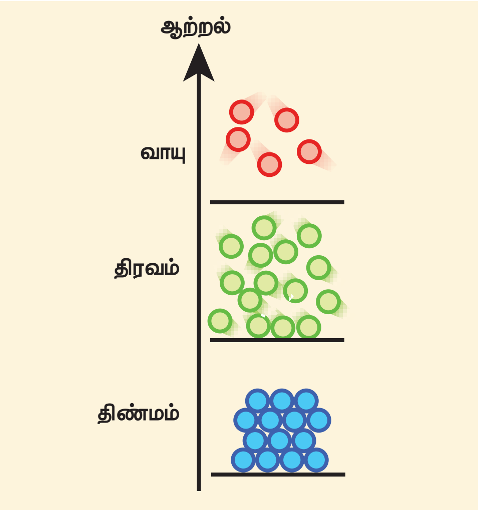
திண்மப்பொருளுக்கு வெப்பம் போன்ற எந்த புற ஆற்றலும் அளிக்கப்படாதபோது அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள பிணைப்பின் காரணமாக அது தொடர்ந்து திண்மமாகவே இருக்கும். வெப்பப்படுத்தினால் திண்மத்தில் உள்ள அணுக்கள் வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று அவற்றின் நடுநிலைகளை பொறுத்து அதிர்வுறுகின்றன. திண்மமானது அதன் உருகுநிலைக்கு மேல் வெப்பப்படுத்தப்பட்டால், வெப்ப ஆற்றல் அணுக்களின் பிணைப்பை முறித்துவிடும்; மற்றும் இறுதியாக அணுக்கள் போதுமான ஆற்றலைப் பெற்று சுற்றித் திரியும். இந்நிலையிலும் மூலக்கூறுகளுக்கு (அல்லது அணுக்களுக்கு) இடையே உள்ள விசைகள் முக்கியமானதாக அமைகின்றன. ஆனால் மூலக்கூறுகள் போதுமான ஆற்றலைக்கொண்டு நகர்வதால் இதன் வடிவம் இயங்கக் கூடியதாக ஆகிறது.

வாயுக்கள்

ஒரு திரவமானது மாறா அழுத்தத்தில் அதன் கொதிநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்டாலோ, அல்லது ஒரு மாறா வெப்பநிலையில் அதன் அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டாலோ அது வாயுவாக மாறும். திரவமானது வாயுவாக மாறும் இந்தச் செயல் முறை ஆவியாதல் எனப்படும். வாயு மூலக்கூறுகள் மிகவும் வலுவற்ற பிணைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும் அல்லது பிணைப்புகளே இருக்காது. எனவே வாயுவானது அதன் கொள்கலனின் வடிவத்திற்கு இணங்கி விரிவடைந்து கொள்கலனை நிரப்பும். திண்மத்திலிருந்து திரவம் மற்றும் திரவத்திலிருந்து வாயு நிலைக்கு புற ஆற்றல் மாறுபாட்டுடன்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 50 25-03-2022 21:40:53

நிலைமாற்றம் அடைவதைப் படம் 7.1 இல் திட்ட வரைபடமாக காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 7.1 திண்மத்திலிருந்து திரவம், திரவத்திலிருந்து வாயு நிலைகளுக்கு புற ஆற்றல் மாற்றத்துடன் நிலை மாற்றம் அடைதல்

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

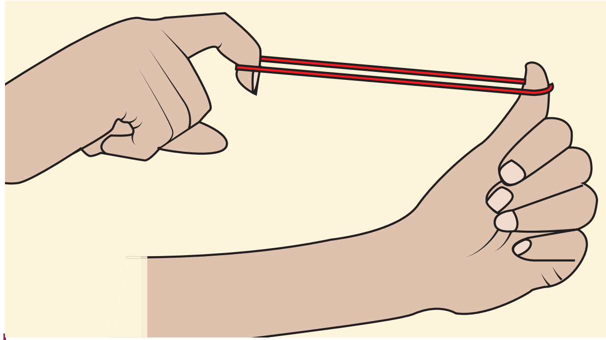
பருப்பொருளின் மூன்று இயல்பு நிலைகளுடன் (திண்மம், திரவம் மற்றும் வாயு) சேர்த்து அதிக வெப்பமும், அதிக அழுத்தமும் உள்ள சூழ்நிலைகளில், பருப்பொருளானது பிற நிலைகளான பிளாஸ்மா, போஸ்–ஐன்ஸ்டீன் வாயுப்பண்பு ஆகிய நிலைகளிலும் உள்ளது. கூடுதல் நிலைகளான குவார்க்–குளுவான் பிளாஸ்மா போன்ற நிலையிலும் உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. அண்டத்தில் உள்ள அணுக்களால் ஆன பருப்பொருளின் பெரும்பகுதியானது வெப்ப பிளாஸ்மாவாக, அரிதான விண்மீன் திரள் மற்றும் அடர்த்தியான விண்மீன்களைக் கொண்டுள்ளது.

நியூட்டனின் இயந்திரவியலைக் கற்பதில் (தொகுதி 1) நாம் பொருள்களைப் புள்ளி நிறைகளாகவோ அல்லது ஒழுங்கான திண்மப் பொருள்களாகவோ (புள்ளி நிறைகளின் தொகுப்பு) கருதினோம். இவை இரண்டுமே இலட்சிய மாதிரிகள். திண்மப்பொருள்களில், பொருள்களின் வடிவத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவிற்கு மிகக்குறைவாக இருக்கும். உண்மையான பொருள்களில், பொருளின் மீது ஒரு விசை செலுத்தப்பட்டால், உருக்குலைவு ஏற்படும். உருக்குலைவிக்கும் விசை செலுத்தப்பட்டால் பொருள்கள் எவ்வாறு மாற்றமடையும் என்பதை அறிந்து கொள்ள வேண்டியது மிக முக்கியமாகும்.

7.2.1 பொருள்களின் மீட்சிப்பண்பு

ஒரு திண்மப்பொருளில் அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள விசைகளானது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்களை ஒன்றாகப் பிணைத்துள்ளது, மற்றும் அணுக்கள் உறுதிச் சமநிலைக்கான இடங்களில் அமைந்திருக்கும். பொருளின் மீது உருக்குலைவிக்கும் விசை செயல்படும்போது, அணுக்கள் நெருக்கமடைகின்றன அல்லது விலக்கமடைகின்றன. உருக்குலைவிக்கும் விசை நீக்கப்பட்டவுடன் அணுக்களுக்கு இடையேயான கவர்ச்சி அல்லது விலக்கு விசை அணுக்களை அதன் சமநிலைகளுக்கு மீளக் கொண்டு வரும். **ஒரு பொருளானது உருக்குலைவிக்கும் விசை நீக்கப்பட்டவுடன் அதன் தொடக்க வடிவம் மற்றும் அளவினை மீளப்பெற்றால் அது மீட்சிப்பொருள் ஆகும் மற்றும் இப்பண்பு மீட்சிப்பண்பு (Elasticity) எனப்படும்.** பொருளின் அளவு அல்லது வடிவத்தை மாற்றிய விசை உருக்குலைவிக்கும் விசை எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டுகள்: இரப்பர், உலோகங்கள், எஃகு கயிறுகள்.



படம் 7.2 மீட்சிப்பண்பு

மீட்சியற்ற பண்பு: (Plasticity)

ஒரு பொருளானது உருக்குலைவிக்கும் விசை நீக்கப்பட்டவுடன் தனது தொடக்க வடிவம் மற்றும் அளவை மீளப் பெறவில்லை எனில் அப்பொருள் மீட்சியற்ற பொருள் ஆகும். இப்பண்பு மீட்சியற்ற பண்பு எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு: கண்ணாடி

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 51 25-03-2022 21:40:54

7.2.2 தகைவு மற்றும் திரிபு (stress and strain)

(அ) தகைவு:

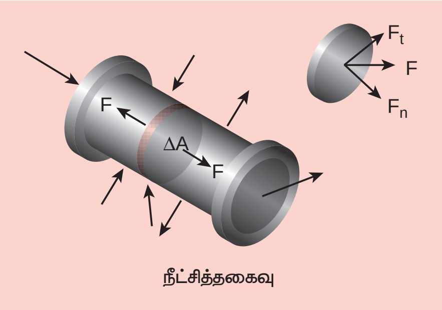
ஒரு விசை செலுத்தப்பட்டால் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் சார்பு நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றத்தினால் பொருளின் அளவு அல்லது வடிவம் அல்லது இரண்டும் மாறலாம். இந்த உருக்குலைவை வெறும் கண்ணால் காண இயலாவிட்டாலும் அப்பொருளினுள் உருக்குலைவு இருக்கும். ஒரு பொருள் உருக்குலைவிக்கும் விசைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால், மீள்விசை எனப்படும் அகவிசை அதனுள் உருவாகிறது. ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை தகைவு எனப்படும்.

$$\text{தகைவு } \sigma = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{F}{A} \qquad (7.1)$$

தகைவின் SI அலகு N m^{-2} அல்லது பாஸ்கல் (Pa) மற்றும் அதன் பரிமாணம் $[ML^{-1}T^{-2}]$ ஆகும். தகைவு ஒரு டென்சர் (Tensor) ஆகும்.

(i) நீட்சித்தகைவு மற்றும் சறுக்குப்பெயர்ச்சித் தகைவு (Longitudinal stress and shearing stress):

படம் 7.3 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு பொருளைக் கருதுவோம். பல விசைகள் அமைப்பில் (பொருளில்) செயல்பட்டால் நிறையின் மையம் (அலகு 5 இல் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது) மாறாமல் இருக்கும். எனினும் இந்த விசைகளால் பொருள் உருக்குலைந்து அதனால் அகவிசைகள் தோன்றுகின்றன. பொருளின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு ΔA என்க. உருக்குலைவின் காரணமாக ΔA இன் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள பொருளின் பகுதி $\vec{F}$ மற்றும் $-\vec{F}$ என்ற அகவிசைகளை ஒன்றுக்கொன்று செலுத்துகின்றன. விசையை ΔA பரப்பிற்கு செங்குத்தாக F_n மற்றும் ΔA பரப்பின் தொடுவரை திசையில் F_t என்ற இரு கூறுகளாகப் பகுக்கலாம். பரப்பின் வழியே செங்குத்துத்தகைவு அல்லது நீட்சித்தகைவு (σ_n) ஆனது



படம் 7.3 நீட்சித்தகைவு

$$\sigma_n = \frac{F_n}{\Delta A}$$

என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதுபோன்றே பரப்பின் வழியே தொடுவரை தகைவு அல்லது சறுக்குப்பெயர்ச்சித் தகைவு (σ_t)

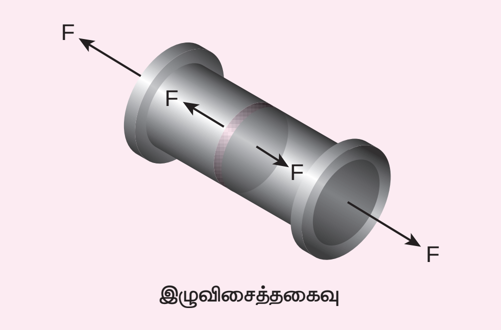
$$\sigma_t = \frac{F_t}{\Delta A}$$

என வரையறுக்கப்படுகிறது.

நீட்சித்தகைவினை இழுவிசைத்தகைவு மற்றும் அமுக்கத்தகைவு என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) இழுவிசைத்தகைவு (Tensile stress)

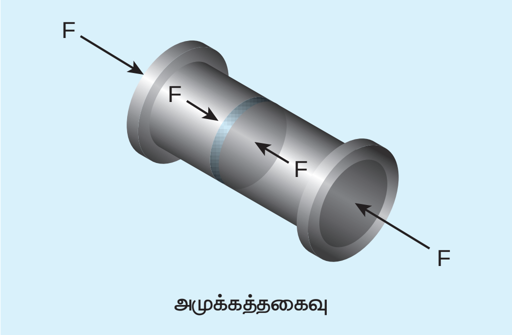
ΔA இன் இரு பக்கங்களிலும் அகவிசைகள் ஒன்றையொன்று இழுக்கலாம். அதாவது அது சமமான எதிரெதிரான விசைகளால் இழுக்கப்படுகிறது. இந்த நீட்சித்தகைவு இழுவிசைத்தகைவு என அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 7.4 இழுவிசைத்தகைவு

(ஆ) அமுக்கத்தகைவு (Compressive stress)

ΔA இன் இரு பக்கங்களிலும் செயல்படும் விசைகள் ஒன்றையொன்று தள்ளினால், அதாவது அதன் இரு முனைகளிலும் சமமான எதிரெதிரான விசைகளால் தள்ளப்படுகிறது என்றால் ΔA அது அமுக்கத்திற்கு உட்படுகிறது. தற்போது நீட்சித்தகைவானது அமுக்கத்தகைவு என அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 7.5 அமுக்கத்தகைவு

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 52 25-03-2022 21:40:55

(ii) **பருமத் தகைவு** (Volume stress)

ஒரு பொருளின் மீது அதன் பரப்பில் உள்ள அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பரப்பிற்குக் குத்தாக விசைகள் செயல்பட்டால் மேற்பரப்பில் விசையின் அளவானது பரப்பிற்கு நேர்தகவில் அமைகிறது. உதாரணமாக, ஒரு திண்மப் பொருளானது ஒரு பாய்மத்தில் மூழ்கினால், பொருளின் மீது செயல்படும் அழுத்தம் P எனில் எந்த ஒரு பரப்பு ΔA இல் செயல்படும் விசை

$$F = P\,\Delta A$$

இங்கு, F ஆனது பரப்பிற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. எனவே, ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை பருமத்தகைவு எனப்படுகிறது.

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

இது அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

(ஆ) திரிபு (strain):

திரிபு என்பது விசை செயல்படுத்தப்பட்டால் ஒரு பொருள் நீட்டப்படும் அல்லது உருக்குலையும் அளவாகும். பொருளின் அளவில் சிறிய மாற்றம் ஏற்படுவதை திரிபு கையாள்கிறது. அதாவது உருக்குலையும் அளவை திரிபு அளவிடுகிறது. உதாரணமாக, ஒரு பரிமாண நிகழ்வில் L நீளமுள்ள ஒரு கம்பியைக் கருதுக. அது ΔL நீளம் நீட்டப்பட்டால்

$$\text{திரிபு, } \varepsilon = \frac{\text{பரிமாண மாற்றம்}}{\text{உண்மையான பரிமாணம்}} = \frac{\Delta L}{L} \quad (7.2)$$

இது பரிமாணமற்ற மற்றும் அலகு அற்ற அளவு ஆகும். திரிபானது மூன்று வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

(1) **நீட்சித்திரிபு** (Longitudinal strain)

L என்ற நீளம் கொண்ட ஒரு கம்பியானது சமமான, எதிரெதிர் திசைகளில் செயல்படும் விசைகளால் இழுக்கப்படும்போது, அதன் நீட்சித்திரிபு

$$\varepsilon_l = \frac{\text{கம்பியில் அதிகரிக்கும் நீளம்}}{\text{கம்பியின் உண்மையான நீளம்}} = \frac{\Delta L}{L} \quad (7.3)$$

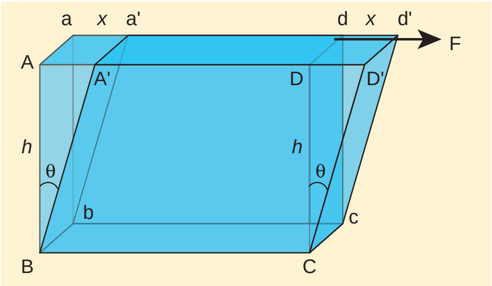
நீட்சித்திரிபு இரு வகைப்படுகிறது.

(i) **இழுவிசைத்திரிபு** (Tensile strain): இயல்பான அளவிலிருந்து நீளம் அதிகரிக்கப்பட்டால் அது இழுவிசைத்திரிபு எனப்படும்.

(ii) **அழுக்கத்திரிபு** (Compressive strain): இயல்பான அளவிலிருந்து நீளம் குறைக்கப்பட்டால் அது அழுக்கத்திரிபு எனப்படும்.

(2) **சறுக்குப் பெயர்ச்சித்திரிபு** (Shearing strain)

படம் 7.6. இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு கன சதுரத்தைக் கருதுக. பொருளானது இடப்பெயர்ச்சி மற்றும் சுழற்சி சமநிலையில் உள்ளதாகக் கருதுவோம். படம் 7.6 இல் காட்டியுள்ளவாறு கனசதுரம் உருக்குலையுமாறு AD வழியே F என்ற தொடுவியல் விசையை செலுத்துவோம். எனவே சறுக்குப்பெயர்ச்சித்திரிபு அல்லது சறுக்குப்பெயர்ச்சி (ε_s)



படம் 7.6 சறுக்குப் பெயர்ச்சித்திரிபு

$$\varepsilon_s = \frac{AA'}{BA} = \frac{x}{h} = \tan\theta \quad (7.4)$$

சிறிய கோண மதிப்பிற்கு, $\tan\theta \approx \theta$

எனவே சறுக்குப்பெயர்ச்சித் திரிபு அல்லது சறுக்குப்பெயர்ச்சி

$$\varepsilon_s = \frac{x}{h} = \theta = \text{சறுக்குப் பெயர்ச்சி கோணம்}$$

(3) **பருமத்திரிபு** (Volume strain)

ஒரு பொருளானது பருமத்தகைவுக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் அதன் பருமன் மாறும். பொருளின் தொடக்க பருமன் தகைவுக்கு முன் V எனவும் தகைவினால் இறுதி பருமன் $V+\Delta V$ எனவும் கொள்க. பருமனில் ஏற்படும் சிறிய மாறுபாட்டை அளவிடும் பருமத் திரிபை கீழ்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்

$$\text{பருமத்திரிபு, } \varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V} \quad (7.5)$$

மீட்சி எல்லை (Elastic Limit)

உருக்குலைவிக்கும் விசைகள் நீக்கப்பட்ட பிறகு பொருளானது அதன் தொடக்க அளவு மற்றும் வடிவத்தை மீளப் பெறக்கூடிய தகைவின் பெரும மதிப்பு மீட்சி எல்லை எனப்படும்.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 53 25-03-2022 21:40:56

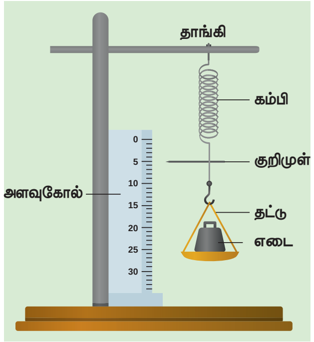
உருக்குலைவிக்கும் விசை மீட்சி எல்லையைவிட அதிகமானால், பொருளானது நிரந்தர உருக்குலைவை அடையும். உதாரணமாக, இரப்பர் பட்டை மிக அதிகமாக இழுக்கப்பட்டால் அதன் மீட்சிப்பண்பை இழக்கிறது. அதன் அளவு மாறிவிடுவதால் மீண்டும் பயன்படுத்த தகுதியற்றதாகிறது.

7.2.3 ஹூக் விதி மற்றும் அதன் சோதனை முறை சரிபார்ப்பு

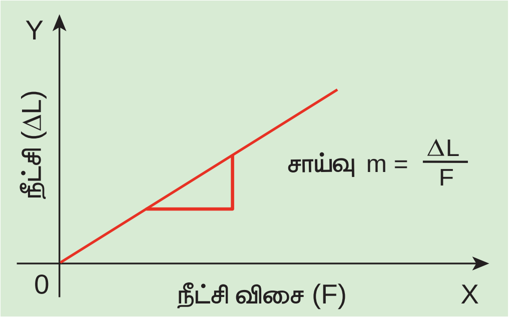
ஹூக் விதியின் படி மீட்சி எல்லைக்குள் ஏற்படும் மிகச்சிறிய உருக்குலைவில், பொருளில் ஏற்படும் திரிபானது அதனை உருவாக்கும் தகைவிற்கு நேர்தகவில் அமையும்.

இதனை O என்ற நிலையான புள்ளியில் தொங்கவிடப்பட்ட L நீளமும், A என்ற சீரான குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பும் கொண்ட ஒரு மெல்லிய கம்பியை நீட்சியடையச் (சுருள்வில் போன்று நீட்சியடையும்) செய்வதன் மூலம் எளிமையாகச் சரிபார்க்கலாம். படம் 7.7 (அ) இல் காட்டியுள்ளவாறு கம்பியின் மற்றொரு முனையில் ஒரு தட்டு மற்றும் ஒரு குறிமுள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கம்பியில் உருவாகும் நீட்சி ஒரு வெர்னியர் அளவுகோலைப் பயன்படுத்தி அளவிடப்படுகிறது. சோதனையிலிருந்து கொடுக்கப்பட்ட F என்ற ஒரு பளுவிற்கு கம்பியில் உருவான நீட்சி ΔL ஆனது அதன் தொடக்க நீளம் L ற்கு நேர்விகிதத்திலும் அதன் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பிற்கு (A) எதிர்விகிதத்திலும் உள்ளது. F ஐ X– அச்சிலும், ΔL – ஐ Y– அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரையப்படுகிறது. அது படம் 7.7 (ஆ) இல் காட்டியுள்ளவாறு ஆதிப்புள்ளி வழியே செல்லும் ஒரு நேர் கோடாகும்.



படம் 7.7 (அ)ஹூக் விதியை சோதனை மூலமாக சரிபார்த்தல்



படம் 7.7 (ஆ) –Fஐப் பொறுத்து ΔL இன் மாறுபாடு

எனவே,

$$\Delta L = (\text{சாய்வு})F$$

$V = A\,L$ என்ற பருமனால் பெருக்கவும், வகுக்கவும் செய்ய

$$F\,(\text{சாய்வு}) = \frac{AL}{AL}\Delta L$$

மாற்றியமைக்க நாம் பெறுவது

$$\frac{F}{A} = \left(\frac{L}{A \times \text{சாய்வு}}\right)\frac{\Delta L}{L}$$

எனவே, $\frac{F}{A} \propto \left(\frac{\Delta L}{L}\right)$

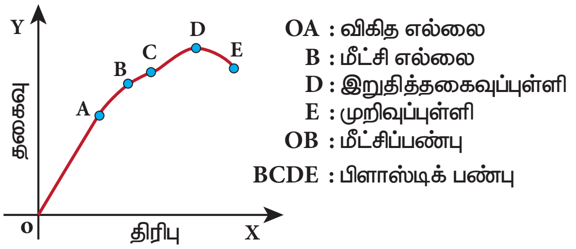
சமன்பாடுகள் (7.1) மற்றும் (7.2), ஐ ஒப்பிட நாம் பெறுவது

$$\sigma \propto \varepsilon$$

அதாவது மீட்சி எல்லையில் தகைவானது திரிபுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

தகைவு – திரிபு விவரப்படம் (Stress–strain profile)

தகைவு – திரிபு விவரப்படம் என்பது ஒவ்வொரு பளு மதிப்பிற்கும் தகைவு மற்றும் திரிபு அளவிடப்பட்டு திரிபை X– அச்சிலும், தகைவை Y– அச்சிலும் கொண்டு வரையப்பட்ட ஒரு வரைபடம் ஆகும். பொருள்களின் மீட்சிப்பண்புகளை தகைவு – திரிபு விவரப்படத்திலிருந்து பகுப்பாய்வு செய்யலாம்.



படம்7.8 தகைவு –திரிபு விவரப்படம்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 54 25-03-2022 21:40:57

i. பகுதி OA

இந்தப் பகுதியில் தகைவானது திரிபுக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும் வகையில் தகைவானது மிகவும் குறைவாக உள்ளது; அதாவது ஹூக் விதிக்கு உட்படுகிறது. புள்ளி A ஆனது விகித எல்லை எனப்படும். ஏனென்றால் இந்தபுள்ளிக்கு மேல் ஹூக் விதி பொருந்தாது. OA கோட்டின் சாய்வு கம்பியின் யங் குணகம் ஆகும்.

ii. பகுதி AB

தகைவானது மிக குறைவான அளவு அதிகரிக்கப்பட்டால் இந்தப் பகுதி அடையப்படுகிறது. இந்தப் பகுதியில் தகைவானது திரிபுக்கு நேர்த்தகவில் இல்லை. ஆனால், நீட்சி விசை நீக்கப்பட்டால் கம்பியானது அதன் தொடக்க நீளத்திற்குத் திரும்பும். இந்தப் பண்பு B புள்ளியில் முடிவடைகிறது. எனவே B புள்ளி விளைவுப்புள்ளி (மீட்சி எல்லை) எனப்படும். தகைவு–திரிபு வரைபடத்தில் OAB ஆனது பொருளின் (இங்கு கம்பி) மீட்சிப்பண்பைக் குறிக்கிறது .

iii. பகுதி BC

கம்பியானது புள்ளி (B) க்கு(மீட்சி எல்லை) மேல் நீட்டப்படுமானால், தகைவு அதிகரிக்கிறது மற்றும் கம்பியானது நீட்சி விசை நீக்கப்படும் போது தனது ஆரம்ப நீளத்தை மீண்டும் பெறாது.

iv. பகுதி CD

தகைவானது C க்கு அப்பால் அதிகரிக்கப்பட்டால், திரிபு மிக விரைவாக அதிகரித்து புள்ளி D ஐ அடையும். D க்கு அப்பால் கம்பியானது எந்த பளுவும் சேர்க்கப்படாமலேயே நீண்டு கொண்டே சென்று புள்ளி E இல் முறிகிறது. எந்த பெருமத்தகைவிற்கு (இங்கு D) அப்பால் கம்பி முறிவடைகிறதோ அந்த தகைவு முறிவுத்தகைவு அல்லது நீட்சி வலிமை(tensile strength) எனப்படும். அதற்குரிய புள்ளி (D) முறிவுப்புள்ளி எனப்படும். BCDE பகுதி கம்பிப் பொருளின் மீட்சியற்றத் தன்மையைக் குறிக்கிறது.

7.2.4 மீட்சிக்குணகங்கள் (Moduli of elasticity)

ஹூக் விதியிலிருந்து,

$$\text{தகைவு} \propto \text{திரிபு}$$

$\frac{\text{தகைவு}}{\text{திரிபு}}$ = ஒரு மாறிலி. இது மீட்சி குணகம் எனப்படும். இதன் SI அலகு Nm^{-2} அல்லது பாஸ்கல் ஆகும். இதன் பரிமாண வாய்ப்பாடு $ML^{-1}T^{-2}$.

இப்பாடப்பகுதியில் நாம் கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் மீட்சிக்குணகத்தை வரையறுக்கலாம். மூவகை மீட்சிக்குணகங்கள் உள்ளன.

(அ) யங் குணகம்

(ஆ) பருமக் குணகம்

(இ) விறைப்புக் குணகம் (அல்லது சறுக்குப்பெயர்ச்சிக் குணகம்)

யங் குணகம் (Young's modulus)

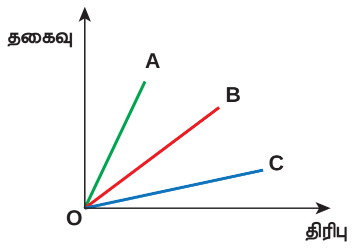
ஒரு கம்பியானது நீட்டிக்கப்பட்டால் அல்லது அமுக்கப்பட்டால் இழுவிசைத் தகைவு (அல்லது அமுக்கத்தகைவு) மற்றும் இழுவிசைத்திரிபு (அல்லது அமுக்கத்திரிபு) ஆகியவற்றுக்கு இடையே உள்ள விகிதம் யங் குணகம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Y = \frac{\text{இழுவிசைத் தகைவு அல்லது அமுக்கத்தகைவு}}{\text{இழுவிசைத்திரிபு அல்லது அமுக்கத்திரிபு}}$$

$$Y = \frac{\sigma_t}{\varepsilon_t} \quad \text{or} \quad Y = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_c} \qquad (7.6)$$

எடுத்துக்காட்டு 7.1

மீட்சி எல்லைக்குள் தகைவினால் A,B மற்றும் C என்ற கம்பிகளில் உருவான நீட்சித்திரிபுகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. சமமான பளு செலுத்தப்பட்டதாகக் கொண்டு கம்பிப் பொருள்களின் மீட்சிப் பண்புகளை விவாதிக்கவும். மீட்சிக் குணகங்களை ஏறுவரிசையில் எழுதுக.



தீர்வு:

இங்கு மீட்சிக் குணகமானது யங் குணகம் ஆகும். நீட்சியின் காரணமாக தகைவு இழுவிசைத் தகைவாகவும் திரிபு இழுவிசைத் திரிபாகவும் உள்ளன.

மீட்சி எல்லைக்குள் தகைவானது திரிபுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது (ஹூக் விதிக்கு உட்பட்டு). ஆகையால் வரைபடம் நேர்க்கோடாக உள்ளது. இங்கு யங் குணகத்தை நேர்க்கோட்டிற்கு சாய்வு

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 55 25-03-2022 21:40:57

எடுப்பதன் மூலம் கணக்கிடலாம். சாய்வைக் கணக்கிட நாம் பெறுவது

A யின் சாய்வு > B யின் சாய்வு > C யின் சாய்வு

இதன்மூலம்அறியப்படுவது,

C யின் யங் குணகம் < B யின் யங் குணகம் < A யின் யங் குணகம்

இங்கு சாய்வு அதிகமாக இருப்பின் திரிபு குறைவாக (நீளத்தில் சிறிய மாற்றம்) இருக்கும். பொருள் அதிக விறைப்பாக இருக்கும். எனவே, கம்பி A – இன் மீட்சிப்பண்பு ஆனது, கம்பி B மற்றும் கம்பி C– இன், மீட்சிப்பண்பைவிட அதிகமாகவும் இருக்கும். இந்த உதாரணத்திலிருந்து நாம்புரிந்து கொள்வது யங்குணகம் என்பது திண்மப் பொருள் தனது நீளத்தை மாற்ற ஏற்படுத்தும் தடையின் அளவாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.2

10 m நீளமுள்ள ஒரு கம்பியானது 1.25×10^{-4} m^2 குறுக்குவெட்டுப் பரப்பைக் கொண்டுள்ளது. அது 5 kg பளுவிற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. கம்பிப் பொருளின் யங் குணகம் 4×10^{10} Nm^{-2} எனில் கம்பியில் உருவான நீட்சியைக் கணக்கிடுக ($g = 10$ ms^{-2} எனக் கொள்க)

தீர்வு

$$\frac{F}{A} = Y \times \frac{\Delta L}{L}$$

எனவே, உருவான நீட்சி

$$\Delta L = \left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{L}{Y}\right)$$

$$= \left(\frac{50}{1.25\times10^{-4}}\right)\left(\frac{10}{4\times10^{10}}\right) = 10^{-4}\,\text{m}$$

பருமக் குணகம் (Bulk modulus)

பருமத்தகைவுக்கும் பருமத்திரிபுக்கும் இடையே உள்ள விகிதமே பருமக் குணகம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பருமக் குணகம்,

$$K = \frac{\text{செங்குத்து தகைவு அல்லது அழுத்தம்}}{\text{பருமத் திரிபு}}$$

செங்குத்துத் தகைவு அல்லது அழுத்தம்

$$\sigma_n = \frac{F_n}{\Delta A} = \Delta p$$

பருமத்திரிபு $\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V}$

எனவே பருமக் குணகம்

$$K = -\frac{\sigma_n}{\varepsilon_v} = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}} \qquad (7.7)$$

சமன்பாடு (7.7) இல் உள்ள எதிர்க்குறியின் பொருளானது பொருளின் மீது அழுத்தம் செயல்பட்டால் அதன் பருமன் குறைகிறது என்பதைக் குறிக்கிறது. மேலும் சமன்பாடு (7.7) குறிப்பது யாதெனில் ஒரு பொருள் சிறிய பருமக் குணக மதிப்பைக் கொண்டிருந்தால் அது எளிதாக அமுக்கப்படலாம். மாறாக, பருமக்குணகம் என்பது திண்மப்பொருள்கள் அவற்றின் பரும மாற்றத்தை எதிர்க்கும் அளவாகும்.

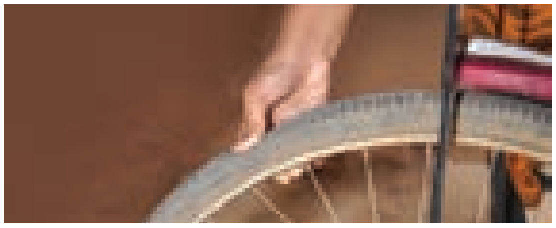
உதாரணமாக, வாயுக்கள் திண்மப்பொருள்–களைவிட எளிதாக அமுக்கப்படலாம் என்பதை நாம் அறிவோம். அதன் பொருள் வாயுக்கள் திண்மப்பொருள்களுடன் ஒப்பிட குறைவான பருமக்குணக மதிப்பைக் கொண்டுள்ளன என்பதாகும்.

அமுக்கத்தன்மை (Compressibility)

பருமக்குணகத்தின் தலைகீழி 'அமுக்கத்தன்மை' எனப்படும். அது ஓரலகு அழுத்தஉயர்வுக்கு பருமனில் ஏற்படும் சிறிய மாற்றம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

மிதிவண்டியின் டயருக்கு காற்று நிரப்பிய உடன் அது போதுமான அளவு உள்ளதா என நாம் அதனை அழுத்திப் பார்க்கிறோம். உண்மையில் இங்கு சோதித்துப்பார்ப்பது காற்றின் அமுக்கத்தன்மையே ஆகும். டயரானது அதன் எளிதான உருளுதலுக்கு குறைவாக அமுங்குவதாக இருக்க வேண்டும்.



உண்மையில் மிதிவண்டியில் இலகுவாக பயணம் செய்ய பின்பக்க டயர் முன்பக்க டயரைவிட குறைவாக அமுங்குவதாக இருத்தல் வேண்டும்.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 56 25-03-2022 21:40:59

சமன்பாடு (7.7) லிருந்து அமுக்கத்தன்மை

$$C=\frac{1}{K}=-\frac{\varepsilon_v}{\sigma_n}=-\frac{\frac{\Delta V}{V}}{\Delta P} \qquad (7.8)$$

வாயுக்கள் திண்மங்களை விட குறைவான பருமக் குணகத்தைக் கொண்டிருப்பதால் வாயுக்களின் அமுக்கத்தன்மை மிக அதிகம்.

எடுத்துக்காட்டு 7.3

100 cm பக்கத்தைக் கொண்ட ஒரு உலோக கனசதுரம் அதன் முழு பக்கங்களிலும் செயல்படும் சீரான செங்குத்து விசைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. அழுத்தம் 10^6 பாஸ்கல். பருமன் $1.5\times10^{-5}\,m^3$ என்ற அளவு மாறுபாடு அடைந்தால், பொருளின் பருமக்குணகத்தைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

வரையறைப்படி,

$$K=\frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta V}{V}}=P\frac{V}{\Delta V}$$

$$K=\frac{10^6\times1}{1.5\times10^{-5}}=6.67\times10^{10}\,N\,m^{-2}$$

விறைப்புக் குணகம் அல்லது சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் குணகம்: (Rigidity modulus or Shear modulus):

சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவிற்கும் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் திரிபுக்கும் உள்ள விகிதம் விறைப்புக்குணகம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\eta_R=\frac{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சி தகைவு}}{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் கோணம் அல்லது சறுக்குப் பெயர்ச்சி திரிபு}}$$

சறுக்குப் பெயர்ச்சி தகைவு

$$\sigma_s=\frac{\text{தொடுவரை விசை}}{\text{அவ்விசை செலுத்தப்பட்ட பரப்பு}}=\frac{F_t}{\Delta A}$$

சறுக்குப் பெயர்ச்சி திரிபு $\varepsilon_s=\frac{x}{h}=\theta$

எனவே விறைப்புக்குணகம்

$$\eta_R=\frac{\sigma_s}{\varepsilon_s}=\frac{\frac{F_t}{\Delta A}}{\frac{x}{h}}=\frac{F_t}{\Delta A\theta} \qquad (7.9)$$

மேலும் சமன்பாடு (7.9) குறிப்பது, ஒரு பொருளானது குறைந்த அளவு விறைப்புக்குணகத்தைக் கொண்டிருந்தால் அதனை எளிதாக முறுக்கலாம். உதாரணமாக, ஒரு கம்பியை θ கோணம் முறுக்கினால் ஒரு மீள் திருப்பு விசை (τ) உருவாகிறது.

அதாவது

$$\tau\propto\theta$$

திருப்புவிசை அதிகமெனில், கம்பியை அதிக கோண அளவுக்கு முறுக்க இயலும் (சறுக்குப்பெயர்ச்சிக் கோணம் θ அதிகம்). விறைப்புக்குணகம் சறுக்குப்பெயர்ச்சிக் கோணத்திற்கு எதிர்விகிதத்தில் தொடர்புடையதாக இருப்பதால், விறைப்புக்குணகம் சிறிதாக உள்ளது. இக்கொள்கையை சரிவரப் புரிந்துகொள்ளும் வகையில், சில முக்கியமான பொருள்களின் மீட்சிக்குணகங்கள் அட்டவணை 7.1 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 7.1 சில பொருள்களின் மீட்சிக்குணகங்கள்

பொருள்	யங் குணகம் (Y) (10^{10}N m^{-2})	பருமக்குணகம் (K) (10^{10} N m^{-2})	விறைப்புக் குணகம் அல்லது சறுக்குப்பெயர்ச்சிக்குணகம் (η_R) (10^{10} N m^{-2})
எஃகு	20.0	15.8	8.0
அலுமினியம்	7.0	7.0	2.5
தாமிரம்	12.0	12.0	4.0
இரும்பு	19.0	10.0	6.4
கண்ணாடி	7.0	3.6	2.6

எடுத்துக்காட்டு 7.4

0.20 m பக்கத்தைக் கொண்ட ஒரு உலோக கனசதுரம் 4000 N சறுக்குப்பெயர்ச்சி விசைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. மேற்பரப்பு அடிப்பரப்பைப் பொறுத்து 0.50 cm இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது. உலோகத்தின் சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் குணகத்தைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

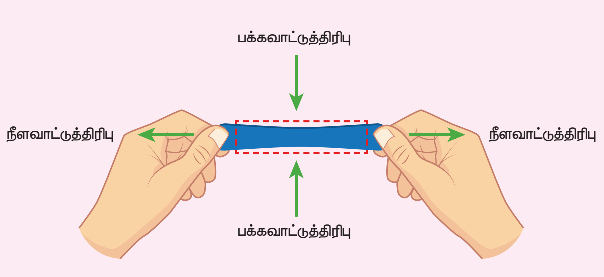
இங்கு $L = 0.20$ m, $F = 4000$ N, $x = 0.50$ cm $= 0.005$ m

மற்றும் பரப்பு $A = L^2 = 0.04\ m^2$

எனவே,

$$\eta_R = \frac{F}{A} \times \frac{L}{x} = \frac{4000}{0.04} \times \frac{0.20}{0.005} = 4 \times 10^6\ Nm^{-2}$$

7.2.5 பாய்ஸன் விகிதம்



படம் 7.9 பக்கவாட்டுத் திரிபு மற்றும் நீளவாட்டுத் திரிபு

நாம் ஒரு கம்பியை நீட்சியடையச் செய்வதாகக் கருதினால் அதன் நீளம் அதிகரிக்கிறது (நீட்சி), ஆனால் விட்டம் குறைகிறது (குறுக்கம்) அதுபோன்றே நாம் ஒரு இரப்பர் பட்டையை நீட்சியடையச் செய்தால் (நீட்சி) அது குறிப்பிடத்தக்க அளவு மெல்லியதாகிறது (குறுக்கம்). அதாவது பொருளின் ஒரு திசையிலான சீர்குலைவு மற்றொரு திசையில் சீர்குலைவை உருவாக்குகிறது. இதனை அளவிட பிரஞ்சு இயற்பியலாளர் எஸ்.டி.பாய்ஸன் என்பவர் பாய்ஸன் விகிதம் என அழைக்கப்படும் ஒரு விகிதத்தை முன்மொழிந்தார்.

ஒப்புமைக் குறுக்கத்திற்கும் (பக்கவாட்டுத்திரிபு) ஒப்புமை விரிவாக்கத்திற்கும் (நீளவாட்டுத்திரிபு) இடையே உள்ள விகிதம் என இது வரையறுக்கப்படுகிறது. இதன் குறியீடு μ ஆகும்.

$$\text{பாய்ஸன் விகிதம் } \mu = \frac{\text{பக்கவாட்டுத்திரிபு}}{\text{நீளவாட்டுத்திரிபு}} \quad (7.10)$$

L நீளமும் D விட்டமும் கொண்ட ஒரு கம்பி ஒன்றைக் கருதுவோம் செலுத்தப்பட்ட விசையினால் கம்பி நீட்சியடைந்தால், நீள அதிகரிப்பு l எனவும் விட்டத்தில் குறைவு d எனவும் கொண்டால்,

$$\text{பாய்சானின் விகிதம் } \mu = -\frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = -\frac{L}{l} \times \frac{d}{D}$$

எதிர்க்குறியானது நீளவாட்டில் நீட்சியும், பக்கவாட்டில் குறுக்கமும் உள்ளதைக் குறிக்கிறது. மேலும் இது சம பரிமாணங்களைக் கொண்டுள்ள அளவுகளின் விகிதமாகும். எனவே பாய்ஸன் விகிதம் அலகற்றது மற்றும் பரிமாணமற்றது (பரிமாணமற்ற எண்) ஆகும். சில பொருள்களின் பாய்ஸன் விகித மதிப்புகள் அட்டவணை 7.2 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 7.2 சில பொருள்களின் பாய்ஸன் விகிதங்கள்

பொருள்	பாய்ஸன் விகிதங்கள்
இரப்பர்	0.4999
தங்கம்	0.42 -0.44
தாமிரம்	0.33
துருப்பிடிக்காத எஃகு	0.30-0.31
எஃகு	0.27-0.30
வார்ப்பு இரும்பு	0.21-0.26
கான்கிரீட்	0.1-0.2
கண்ணாடி	0.18-0.3
நுரை பஞ்சு	0.10-0.50
தக்கை	0.0

7.2.6 மீட்சி ஆற்றல் (Elastic energy)

ஒரு பொருளை நீட்சியடையச் செய்தால் மீள்விசைக்கு (அகவிசை) எதிராக வேலை செய்யப்படுகிறது. செய்யப்பட்ட இந்த வேலை பொருளினுள் மீட்சி ஆற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது.

நீட்டப்படாத நிலையில் L நீளமும் A குறுக்குவெட்டுப் பரப்பும் கொண்ட ஒரு கம்பியைக் கருதுக. ஒரு விசை l என்ற நீட்சியை உருவாக்குவதாகக் கொள்க. கம்பியின் மீட்சி எல்லை தாண்டப்படவில்லை எனவும் ஆற்றலில் இழப்பு இல்லை எனவும் கொள்க. எனவே F என்ற விசையினால் செய்யப்பட்ட வேலை கம்பி பெற்றுள்ள ஆற்றலுக்கு சமமாகும்.

கம்பியானது dl அளவு நீட்சியடையும்போது செய்யப்படும் வேலை

$$dW = F\, dl$$

0 முதல் l வரை கம்பி நீட்சியடைய செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = \int_0^l F\, dl \qquad (7.11)$$

யங் குணகத்திலிருந்து

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L}{l} \Rightarrow F = \frac{YAl}{L} \qquad (7.12)$$

சமன்பாடு (7.12) ஐ சமன்பாடு (7.11) இல் பிரதியிட

$$W = \int_0^l \frac{YAl}{L} dl$$

தொகையிடலில் l என்பது வெற்று மாறி (dummy variable) என்பதால் நாம் l என்பதை (எல்லைகளில் அல்ல) l' என மாற்ற

$$W = \int_0^l \frac{YAl'}{L} dl' = \frac{YA}{L}\left(\frac{l'^2}{2}\right)\Bigg|_0^l = \frac{YA}{L}\frac{l^2}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{YAl}{L}\right)l = \frac{1}{2}Fl$$

$$W = \frac{1}{2}Fl = \text{மீட்சி நிலை ஆற்றல்}$$

ஓரலகு பருமனில் உள்ள ஆற்றலானது ஆற்றல் அடர்த்தி எனப்படும். இது பின்வருமாறு அளிக்கப்படுகிறது.

$$u = \frac{\text{மீட்சி நிலை ஆற்றல்}}{\text{பருமன்}} = \frac{\frac{1}{2}Fl}{AL}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{F}{A}\frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times \text{தகைவு} \times \text{திரிபு} \qquad (7.13)$$

எடுத்துக்காட்டு 7.5

2 m நீளமும் $10^{-6}\, m^2$ குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பும் கொண்ட ஒரு கம்பி 980 N பளுவை தொங்கவிட பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. (i) கம்பியில் உருவான தகைவு (ii) திரிபு மற்றும் (iii) சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக. $Y = 12 \times 10^{10}\ N\ m^{-2}$ எனத்தரப்பட்டுள்ளது.

தீர்வு

(i) தகைவு = $\frac{F}{A} = \frac{980}{10^{-6}} = 98 \times 10^7\, N m^{-2}$

(ii) திரிபு = தகைவு $= \frac{\text{திரிபு}}{Y} = \frac{98 \times 10^7}{12 \times 10^{10}} = 8.17 \times 10^{-3}$

(அலகற்றது)

(iii) பருமன் = $2 \times 10^{-6}\ m^3$,

ஆற்றல் $= \frac{1}{2}$ (தகைவு × திரிபு) × பருமன்

$\Rightarrow \frac{1}{2}(98 \times 10^7) \times (8.17 \times 10^{-3}) \times 2 \times 10^{-6} = 8$ ஜூல்

7.2.7 மீட்சிப்பண்பின் பயன்பாடுகள்

பொருள்களின் இயந்திரவியல் பண்புகள் அன்றாட வாழ்வில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. அவற்றில் ஒன்றான மீட்சிப்பண்பு கட்டிடங்களின் தூண்கள் மற்றும் விட்டங்களின் கட்டுமான வடிவமைப்பை முடிவு செய்கிறது.

கட்டுமானப் பொறியியலைப் பொருத்தவரை ஒரு வடிவமைப்பு தாங்கக்கூடிய தகைவின் அளவானது முதன்மையான பாதுகாப்புக் காரணியாகும். ஒரு பாலமானது அதன்மீது செல்லும் போக்குவரத்தின் பளு, காற்றின் விசை மற்றும் பாலத்தின் எடை ஆகியவற்றை தாங்கும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். மீட்சிப்பண்பு அல்லது விட்டங்களின் வளைவு என்பது கட்டிடங்கள் மற்றும் பாலங்களின் உறுதித்தன்மையில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது.

உதாரணமாக கொடுக்கப்பட்ட ஒரு பளுவிற்கு விட்டத்தின் வளைவைக் குறைக்க அதிக யங் குணக மதிப்புள்ள பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அட்டவணை 7.1 இல் இருந்து எஃகின் யங் குணகம் அலுமினியம் அல்லது தாமிரத்தை விட அதிகமாகும் எனத் தெளிவாகிறது. இரும்பு, எஃகுக்கு அடுத்தபடியாக உள்ளது. எஃகு கனரக இயந்திரங்களை வடிவமைக்கவும், இரும்புக்கம்பிகள் கட்டிடங்கள் கட்டுவதற்கும் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 59 25-03-2022 21:41:05

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

எது அதிக மீட்சிப்பண்பு உடையது? இரப்பரா? எஃகா? உண்மையில் எஃகு தான் அதிக மீட்சிப்பண்பு உடையது. எஃகு மற்றும் இரப்பர் இரண்டின் மீதும் சமமான அழுத்தத்தை (stress) கொடுத்தால் எஃகு குறைவான திரிபையே அடையும். எனவே யங் மீட்சிக்குணகம் எஃகுக்குத்தான் அதிகம். யங் மீட்சிக்குணகம் எந்தப் பொருளுக்கு அதிகமோ அதுவே அதிக மீட்சிப்பண்பு (elastic) உடையது. எனவே எஃகு இரப்பரை விட அதிக மீட்சித்தன்மை கொண்டது.

7.3 பாய்மங்கள் (FLUIDS)

7.3.1 அறிமுகம்

உலகத்தில் அனைத்து இடங்களிலும் பாய்மங்கள் காணப்படுகிறது. புவியின் பரப்பானது மூன்றில் இரண்டு பங்கு நீரையும், மூன்றில் ஒரு பங்கு நிலப்பகுதியையும் கொண்டுள்ளது. இதனைத் தவிர புவியானது காற்றால் சூழப்பட்டுள்ளது. பாய்மங்கள் திண்மப்பொருள்களில் இருந்து மாறுபட்டவை. திண்மத்தைப்போல் அல்லாமல் பாய்மம் வரையறுக்கப்பட்ட சுய வடிவத்தைக் கொண்டிருக்காது. பாய்மங்களில், திரவம் நிலையான பருமனைக் கொண்டும் வாயுவானது கொள்கலனின் முழு பருமனை நிரப்பியும் உள்ளன.

பாய்மத்தின் அழுத்தம்:

பாய்மம் என்பது அதன்மீது புறவிசை செலுத்தப்பட்டால் பாயத் தொடங்கும் பொருளாகும். அது செலுத்தப்பட்ட விசைக்கு மிகக்குறைந்த எதிர்ப்பையே அளிக்கிறது. குறைவான பரப்பில் விசை செயல்பட்டால் அதன் தாக்கம் அதிகமாகவும், அதிகமான பரப்பில் குறைவாகவும் இருக்கும். இந்த கருத்தானது அழுத்தம் எனப்படும் ஒரு அளவை உறுதிப்படுத்துகிறது.

ஒரு பொருளானது ஓய்வில் உள்ள ஒரு பாய்மத்தில் (நீர்) மூழ்கியுள்ளதாகக் கருதுக. இந்நேர்வில் பாய்மம் பொருளின் மேற்பரப்பில் ஒரு விசையை செலுத்தும். இந்த விசை எப்போதும் பொருளின் பரப்பிற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. A என்ற மேற்பரப்பில் செயல்படும் செங்குத்து விசையின் எண்மதிப்பு F எனில், ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசையே அழுத்தம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$P = \frac{F}{A} \qquad (7.14)$$

அழுத்தம் ஒரு ஸ்கேலர் அளவாகும். அதன் SI அலகு மற்றும் பரிமாணங்கள் முறையே Nm^{-2} அல்லது பாஸ்கல் (Pa) மற்றும் $[ML^{-1}T^{-2}]$ ஆகும்.

அழுத்தத்தின் மற்றொரு பொதுவான அலகு 'atm' எனக் குறிக்கப்படும் காற்றழுத்தம் ஆகும். அது கடல் மட்டத்தில் காற்று மண்டலத்தின் அழுத்தம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

அதாவது, 1 atm = 1.013×10^5 Pa அல்லது Nm^{-2}.

அழுத்தத்தைத் தவிர வேறு இரு பண்பளவுகளான அடர்த்தி மற்றும் ஒப்படர்த்தி ஆகியவையும் பாய்மங்களின் இயல்பை விவரிக்க பயனுள்ளதாக உள்ளன.

பாய்மத்தின் அடர்த்தி:

ஒரு பாய்மத்தின் அடர்த்தி என்பது அதன் ஓரலகு பருமனுக்கான நிறை என வரையறுக்கப்படுகிறது. V பருமனைக் கொண்டு m நிறையுள்ள பாய்மத்தின் அடர்த்தி $\rho = m/V$. இதன் SI அலகு மற்றும் பரிமாணம் முறையே kg m^{-3} மற்றும் $[ML^{-3}]$ ஆகும். இது ஒரு நேர்க்குறி மதிப்புள்ள ஸ்கேலர் அளவாகும்.

பெரும்பாலும் திரவம் அமுக்கப்பட இயலாத ஒன்று என்பதால் காற்றழுத்தத்தில் (1 atm அழுத்தத்தில்) அதன் அடர்த்தி ஏறக்குறைய மாறிலி ஆகும். வாயுக்களில் அழுத்தத்தைச் சார்ந்து அடர்த்திகளில் மாறுபாடுகள் உள்ளன.

ஒப்படர்த்தி (Relative density or specific gravity):

ஒரு பொருளின் ஒப்படர்த்தி என்பது அந்தப் பொருளின் அடர்த்திக்கும் 4 °C ல் நீரின் அடர்த்திக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது ஒரு பரிமாணமற்ற நேர்க்குறி மதிப்புள்ள ஸ்கேலர் அளவாகும்.

உதாரணமாக, பாதரசத்தின் அடர்த்தி 13.6×10^3 kg m^{-3}. அதன் ஒப்படர்த்தி $\frac{13.6 \times 10^3\, kg\, m^{-3}}{1.0 \times 10^3\, kg\, m^{-3}} = 13.6$.

[4 °C வெப்பநிலையில் நீரின் அடர்த்தி 1000 kg m^{-3} ஆகும்]

எடுத்துக்காட்டு 7.6

ஒரு திண்மக்கோளம் 1.5 cm ஆரமும் 0.038 kg நிறையும் கொண்டுள்ளது. திண்மக் கோளகத்தின் ஒப்படர்த்தியைக் கணக்கிடுக

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 60 25-03-2022 21:41:05

தீர்வு

கோளத்தின் ஆரம் R = 1.5 cm

நிறை m = 0.038 kg

கோளகத்தின் பருமன் $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$= \frac{4}{3} \times (3.14) \times (1.5\times10^{-2})^3 = 1.413 \times 10^{-5} m^3$

எனவே, அடர்த்தி

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.038 kg}{1.413\times10^{-5} m^3} = 2690\, kg\, m^{-3}$$

எனவே, கோளகத்தின் ஒப்படர்த்தி

$$= \frac{2690}{1000} = 2.69$$

7.3.2 ஓய்வில் உள்ள பாய்மத்தம்பத்தினால் அழுத்தம்

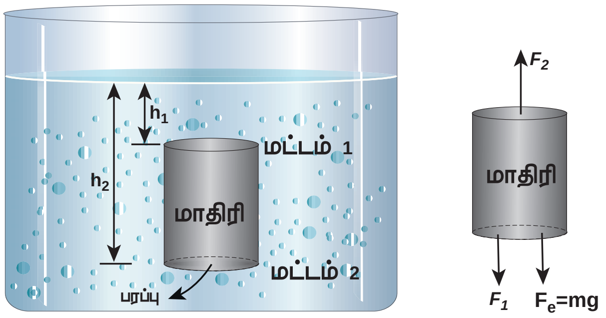
மலைமீது ஏறும் ஒரு மலையேற்றவீரர் உயரத்தைப் பொறுத்து காற்றின் அழுத்தம் குறைவதை உணர இயலும். நீச்சல் குளத்தில் குதிக்கும் ஒருவர் நீர்ப்பரப்புக்கு கீழே ஆழமாக செல்லும்போது நீரின் அழுத்தம் அதிகரிப்பதை உணர்கிறார். இந்த இரு நேர்வுகளிலும், மலையேற்ற வீரர் மற்றும் நீச்சல் வீரர் எதிர்கொண்ட அழுத்தமானது நிலையாக உள்ள பாய்மங்களின் நீர்ம நிலை அழுத்தமாகும்.

நீரின் ஆழத்தைப் பொறுத்து அழுத்தம் அதிகரிப்பதைப் புரிந்துகொள்ள உருளை வடிவில் உள்ள A குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு கொண்ட நீர் மாதிரியைக் கருதுக. படம் 7.10 (அ) இல் காட்டியுள்ளவாறு h_1 மற்றும் h_2 என்பவை முறையே உருளையின் மட்டம் 1 மற்றும் 2 ஆகியவைகள் காற்று – நீர் இடைப்பகுதியிலிருந்து உள்ள ஆழங்கள் என்க. மட்டம் 1 இல் செயல்படும் கீழ்நோக்கிய விசை F_1 எனவும் மட்டம் 2 இல் செயல்படும் மேல்நோக்கிய விசை F_2 எனவும் கொள்க. எனவே $F_1 = P_1 A$ மற்றும் $F_2 = P_2 A$. நீர் மாதிரியின் நிறை m எனக் கருதுக. சமநிலையில் மொத்த மேல்நோக்கிய விசை (F_2) ஆனது மொத்த கீழ்நோக்கிய விசையால் $(F_1 + mg)$, சமன் செய்யப்படுகிறது. மாறாக, கீழ்நோக்கி செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசையானது விசையின் வேறுபாடு $F_2 - F_1$ ஆல் சமன் செய்யப்படுகிறது.

$$F_2 - F_1 = mg = F_G \qquad (7.15)$$

நீரின் அடர்த்தி ρ எனில், மாதிரியில் உள்ள நீரின் நிறை

$$m = \rho V = \rho A (h_2 - h_1)$$
$$V = A (h_2 - h_1)$$



படம் 7.10 (அ) நிலையான பாய்மத்தில் சமநிலையில் உள்ள அதன் விசைகளுடன் அடிப்பரப்பு (A) கொண்டுள்ள நீரின் மாதிரி.

எனவே புவியீர்ப்பு விசை

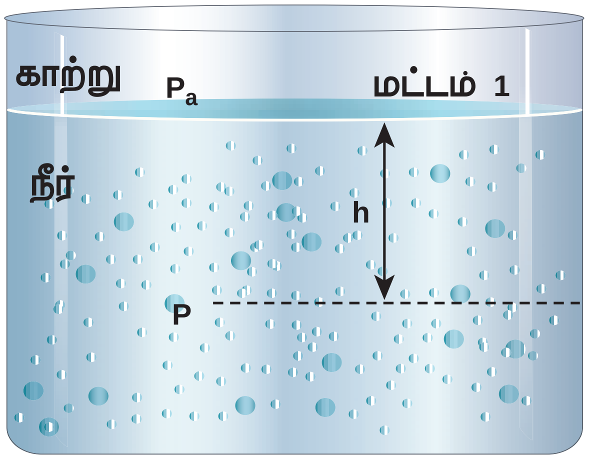
$$F_G = \rho A (h_2 - h_1) g$$

F_G இன் மதிப்பை சமன்பாடு (7.15) இல் பிரதியிட

$$F_2 = F_1 + m g$$
$$P_2 A = P_1 A + \rho A (h_2 - h_1) g$$

இரு புறங்களிலும் A ஐ நீக்க

$$P_2 = P_1 + \rho (h_2 - h_1) g \qquad (7.16)$$



படம் 7.10 (ஆ) நீரின் மேற்பரப்பிற்கு கீழே (h) ஆழத்தில் அழுத்தம் (P)

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 61 25-03-2022 21:41:07

நாம் மட்டம் 1 ஐ நீரின் மேற்பரப்பிலும் அதாவது காற்று – நீர் இடைப்பகுதி, மட்டம் 2 ஐ மேற்பரப்பிற்கு கீழே h ஆழத்திலும் (படம் 7.10 (ஆ) இல் காட்டியுள்ளவாறு) தேர்வு செய்தால் h_1 மதிப்பு சுழியாகும் ($h_1 = 0$) மற்றும் P_1 காற்றழுத்தத்தின் மதிப்பைப் பெறுகிறது P_a மேலும் h ஆழத்தில் அழுத்தம் (P_2) ஆனது P என்ற மதிப்பைப் பெறும். இந்த மதிப்புகளை சமன்பாடு (7.16) இல் பிரதியிட

$$P = P_a + \rho g h \qquad (7.17)$$

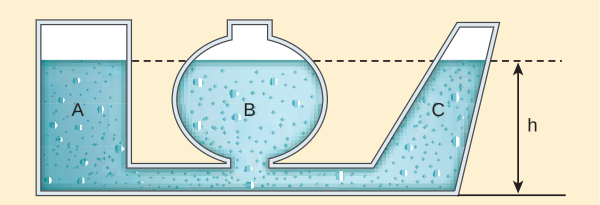
எனவே, h ஆழத்தில் உள்ள அழுத்தம் நீரின் மேற்பரப்பில் உள்ள அழுத்தத்தை விட அதிகமாகும். காற்றழுத்தம் புறக்கணிக்கப்பட்டால், h அழுத்தில் அழுத்தம் ஆனது

$$P = \rho g h \qquad (7.18)$$

கொடுக்கப்பட்ட திரவத்திற்கு ρ மாறிலி மற்றும் g மதிப்பும் மாறிலி, எனவே பாய்மத் தம்பத்தினால் உருவாகும் அழுத்தமானது நீர்மத்தம்பத்தின் உயரம் அல்லது செங்குத்துத்தொலைவுக்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது. அழுத்தத்தை நிர்ணயம் செய்ய பாய்மத்தம்பத்தின் உயரமே முக்கியமாகும் மற்றும் கொள்கலனின் குறுக்குப் பரப்பு அல்லது அடிப்பரப்பு அல்லது வடிவம் ஆகியவற்றைச் சாராது என்பதைக் குறிக்கிறது.

நீர்மநிலையியல் முரண்புதிர்

ஓய்வில் உள்ள திரவத்தைப் பற்றிக் கூறினால் ஒரே கிடைமட்டத்தில் உள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் (சம ஆழத்தில்) திரவ அழுத்தம் சமமாக உள்ளது. இந்த கூற்றை 'நீர்மநிலையியல் முரண்புதிர்' எனப்படும் சோதனை மூலம் விளக்கலாம். படம் 7.11 இல் காட்டியுள்ளவாறு A,B மற்றும் C ஆகிய மாறுபட்ட வடிவங்களைக் கொண்ட மூன்று கலன்களைக் கருதுவோம். இந்த கலன்கள் அடிப்பகுதியில் ஒரு கிடைத்தள குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை ஒரு திரவத்தால் (நீர்) நிரப்பப்பட்டால் கலன்கள் மாறுபட்ட பருமனுள்ள நீரைக் கொண்டிருந்தாலும் சமஅளவிலான நீரின் மட்டத்தைக் கொண்டுள்ளன. ஏனென்றால் ஒவ்வொரு கலனின் அடிப்பகுதியில் உள்ள திரவம் சமமான அழுத்தத்தை உணர்கிறது.



படம் 7.11 நீர்மநிலையியல் முரண்புதிர் விளக்கம்

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒரு இடத்தில் உள்ள வளிமண்டல அழுத்தம் என்பது அந்த இடத்திற்கு மேல் உள்ள காற்றினால் ஓரலகு மேற்பரப்பில் செலுத்தப்படும் புவியீர்ப்பு விசை ஆகும். இது உயரம் மற்றும் வானிலை காற்றின் அடர்த்தி ஆகியவற்றை சார்ந்து மாறுகிறது. உண்மையில் உயரம் அதிகரிக்கும்போது காற்றழுத்தம் குறைகிறது.

உயரத்தைப் பொறுத்து காற்றழுத்தம் குறைவது அன்றாட வாழ்வில் விரும்பத்தகாத விளைவைக் கொண்டுள்ளது. உதாரணமாக, மிக உயரமான இடங்களில் சமைப்பதற்கு நீண்ட நேரம் ஆகிறது. காற்றழுத்தத்திற்கும் இரத்த அழுத்தத்திற்கும் இடையே அதிக வேறுபாடு காரணமாக உயரம் அதிகமுள்ள இடங்களில் மூக்கில் இரத்தம் வடிதல் மற்றொரு பொதுவான நிகழ்வாகும். புவிப்பரப்பில் கடல் மட்டத்தில் அதன் மதிப்பு 1 atm ஆகும்.

$$1 \text{ atm அழுத்தம்} = 1.013 \times 10^5 \text{ pa}$$

செயல்பாடு 1

ஒரு திறப்பைக் கொண்டுள்ள ஒரு உலோகக் கலனை (டின்) எடுத்துக்கொள்க. ஒரு வெற்றிட இறைப்பானை திறப்பில் இணைக்கவும். கலனின் உள்ளே இருக்கும் காற்றை வெளியேற்றவும். உலோகக் கலனின் வடிவம் தகர்க்கப்படுவது ஏன்?

அறிந்து கொள்வது:

உட்பரப்பில் அழுத்தம் குறைகிறது. எனவே, வெளிப்புற காற்றழுத்தத்தின் விசை சமன் செய்யப்படாமல் செயல்படுவதால் கலனின் வடிவம் தகர்க்கப்படுகிறது.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 62 25-03-2022 21:41:07

செயல்பாடு 2

ஒரு கண்ணாடிக் குவளையை எடுத்துக்கொள்க. அதன் விளிம்புவரை நீரால் நிரப்புக. ஒரு காகித அட்டையை அதன் விளிம்பில் குவளைக்கும் அட்டைக்கும் இடையே காற்று இல்லாதவாறு வைக்கவும். குவளையை தலைகீழாக திருப்புக. நீர் கீழே விழாமல் இருக்கும்.

அறிந்து கொள்வது:

குவளையில் உள்ள நீரின் எடையை காற்றில் மோதிக்கொண்டுள்ள காகித அட்டையின் கீழ் பரப்பில் செயல்படும் மேல் நோக்கிய காற்றழுத்தம் காரணமாக கிடைக்கும் மேல்நோக்கிய விசை சமன்படுத்துவதால் இது நிகழ்கிறது..

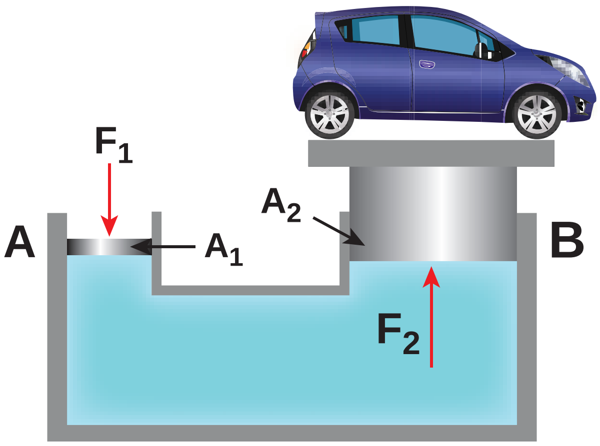
7.3.3 பாஸ்கல் விதி மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்

பிரஞ்சு அறிவியல் அறிஞர் பிளெய்ஸ் பாஸ்கல் என்பவர் ஓய்வில் உள்ள ஒரு பாய்மத்தில் சம உயரத்தில் உள்ள அனைத்து புள்ளிகளிலும் அழுத்தம் சமமாக உள்ளது என கண்டறிந்தார். பாஸ்கல் விதியின் படி "ஒரு திரவத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுத்தம் மாறினால் அந்த மாறுபாடு மதிப்பு குறையாமல் திரவம் முழுவதற்கும் பரப்பப்படுகிறது"

பாஸ்கல் விதியின் பயன்பாடு

நீரியல் தூக்கி

பாஸ்கல் விதியின் ஒரு செயல்முறை பயன்பாடு, குறைவான விசையைக் கொண்டு அதிக பளுவைத்தூக்க பயன்படும் நீரியல் தூக்கி (Hydraulic lift) ஆகும். இது ஒரு விசைப்பெருக்கி. இது A மற்றும் B என்ற ஒன்றுடன் ஒன்று கிடைமட்டக் குழாயால் இணைக்கப்பட்டு திரவத்தால் நிரப்பப்பட்ட இரு உருளைகளைக் கொண்டுள்ளது (படம் 7.12) அவற்றினுள் A_1 மற்றும் A_2 ($A_2 > A_1$) குறுக்குவெட்டுப்பரப்புகள் கொண்ட உராய்வற்ற பிஸ்டன்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.



படம் 7.12 நீரியல் தூக்கி

சிறிய பிஸ்டனின் மீது கீழ்நோக்கிய விசை F செலுத்தப்படுவதாகக் கொண்டால் இந்த பிஸ்டனுக்கு கீழ் உள்ள திரவத்தின் அழுத்தம் $P\left(\text{இங்கு}, P = \frac{F_1}{A_1}\right)$ என்ற மதிப்பிற்கு அதிகரிக்கிறது. பாஸ்கல் விதிப்படி, இந்த அதிகரிக்கப்பட்ட அழுத்தம் P அனைத்து திசைகளிலும் மதிப்பு குறையாமல் பரப்பப்படுகிறது. எனவே பிஸ்டன் B – இன் மீது ஒரு அழுத்தம் செலுத்தப்படுகிறது. பிஸ்டன் B – இன் மீது மேல்நோக்கிய விசை

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

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 \qquad (7.19)$$

எனவே சிறிய பிஸ்டன் A – இன் மீது உள்ள விசையை மாற்றுவதன் மூலம் பிஸ்டன் B – இன் மீதுள்ள விசையானது $\frac{A_2}{A_1}$ என்ற காரணியின் அளவுக்கு உயர்த்தப்பட்டுள்ளது. இந்த காரணி நீரியல் தூக்கியின் இயந்திர இலாபம் எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.7

ஒரு நீரியல் தூக்கியின் இரு பிஸ்டன்கள் 60 cm மற்றும் 5 cm விட்டங்களைக் கொண்டுள்ளன. சிறிய பிஸ்டன் மீது 50 N விசை செலுத்தப்பட்டால் பெரிய பிஸ்டன் செலுத்தும் விசை யாது?

தீர்வு

பிஸ்டன்களின் விட்டங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதால் பிஸ்டனின் ஆரங்களைக் கணக்கிடலாம்.

$$r = \frac{D}{2}$$

சிறிய பிஸ்டனின் பரப்பு, $A_1 = \pi\left(\frac{5}{2}\right)^2 = \pi(2.5)^2$

பெரிய பிஸ்டனின் பரப்பு, $A_2 = \pi\left(\frac{60}{2}\right)^2 = \pi(30)^2$

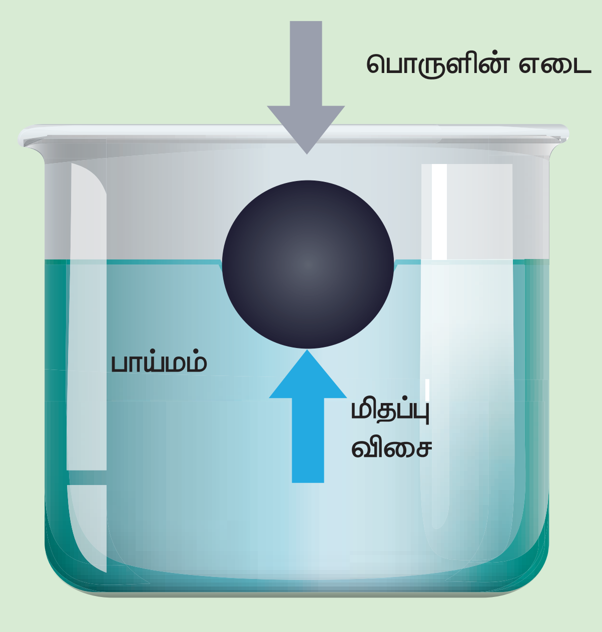
$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 = (50N) \times \left(\frac{30}{2.5}\right)^2 = 7200N$$

இதன் பொருளானது 50 N விசையை செலுத்தி 7200 N விசையை உயர்த்தலாம் என்பதாகும்.

7.3.4 மிதக்கும்தன்மை (Buoyancy)

ஒரு பொருளானது ஒரு பாய்மத்தில் பகுதியாகவோ அல்லது முழுவதுமாகவோ மூழ்கியிருந்தால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பாய்மத்தை இடம்பெயரச் செய்கிறது. இடம்பெயர்ந்த பாய்மம் பொருளின் மீது மேல்நோக்கிய விசையைச் செலுத்துகிறது. ஒரு பாய்மத்தில் மூழ்கியுள்ள ஒரு பொருளின் எடையை எதிர்க்கும் பாய்மத்தினால் உருவாக்கப்படும் மேல்நோக்கிய விசை மிதப்புவிசை எனப்படும். இந்நிகழ்வு மிதக்கும்தன்மை எனப்படும்.

ஆர்க்கிமிடிஸ் கொள்கை



படம் 7.13 ஆர்க்கிமிடிஸ் கொள்கை

இதன் கூற்றானது, பொருளொன்று ஒரு பாய்மத்தில் பகுதியாகவோ அல்லது முழுவதுமாகவோ மூழ்கியிருந்தால் அது இடம்பெயரச் செய்த பாய்மத்தின் எடைக்கு சமமான மேல்நோக்கிய உந்து விசையை அது உணர்கிறது மற்றும் உந்து விசையானது இடம்பெயர்ந்த திரவ ஈர்ப்பு மையம் வழியாக செயல்படுகிறது.

உந்து விசை அல்லது மிதப்பு விசை = இடம்பெயர்ந்த திரவத்தின் எடை

மிதத்தல் விதி (Law of Floatation)

படகுகள், கப்பல்கள் மற்றும் சில மரப்பொருள்கள் நீரின் மேற்பகுதியில் இயங்குவது நன்கு அறிந்த ஒன்றாகும். அவை மிதக்கிறது எனலாம். பாய்மத்தின் மேல் மட்டங்களுக்கு உயர்கின்ற அல்லது பாய்மத்தின் மேற்பரப்பில் நிலைத்து நிற்கும் ஒரு பொருளின் தன்மை மிதத்தல் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

"பொருளின் மூழ்கிய பகுதி இடம்பெயரச்செய்த திரவத்தின் எடை, பொருளின் எடைக்கு சமமானால் அந்தப் பொருள் அத்திரவத்தில் மிதக்கும்" என்பது மிதத்தல் விதியாகும். உதாரணமாக, 300 kg எடையுள்ள (ஏறத்தாழ 3000 N) ஒரு மரத்தாலான பொருள் நீரில் மிதக்கும்போது 300 kg (ஏறத்தாழ 3000 N) நீரை இடம்பெயரச் செய்கிறது.

குறிப்பு

ஒரு பொருள் மிதந்தால் இடம்பெயர்ந்த பாய்மத்தின் பருமன் மூழ்கிய பொருளின் பருமனுக்கு சமமாக உள்ளது, மற்றும் மூழ்கிய பொருளின் பருமனின் சதவீதம் பொருளின் அது மிதக்கும் பாய்மத்தின் அடர்த்தியைப் பொருத்த ஒப்படர்த்திக்கு சமமாகும். உதாரணமாக 0.9 g cm^{-3} அடர்த்தி கொண்ட ஒரு பனிக்கட்டி 1.0 g cm^{-3} அடர்த்தி கொண்ட தூய நீரில் மிதந்தால், நீரில் மூழ்கிய பொருளின் பருமனின் சதவீதமானது

$$\frac{0.9\,g\,cm^{-3}}{1.0\,g\,cm^{-3}}\times 100\% = 90\% .$$

மாறாக, அதே பனிக்கட்டி 1.3 g cm^{-3}, அடர்த்தி கொண்ட கடல் நீரில் மிதந்தால், கடல் நீரில் மூழ்கிய பொருளின் பருமனின் சதவீதமானது $\frac{0.9\,g\,cm^{-3}}{1.3\,g\,cm^{-3}}\times 100\% = 69.23\,\%$ மட்டுமே.

எடுத்துக்காட்டு 7.8

ஒரு மரத்தாலான கன சதுரம் நீரில் 300 g நிறையை அதன் மேற்பகுதியின் மையத்தில் தாங்குகிறது. நிறையானது நீக்கப்பட்டால், கன சதுரம் 3 cm உயருகிறது. கனசதுரத்தின் பருமனைக் கணக்கிடுக.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 64 25-03-2022 21:41:11

தீர்வு

கனசதுரத்தின் ஒவ்வொரு பக்கமும் l என்க. 3 cm ஆழத்திற்கு கனசதுரம் நிரப்பும் பருமன்

$$V=(3cm)\times l^2 = 3l^2 cm^3$$

மிதத்தல் விதிப்படி

$$V\rho g = mg \Rightarrow V\rho = m$$

நீரின் அடர்த்தி $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

$$\Rightarrow (3l^2\times10^{-2}m)\times(1000\ kgm^{-3})=300\times10^{-3}kg$$

$$l^2 = \frac{300\times10^{-3}}{3\times10^{-2}\times1000}m^2 \Rightarrow l^2 = 100\times10^{-4}m^2$$

$$l = 10\times10^{-2}m = 10\ cm$$

எனவே கனசதுரத்தின் பருமன் V = l^3 = 1000 cm³

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் அதன் மிதக்கும் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் நீரின் ஆழத்திற்கு மூழ்கலாம் அல்லது உயரே வரலாம். இதனை அடைய, நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் நீர் அல்லது காற்றினால் நிரப்பக்கூடிய நிலைப்படுத்தும் தொட்டிகளைக் கொண்டுள்ளன. நிலைப்படுத்தும் தொட்டிகள் காற்றினால் நிரப்பப்பட்டால் சுற்றுப்புற நீரை விட நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் மொத்த அடர்த்தியானது குறைந்து அது மேற்பரப்பிற்கு வரும் (நேர் மிதக்கும் தன்மை). காற்றை வெளியேற்றி தொட்டிகளில் நீரை நிரப்பினால் நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் மொத்த அடர்த்தி சுற்றுப்புற நீரைவிட அதிகமாகி கப்பல் மூழ்கும் (எதிர் மிதக்கும் தன்மை). நீர்மூழ்கிக் கப்பலை எந்த ஒரு ஆழத்திலும் நிலைநிறுத்த, தொட்டிகள் காற்று மற்றும் நீரால் நிரப்பப்படுகின்றன(நடுநிலை மிதக்கும் தன்மை).

மிதக்கும் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்:

i) ஒருவர் ஆற்றுநீரைவிட கடல் நீரில் மிக எளிதாக நீந்தலாம்.

ii) பனிக்கட்டி நீரில் மிதக்கிறது.

iii) கப்பல் எஃகினால் உருவாக்கப்படுகிறது, ஆனால் அதன் உட்பகுதியில் குழிவு ஏற்படுத்தப்படுவதால் மிதக்கச் செய்யப்படுகிறது.

7.4 பாகுநிலை (VISCOSITY)

7.4.1. அறிமுகம்

பாடப்பகுதி 7.3 இல் ஓய்வில் உள்ள பாய்மங்களின் தன்மை குறித்து விவாதிக்கப்பட்டது. மாறுபட்ட பண்புகளில் பாய்ம இயக்கத்தின் தாக்கத்தை மேலும் விவாதிப்பதன் மூலம் வெளிக்கொணரலாம். ஒரு பாய்மத்தின் இயக்கம் சிக்கலான நிகழ்வாகும். ஏனென்றால் அது நிலை, இயக்க மற்றும் ஈர்ப்பு ஆற்றலைக் கொண்டு உராய்வை ஏற்படுத்தி பாகியல் விசைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. எனவே விவாதத்தை எளிமையாக்க ஒரு இலட்சிய திரவத்தின் நேர்வைக் கருதலாம். ஒரு இலட்சிய திரவமானது அமுக்க இயலாதது (அதாவது பருமக்குணகம் முடிவிலி) மற்றும் அதனுள் சறுக்குப்பெயர்ச்சி விசைகள் இருக்காது (அதாவது பாகியல் எண் சுழி).

பெரும்பாலான பாய்மங்கள் இயக்கத்தை எதிர்க்கின்றன. ஒரு பாய்மம் ஒரு திண்மத்தைச் சார்ந்து இயங்கினால் அல்லது இரு பாய்மங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சார்பு இயக்கத்தைக் கொண்டிருந்தால் நிலையான பரப்பில் ஒரு உராய்வு விசை செயல்படுகிறது. இந்த பாய்ம இயக்கத்தின் எதிர்ப்பானது ஒரு திண்மப்பொருள் ஒரு பரப்பில் இயங்கும்போது உருவாகும் உராய்வு விசையைப் போன்றது ஆகும். இயங்கும் பாய்ம ஏடுகளுக்கு இடையே தோன்றும் அக உராய்வு பாகுநிலை ஆகும். எனவே பாகுநிலையானது ஒரு பாய்மத்தின் ஏடுகளுக்கிடையே உள்ள சார்பு இயக்கத்தை எதிர்க்கும் பாய்மத்தின் பண்பு பாகுநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

செயல்பாடு

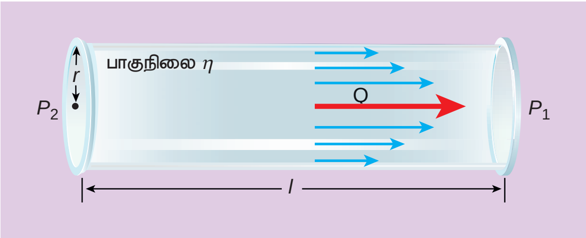
மூன்று உயரமான ஜாடிகளில் ஒரே அளவான மூன்று எஃகு பந்துகள் ஒரே நேரத்தில் விழச் செய்யப்படுகிறது. அது காற்றில் எளிதாக இயங்குகிறது ஆனால் நீரில் அவ்வளவு எளிதானதல்ல. எண்ணெயில் இயங்குவது இன்னும் கடினமானதாகும். விழும் பந்தினால் பாய்மத்தின் வெவ்வேறு ஏடுகளுக்கிடையே சார்பு இயக்கம் உருவாகி அதன் காரணமாக ஒரு விசை உருவாகிறது. இந்த உராய்வு விசை

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 65 25-03-2022 21:41:11

பாய்மத்தின் அடர்த்தியைச் சார்ந்தது. இயங்கும் பாய்மத்தின் ஏடுகளுக்கிடையே உள்ள சார்பு இயக்கத்தை எதிர்க்கும் பாய்மத்தின் பண்பு பாகுநிலை எனப்படும்.

பாகுநிலைக்கான காரணம்

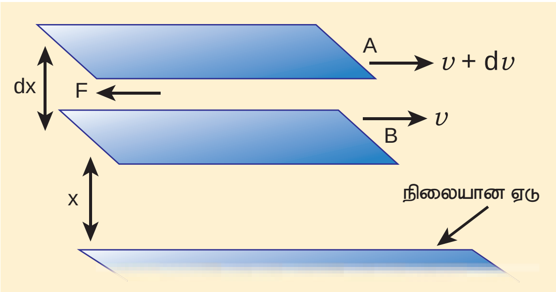
அருகில் அமைந்துள்ள இரு ஏடுகளைக் கொண்ட ஒரு திரவம் ஒரு கிடைமட்ட பரப்பின் மீது பாய்வதாகக் கொள்க. மேல் ஏடானது கீழ் ஏட்டை முடுக்க முற்படும். அதைத் தொடர்ந்து கீழ் ஏடு மேல் ஏட்டை தடுக்க முற்படும். இதன் விளைவாக ஒரு பின்னோக்கிய தொடுவரை விசை தோன்றுகிறது. இது சார்பு இயக்கத்தைக் குலைக்கும். இதுவே பாய்மங்களின் பாகியல் தன்மைக்கான காரணமாகும்.



படம் 7.14 பாகுநிலை

பாகியல் எண் (Coefficient of viscosity)

ஒரு நிலையான கிடைமட்ட ஏட்டின் மீது ஒரு திரவம் சீராகப் பாய்வதாகக் கொள்க (படம் 7.15). ஒரு நிலையான ஏட்டில் இருந்து தொலைவாகச் சென்றால் ஏடுகளின் வேகங்கள் சீராக அதிகரிக்கிறது. A மற்றும் B என்ற இரு இணையான ஏடுகளைக் கருதுக. நிலையான ஏட்டிலிருந்து x மற்றும் $x + dx$ தொலைவில் அருகாமையில் உள்ள ஏடுகளின் திசைவேகங்கள் முறையே v மற்றும் $v + dv$ எனக் கொள்க.



படம் 7.15 கிடைத்தள மட்டங்களில் நீர்மத்தின் ஓட்டம்

இரு ஏடுகளுக்கிடையே தொடுவரைத் திசையில் செயல்படும் பாகுநிலை விசை F ஆனது நியூட்டன் முதல் விதியின் மூலம் அறியப்படுகிறது. இந்த விசையானது (i) திரவத்தின் பரப்பு A மற்றும் (ii) திசைவேகச் சரிவு $\frac{dv}{dx}$ ஆகியவற்றிற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

$$F \propto A \text{ மற்றும் } F \propto \frac{dv}{dx}$$

$$\Rightarrow F = -\eta A \frac{dv}{dx} \qquad (7.20)$$

இங்கு விகித மாறிலி η திரவத்தின் பாகியல் எண் எனப்படும். எதிர்க்குறியானது விசை உராய்வுத் தன்மை கொண்டது மற்றும் அது சார்பு இயக்கத்தை எதிர்க்கிறது என்பதைக் குறிக்கிறது. பாகியல் எண்ணின் பரிமாணம் $\left[ML^{-1}T^{-1}\right]$ ஆகும்.

குறிப்பு

பாகுநிலையானது உராய்வைப் போன்றதாகும். பொருளின் இயக்க ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 7.9

$2.5\times10^{-4}\text{m}^2$ பரப்புள்ள ஒரு உலோகத்தட்டு $0.25\times10^{-3}\text{m}$ தடிமமான விளக்கெண்ணெய் ஏட்டின்மீது வைக்கப்பட்டுள்ளது. தட்டை $3\times10^{-2}\text{m s}^{-1}$, திசைவேகத்தில் நகர்த்த 2.5 N விசை தேவைப்பட்டால், விளக்கெண்ணெயின் பாகியல் எண்ணைக் கணக்கிடுக.

கொடுக்கப்பட்டவை:

$A=2.5\times10^{-4}\ \text{m}^2$, $dx = 0.25\times10^{-3}\text{m}$

$F=2.5\ \text{N}$ மற்றும் $dv = 3\times10^{-2}\ \text{m s}^{-1}$

தீர்வு

$$F = -\eta A \frac{dv}{dx}$$

எண் மதிப்பில், $\eta = \frac{F}{A}\frac{dx}{dv}$

$$= \frac{(2.5N)}{(2.5\times10^{-4}\text{m}^2)}\frac{(0.25\times10^{-3}\text{m})}{(3\times10^{-2}\text{m s}^{-1})}$$

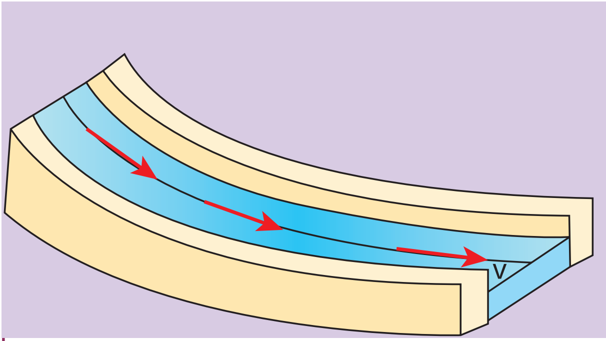
$= 0.083\times10^3\ \text{Nm}^{-2}\text{s}$

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 66 25-03-2022 21:41:13

7.4.2 வரிச்சீர் ஓட்டம் (Streamlined flow)

பாய்மங்களின் ஓட்டம் மாறுபட்ட வகைகளில் உள்ளன. அது சீரான அல்லது வரிச்சீர் ஓட்டம், சீரற்ற அல்லது சுழற்சி ஓட்டம், அமுக்க இயலும் அல்லது அமுக்க இயலாத ஓட்டம், பாகியல் ஓட்டம் அல்லது பாகியலற்ற ஓட்டமாக இருக்கலாம். உதாரணமாக, ஒரு ஆற்றில் அமைதியாகச் செல்லும் நீரின் ஓட்டத்தைக் கருதுக. உற்று நோக்கினால் ஆற்றின் வெவ்வேறு இடங்களில் நீரின் திசைவேகம் மாறுபட்டுள்ளதை அறியலாம். அது ஆற்றின் நடுப்பகுதியில் வேகமானதாகவும், அதன் கரையோரங்களில் மெதுவானதாகவும் உள்ளது. எனினும் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் நீர்மத்துகளின் திசைவேகம் மாறிலி ஆகும். புரிதலுக்காக, ஆற்றில் நடுப்பகுதியில் துகளின் திசைவேகம் வினாடிக்கு 4 மீட்டர் இருப்பதாகக் கருதுக. எனவே இந்தப் புள்ளியைக் கடக்கும் அனைத்துத் துகள்களின் திசைவேகங்களும் அதே மதிப்பைப் பெறும். இதுபோன்றே, கரையோரத்தில் பாயும் நீர்மத்துகளின் திசைவேகம் வினாடிக்கு 0.5 மீட்டர் எனில் அதனைப் பின் தொடரும் அனைத்து நீர்மத்துகள்களின் திசைவேகங்களும் அதே மதிப்பைப் பெறும்.

ஒரு திரவ ஓட்டத்தில், ஒரு புள்ளியின் வழியே செல்லும் ஒவ்வொரு திரவத்துகளும் அதற்கு முன்னர் சென்ற துகள்களின் பாதையிலேயே அதே திசைவேகத்தில் இயங்கினால் அந்த திரவ ஓட்டமானது வரிச்சீர் ஓட்டம் எனப்படும். இதனை சீரான ஓட்டம் அல்லது அடுக்குமுறை ஓட்டம் (Laminar flow) எனவும் குறிப்பிடலாம். இயங்கும் பாய்மத்துகள் மேற்கொள்ளும் வளைவானபாதை வரிச்சீர் எனப்படுகிறது. படம் 7.16 இல் காட்டியுள்ளவாறு எந்த ஒரு புள்ளியிலும் அதன் தொடுகோடானது அந்தப்புள்ளியில் பாய்ம ஓட்டத்தின் திசையைக் கொடுக்கிறது. இதனை இவ்வாறு அழைப்பதற்குக் காரணம் இது ஒரு நீர் ஓடை அல்லது இலட்சிய நிலையில் உள்ள ஆற்றைப் போன்று உள்ளதே ஆகும்.

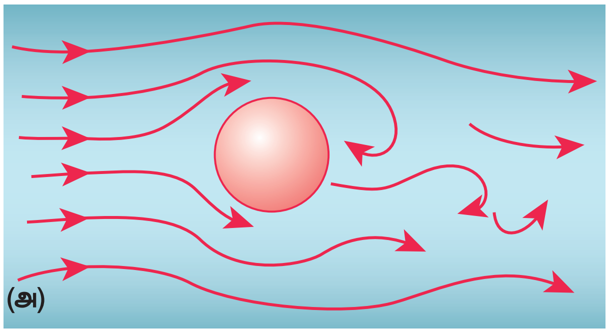


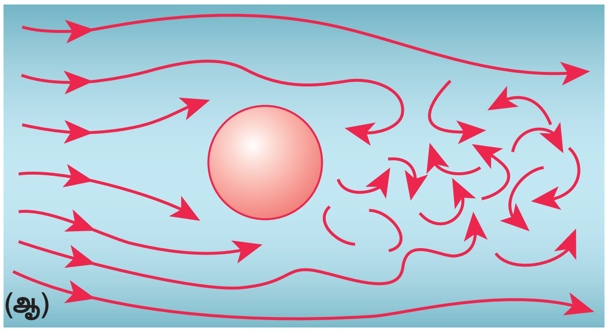
படம் 7.16 சீரான ஓட்டம் – நீர்மத்தில் எந்தப் புள்ளியிலும்திசைவேகம் மாறிலி

நீர்ம ஓட்டத்தின் திசைக்கு செங்குத்தான எந்த ஒரு குறுக்குவெட்டு பரப்பிலும் ஒரே திசைவேகத்தைக் கொண்ட சீரான வரிக் கற்றையைக் கருதினால் அந்த கற்றை குழாய் வடிவ ஓட்டம் (tube of flow) எனப்படும். குழாய் வடிவ ஓட்டத்தில் உள்ள எந்த ஒரு நீர்மத்துகளும் அதன் இயக்கம் முழுவதற்கும் குழாயினுள்ளேயே எப்போதும் இருக்கும் மற்றும் மற்ற குழாய் திரவத்துடன் கலக்காது என்பதை முக்கியமாக கவனிக்க வேண்டும். குழாய் வடிவ ஓட்டத்தின் அச்சு எப்போதும் வரிச்சீர் ஓட்டத்தைத் தரும். வரிச்சீர் ஓட்டங்கள் எப்போதும் பாய்மத்துகள்களின் இயக்கப் பாதைகளைக் குறிக்கின்றன. **மாறுநிலைத் திசைவேகம் எனப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகம் வரை பாய்மத்தின் ஓட்டம் வரிச்சீராக உள்ளது.** இதன் பொருள், மாறுநிலைத் திசைவேகத்திற்குக் குறைவான வேகத்தில் பாயும்போது வரிச்சீர் ஓட்டத்தைப் பெறலாம்.

7.4.3 சுழற்சி ஓட்டம் (Turbulent flow)

இயங்கும் பாய்மத்தின் வேகம் மாறுநிலைத் திசைவேகத்தை (v_c) விட அதிகமானால் இயக்கமானது சுழற்சி ஓட்டமாகிறது. இந்நேர்வில் ஒவ்வொரு துகளிலும் திசைவேகமானது எண்மதிப்பிலும், திசையிலும் மாறுவதால் தனிப்பட்ட துகள்கள் வரிச்சீர் ஓட்டத்தில் இயங்காது. எனவே சுழற்சி ஓட்டத்தில் துகள்களின் பாதை ஒழுங்கற்றதாக மாறி சுழல் ஓட்டம் அல்லது சுழல் எனப்படும் வட்டங்களில் இயங்கும். (படம் 7.17 (அ) மற்றும் (ஆ)) ஒரு படகின் அல்லது கப்பலின் பின்புறமுள்ள நீரின் ஓட்டம் மற்றும் இயங்கும் பேருந்தின் பின்புறமுள்ள காற்று ஓட்டம் ஆகியவை சுழற்சி ஓட்டத்திற்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.





படம் 7.17 (அ) ஒரு கோளத்தைச் சுற்றிய சுழற்சி ஓட்டம் ($v = v_c$ எனும்போது),
(ஆ) ஒரு கோளத்தைச் சுற்றிய சுழற்சி ஓட்டம் ($v > v_c$ எனும்போது)

இரு வகையான இயக்கத்தின் வேறுபாட்டினை ஒரு அகன்ற குழாயில் பாயும் நீரினுள் அதன் அச்சின் வழியே ஒரு துளை மூலம் மையை செலுத்துவதன் மூலம் எளிதாக விளக்கலாம். பாய்மத்தின் திசைவேகம் குறைவாக உள்ளபோது மை நேர்க்கோட்டுப் பாதையில் செல்லும். மாறாக திசைவேகமானது ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பைவிட அதிமானால் மையானது பரவி ஒழுங்கற்ற இயக்கத்தைக் காட்டும். எனவே இயக்கமானது சுழற்சி ஓட்டமாக மாறுகிறது. வளைந்து நெளிந்து செல்லும் இயக்கத்தினால் சுழல் ஓட்டம் உருவாகி அதன் விளைவாக அதிக ஆற்றல் அழிக்கப்படுகிறது.

7.4.4 ரெனால்டு எண்

ஒரு பாய்மத்தின் ஓட்டம் அதன்திசைவேகம் மாறுநிலைத் திசைவேகத்தை (v_c) விட குறைவாக இருப்பின் சீரான அல்லது அடுக்குமுறை ஓட்டமாக உள்ளது. இல்லையெனில் ஓட்டம் சுழற்சி ஓட்டமாக மாறுகிறது என்பதை நாம் அறிந்து கொண்டோம். ஆஸ்போர்ன் ரெனால்டு (1842 – 1912) என்பவர் பாய்ம ஓட்டத்தின் தன்மையை அது வரிச்சீர் அல்லது சுழற்சி ஓட்டம் என அறிந்து கொள்ள ஒரு சமன்பாட்டை வடிவமைத்தார்.

$$R_c = \frac{\rho v D}{\eta} \qquad (7.21)$$

ரெனால்டு எண் எனப்படும் இது ஒரு பரிமாணமற்ற எண் ஆகும். இது R_c அல்லது K என்ற குறியீட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. சமன்பாட்டில் ρ என்பது பாய்மத்தின் அடர்த்தி, v என்பது இயங்கும் பாய்மத்தின் திசைவேகம், D என்பது பாய்மம் செல்லும் குழாயின் விட்டம் மற்றும் η என்பது பாகியல் எண் ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன. எந்த அலகு முறையிலும் R_c ஒரே மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும்.

அட்டவணை 7.3 திரவத்தின் ஓட்டத்தை புரிந்து கொள்ள, ரெனால்டு Rc மதிப்பை கீழ்கண்டவாறு கண்டறிந்தார்

வ. எண்	ரெனால்டு எண்	ஓட்டம்
1	$R_c < 1000$	வரிச்சீர் ஓட்டம்
2	$1000 < R_c < 2000$	சீரற்ற ஓட்டம்
3	$R_c > 2000$	சுழற்சி ஓட்டம்

எனவே, ரெனால்டு எண் R_c என்பது ஒரு உருளை வடிவ குழாயின் வழியே செல்லும் பாய்மத்தின் ஓட்டம் வரிச்சீர் ஓட்டமா அல்லது சுழற்சி ஓட்டமா என முடிவு செய்யக்கூடிய ஒரு முக்கியமான மாறி ஆகும்.

உண்மையில், சுழற்சி ஓட்டம் தொடங்கும் R_c இன் மாறுநிலை மதிப்பு வடிவியலாக ஒரே மாதிரியுள்ள ஓட்டங்களுக்கு சமமான மதிப்பைக் கொண்டுள்ளது. உதாரணமாக மாறுபட்ட அடர்த்திகள் மற்றும் பாகியல் எண்கள் மதிப்புள்ள இரு திரவங்கள் (எண்ணெய் மற்றும் நீர்) சம வடிவம் மற்றும் அளவுகளைக் கொண்ட இரு குழாய்கள் வழியே சென்றால், ஒரே R_c மதிப்பில் சுழற்சி ஓட்டம் தொடங்குகிறது. மேற்கண்ட கருத்திலிருந்து ஒற்றுமை விதியைப் பெறலாம். அதன் கூற்றானது, இரு வடிவியல் ரீதியாக ஒரே மாதிரியான பாய்ம ஓட்டங்கள் இருந்தால் அவை இரண்டும் ஒரே ரெனால்டு எண்ணைக் கொண்டிருக்கும் வரை அடிப்படையில் ஒன்றுக்கொன்று சமமானதாகும். தொழில்நுட்ப பயன்பாடுகளில் ஒற்றுமை விதி முக்கிய பங்காற்றுகிறது. கப்பல்கள், நீர்மூழ்கி கப்பல்கள், பந்தயக்கார்கள் மற்றும் விமானங்களின்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 68 25-03-2022 21:41:14

வடிவங்கள் அவற்றின் வேகம் பெரும மதிப்பைப் பெறும் வகையில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

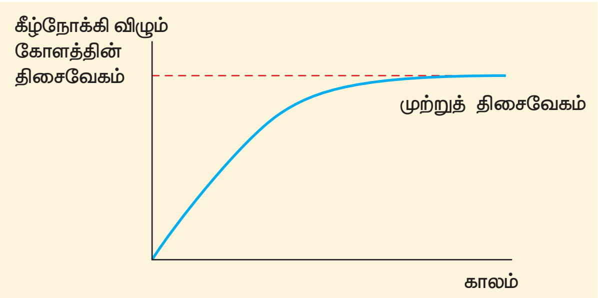
7.4.5 முற்றுத்திசைவேகம் (Terminal Velocity)

முற்றுத்திசைவேகத்தைப் புரிந்து கொள்ள, ஒரு அதிக பாகுநிலை கொண்ட நீண்ட பாய்மத்தம்பத்தில் ஒரு சிறிய உலோகக் கோளம் ஓய்வுநிலையிலிருந்து தானே விழுவதாகக்கருதுக. கோளத்தின் மீது (i) செங்குத்தாக கீழ்நோக்கி செயல்படும் கோளத்தின் மீதான புவியீர்ப்பு விசை (ii) மிதக்கும் தன்மை காரணமாக மேல்நோக்கிய உந்து விசை U மற்றும் (iii) மேல்நோக்கி செயல்படும் பாகியல் விசை (பாகியல் விசை எப்போதும் கோளத்தின் இயக்கத்திற்கு எதிர்திசையில் செயல்படும்) ஆகிய விசைகள் செயல்படுகின்றன.

தொடக்கத்தில் மேல்நோக்கிய விசையானது, கீழ்நோக்கிய விசையை விட குறைவாக உள்ளதால் கோளம் கீழ்நோக்கிய திசையில் முடுக்கமடைகிறது. கோளத்தின் திசைவேகம் அதிகரித்தால் பாகியல் விசையும் அதிகரிக்கிறது. ஒரு கட்டத்தில் கீழ்நோக்கிய நிகர விசை மேல்நோக்கிய விசையை சமன்படுத்துவதால் கோளத்தின் மீதான தொகுபயன் விசை சுழியாகிறது. கோளம் தற்போது மாறா திசைவேகத்துடன் இயங்குகிறது.

ஒரு பாகுநிலை ஊடகத்தின் வழியே தானே விழும் ஒரு பொருளானது அடையும் பெரும மாறா திசைவேகம் முற்றுத்திசைவேகம் (v_t) எனப்படும். படம் 7.18 இல் திசைவேகத்தை Y–அச்சிலும், காலத்தை X அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரையப்பட்டுள்ளது.

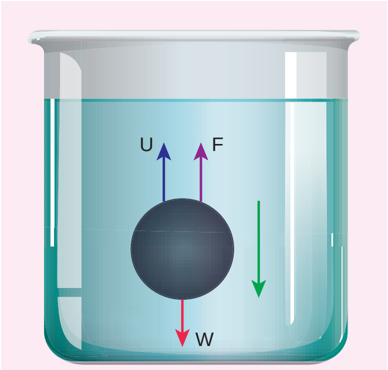
கோளகமானது தொடக்கத்தில் முடுக்கமடைகிறது மற்றும் சிறிது நேரத்தில் அது மாறா மதிப்புள்ள முற்றுத்திசைவேகத்தை (v_t) அடைகிறது என வரைபடத்திலிருந்து தெளிவாகிறது.



படம் 7.18 திசைவேகம் – காலம் வரைபடம்

முற்றுத்திசைவேகத்திற்கான கோவை:

η பாகியல் எண் கொண்ட அதிக பாகுநிலையுள்ள திரவத்தின் வழியே r ஆரமுள்ள கோளம் ஒன்று விழுவதாகக் கருதுக. கோளப்பொருளின் அடர்த்தி ρ எனவும் பாய்மத்தின் அடர்த்தி σ எனவும் கொள்க.



படம் 7.19 ஒரு பாகுநிலை திரவத்தில் விழும் கோளத்தின் மீது செயல்படும் விசை

கோளத்தின் மீது செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை

$$F_G = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g \text{ (கீழ்நோக்கிய விசை)}$$

மேல்நோக்கிய உந்து விசை (மேல்நோக்கிய விசை) $U = \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g$

v_t முற்றுத்திசைவேகத்தில் பாகியல் விசை

$$F = 6\pi\eta r v_t$$

தற்போது, கீழ்நோக்கிய நிகர விசை மேல்நோக்கிய விசைக்கு சமமாகும்.

$$F_G = U + F$$

$$F_G - U = F \Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g = 6\pi\eta r v_t$$

$$v_t = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho - \sigma)}{\eta} g \Rightarrow v_t \propto r^2 \qquad (7.22)$$

இங்கு, கவனிக்க வேண்டியது, கோளத்தின் முற்றுத் திசைவேகம் அதன் ஆரத்தின் இருமடிக்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது.

ρ ஐ விட σ அதிகமெனில், (ρ - σ) ஆனது எதிர்க்குறி மதிப்பைப் பெறுவதால் முற்றுத்திசைவேகம் எதிர்க்குறியாகிறது. அதனால் தான் நீர் அல்லது எந்த திரவத்தின் வழியாகவும் காற்றுக்குமிழிகள் மேல்நோக்கி எழுகிறது.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 69 25-03-2022 21:41:16

வானத்தில் மேகங்கள் மேல்நோக்கிய திசையில் நகருவதற்கும் இதுவே காரணமாகும்.

கவனத்தில் கொள்ள வேண்டியவை

i) ஒரு கோளத்தின் முற்றுத்திசைவேகம் கோளத்தின் ஆரத்தின் இருமடிக்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது. எனவே, சிறிய மழைத்துளிகளை விடபெரிய மழைத்–துளிகள் அதிக வேகத்துடன் விழுகின்றன.

ii) கோள பொருளின் அடர்த்தி ஊடகத்தின் அடர்த்தியைவிட குறைவாக இருப்பின், கோளகமானது மேல்நோக்கிய திசையில் முற்றுத்திசைவேகத்தை அடைகிறது. அதனால் தான் சோடா நீரில் காற்றுக் குமிழிகள் மேல்நோக்கி எழுகின்றன.

7.4.6 ஸ்டோக் விதி மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்

பாகுநிலை ஊடகத்தின் வழியே ஒரு பொருள் வீழ்ந்தால் அதனுடன் உடனடியாக தொடுதலில் உள்ள பாய்ம ஏட்டை அது இழுக்கும். இது திரவத்தின் வெவ்வேறு ஏடுகளுக்கு இடையே சார்பு இயக்கத்தை உருவாக்குகிறது. ஸ்டோக் வெவ்வேறு பாய்மங்களில் சிறிய கோளப்பொருள்களின் இயக்கத்திற்கான பல சோதனைகள் செய்து, r ஆரமுள்ள கோளப்பொருளின் மீது செயல்படும் பாகியல் விசை F ஆனது

i) கோளத்தின் ஆரம் (r)

ii) கோளத்தின் திசைவேகம் (v) மற்றும்

iii) திரவத்தின் பாகியல் எண் η

ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது என்ற முடிவைப் பெற்றார். எனவே $F \propto \eta^x r^y v^z \Rightarrow F = k\eta^x r^y v^z$, இங்கு k என்பது ஒரு பரிமாணமற்ற மாறிலி

பரிமாணங்களைப் பயன்படுத்தி, மேற்கண்ட சமன்பாட்டை இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$\left[MLT^{-2}\right] = k\left[ML^{-1}T^{-1}\right]^x \times \left[L\right]^y \times \left[LT^{-1}\right]^z$$

தீர்வு காண, x = 1, y = 1 மற்றும் z = 1. எனவே, $F = k\eta rv$.

சோதனைமூலம் $k = 6\pi$ என ஸ்டோக் கண்டறிந்தார்.

$$F = 6\pi\eta rv \qquad (7.23)$$

இந்த தொடர்பு ஸ்டோக் விதி எனப்படும்.

ஸ்டோக் விதியின் செயல்முறைப் பயன்பாடுகள்:

மழைத்துளிகள் அளவில் சிறியதாகவும், அதன் முற்றுத்திசைவேகங்கள் குறைவாகவும் உள்ளதால் அவை மேக வடிவில் காற்றில் மிதக்கின்றன. அவை அளவில் பெரிதாகும்போது அவற்றின் முற்றுத்திசைவேகங்கள் அதிகரித்து மழையாக கீழே விழுகின்றன.

இந்த விதி கீழ்க்காண்பவற்றை விளக்குகிறது:

அ) மேகங்களின் மிதத்தல்

ஆ) சிறிய மழைத்துளிகளைவிட பெரிய மழைத்துளிகள் நம்மை அதிகமாக தாக்குகின்றன

இ) பாராசூட் உதவியுடன் கீழிறங்கும் ஒருவர் மாறா முற்றுத்திசைவேகத்தை பெறுகின்றார்.

7.4.7 பாய்ஸன் சமன்பாடு (Poiseuille's equation)

ப்வாய்சொய் ஒரு நுண்குழாய் வழியே திரவத்தின் சீரான ஓட்டத்தை பகுப்பாய்வு செய்தார். அவர் நுண்குழாய் வழியாக ஒரு நொடியில் பாயும் திரவத்தின் பருமனுக்கான சமன்பாட்டைத் தருவித்தார்.

அவரது கருத்தின்படி சமன்பாட்டைத் தருவிக்க கீழ்க்காணும் நிபந்தனைகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

- குழாயின் வழியே திரவத்தின் ஓட்டம் வரிச்சீர் ஓட்டமாக இருக்க வேண்டும்.
- குழாய் கிடைமட்டமாக புவிஈர்ப்புவிசை நீர்ம ஓட்டத்தைப் பாதிக்காதவாறு இருக்க வேண்டும்.
- குழாயின் சுவரைத் தொடும் நீர்ம ஏடு ஓய்வில் இருக்க வேண்டும்.
- குழாயின் எந்த குறுக்குப்பரப்பிலும் அழுத்தம் சீராக இருக்க வேண்டும்.

பரிமாணப்பகுப்பாய்வை பயன்படுத்தி நாம் ப்வாய்சொய் சமன்பாட்டைத் தருவிக்கலாம். கிடைமட்டமாக உள்ள நுண் குழாயின் வழியே

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 70 25-03-2022 21:41:16

ஒரு திரவம் சீராக பாய்வதாகக் கருதுக. நுண் குழாயிலிருந்து ஒரு நொடியில் வெளியேறும் திரவத்தின் பருமன் $\upsilon = \left(\frac{V}{t}\right)$ எனக் கொள்க. அது (அ) திரவத்தின் பாகியல் எண் (η) (ஆ) குழாயின் ஆரம் (r) மற்றும் (இ) அழுத்தச்சரிவு $\left(\frac{P}{l}\right)$ ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.

இங்கு k என்பது ஒரு பரிமாணமற்ற மாறிலி.

எனவே

$$\upsilon \propto \eta^a r^b \left(\frac{P}{l}\right)^c$$

$$\upsilon = k\eta^a r^b \left(\frac{P}{l}\right)^c \qquad (7.24)$$

மற்றும்

$$[\upsilon] = \frac{\text{பருமன்}}{\text{நேரம்}} = [L^3T^{-1}], \left[\frac{dP}{dx}\right] = \frac{\text{அழுத்தம்}}{\text{தொலைவு}} =$$

$$[ML^{-2}T^{-2}], [\eta] = [ML^{-1}T^{-1}] \text{ மற்றும் } [r] = [L]$$

சமன்பாடு (7.24) இல் பிரதியிட

$$[L^3T^{-1}] = [ML^{-1}T^{-1}]^a [L]^b [ML^{-2}T^{-2}]^c$$

$$M^0L^3T^{-1} = M^{a+c}L^{-a+b-2c}T^{-a-2c}$$

எனவே M, L, மற்றும் T இன் அடுக்குகளை இருபுறமும் சமப்படுத்த

$a + c = 0, -a + b - 2c = 3,$ மற்றும் $-a - 2c = -1$

$a, b,$ மற்றும் c ஆகிய தெரியாத மதிப்புகள் உள்ளன. மூன்று சமன்பாடுகளைத் தீர்வு காண நாம் பெறுவது

$a = -1, b = 4,$ மற்றும் $c = 1$

எனவே சமன்பாடு (7.24) ஆனது,

$$\upsilon = k\eta^{-1}r^4\left(\frac{P}{l}\right)^1$$

சோதனை மூலம் K – இன் மதிப்பு $\frac{\pi}{8}$, என காணப்பட்டது. எனவே,

$$\upsilon = \frac{\pi r^4 P}{8\eta l} \qquad (7.25)$$

மேற்கண்ட சமன்பாடு குறுகிய குழாய் அல்லது நுண்குழாய் வழியே செல்லும் நீர்ம ஓட்டத்திற்கே பொருந்தும். இச்சமன்பாடு ப்வாய்சொய் சமன்பாடு எனப்படும். இந்த தொடர்பானது மாறுநிலைத் திசைவேகத்தை (υ_c) விட குறைவான திசைவேகம் கொண்ட பாய்மங்களுக்கு நன்கு பொருந்துகின்றது.

7.4.8 பாகுநிலையின் பயன்பாடுகள்

பாகுநிலையின் முக்கியத்துவத்தை கீழ்க்காணும் உதாரணங்களில் இருந்து புரிந்து கொள்ளலாம்.

1. கனரக இயந்திரங்களின் பாகங்களில் உயவியாகப் பயன்படும் எண்ணெய் அதிக பாகியல் எண்ணைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். பொருத்தமான உயவியைத் தேர்வு செய்ய அதன் பாகுநிலையையும், அது வெப்பநிலையைப் பொறுத்து எவ்வாறு மாறுபாடுகிறது என்பதையும் அறிந்திருக்க வேண்டும்.

   [குறிப்பு: வெப்பநிலை உயர்ந்தால் திரவத்தின் பாகுநிலை குறைகின்றது]. மேலும் கார் இயந்திரங்களில் (இலகுரக இயந்திரம்) பயன்படும் குறைந்த பாகுநிலையுள்ள எண்ணெய்களைத் தேர்வு செய்யவும் இது உதவுகிறது.
2. சில கருவிகளின் இயக்கத்திற்கு ஈரப்பதத்தைக் கொடுக்க அதிக பாகுநிலை கொண்ட திரவம் பயன்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் அது நீரியல் தடுப்பிகளில் (hydraulic brakes) தடுப்பி எண்ணெய்யாக பயன்படுகிறது.
3. தமனிகள் மற்றும் இரத்தக் குழாய்கள் வழியே இரத்த ஓட்டம் நீர்மத்தின் பாகுநிலையைச் சார்ந்தது.
4. ஒரு எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்தைக் காண மில்லிகன் எண்ணெய்த் துளி ஆய்வை மேற்கொண்டார். அவர் பாகுநிலை பற்றிய அறிவை மின்னூட்டத்தைக் கணக்கிட பயன்படுத்தினார்.

7.5 பரப்பு இழுவிசை (SURFACE TENSION)

7.5.1 மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள விசைகள்

அடர்த்தி, பரப்பு இழுவிசை போன்ற இயற்பண்புகள் காரணமாக ஒரு சில திரவங்கள் ஒன்றாகக் கலப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக நீரும், மண்ணெண்ணையும் ஒன்றாக கலப்பதில்லை.

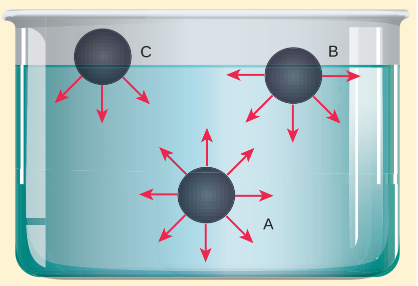
UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 71 25-03-2022 21:41:19

பாதரசம் கண்ணாடியில் ஒட்டுவதில்லை. ஆனால் நீரானது கண்ணாடியில் ஒட்டும். நீரானது தண்டுகள் வழியாக இலைகள் வரை மேலேறும். அவை பெரும்பாலும் திரவங்களின் மேற்பரப்புகளுடன் தொடர்பு கொண்டவையாக இருக்கின்றன. திரவங்களுக்கு வரையறுக்கப்பட்ட வடிவமில்லை. ஆனால் வரையறுக்கப்பட்ட பருமன் உண்டு. எனவே அவற்றை கொள்கலனில் ஊற்றும்போது அவை தகைவற்ற மேற்பரப்பைப் பெறுகின்றன. எனவே மேற்பரப்பானது கூடுதலாக ஆற்றலைப் பெறுகிறது. அது மேற்பரப்பு ஆற்றல் எனப்படுகிறது. மேற்கண்ட நிகழ்வுக்கு காரணம் பரப்பு இழுவிசை என்ற பண்பாகும். லாப்லஸ் மற்றும் காஸ் என்ற அறிஞர்கள் பரப்பு இழுவிசை மற்றும் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் திரவத்தின் இயக்கம் பற்றிய கோட்பாடுகளை உருவாக்கினர்.

நீர்ம மூலக்கூறுகள் திடப்பொருளில் உள்ளது போல் இறுகப் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதில்லை. எனவே அவை எளிதாக நகருகின்றன. ஒரு திரவத்தில் உள்ள ஒரே வகையான நீர்ம மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் விசையானது ஓரினக்கவர்ச்சி விசை (Cohesive force) எனப்படுகிறது. ஒரு நீர்மமானது திடப்பொருளைத் தொடும்போது திரவ மற்றும் திடப்பொருள் மூலக்கூறுகள் வேறினக் கவர்ச்சி விசை (adhesive force) என்ற கவர்ச்சி விசையைப் பெறுகின்றன.

இவ்வகையான மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட விசையானது 10^{-9} (அதாவது 10 Å) என்ற குறுந்தொலைவுக்கு மட்டுமே செயல்படும். அனைத்து திசைகளிலும் இவ்வகையான மூலக்கூறிடை விசைகள் செயல்படும் தொலைவானது கவர்ச்சிப்புலம் (sphere of influence) எனப்படுகிறது. இப்புலத்திற்கு அப்பாலுள்ள விசைகள் புறக்கணிக்கப்படுகின்றன.

படம் 7.20 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு திரவத்தில் A, B மற்றும் C என்றமூன்று வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளைக் கருதுக. A எனும் மூலக்கூறானது அனைத்து திசைகளிலும் உள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளுடனும் இடைவினை புரிவதால் A உணரும் தொகுபயன் விசை சுழியாகும். B என்ற மூலக்கூறானது, நான்கில் மூன்று பாகம் திரவத்தின் மேற்பரப்புக்குக் கீழேயும், நான்கில் ஒரு பாகம் காற்றிலும் உள்ளன. B க்கு கீழ்பகுதியில் அதிக மூலக்கூறுகள் இருப்பதால் அது கீழ்நோக்கிய தொகுபயன் விசையைப் பெறுகிறது. இதேபோல் C என்ற மூலக்கூறு திரவத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ளதால் (அதாவது மேற்பாதி காற்றிலும், கீழ்பாதி திரவத்திலும்) அதிகபட்ச கீழ்நோக்கு விசையைப் பெறுகிறது. ஏனெனில் அதிகமான திரவ மூலக்கூறுகள் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ளன. எனவே மூலக்கூறு எல்லைக்குள் உள்ள திரவ மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் C மூலக்கூறுடன் இடைவினை புரிந்து கீழ்நோக்கிய விசையை உணர்கிறது என்பது தெளிவாகிறது.



படம்7.20 திரவத்தின் வெவ்வேறு மட்டங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகள்

உட்பகுதியினுள் இருக்கும் எந்தமூலக்கூறையும் திரவத்தின் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டுவர ஓரினக் கவர்ச்சி விசைக்கு எதிராக வேலை செய்ய வேண்டியுள்ளது. இவ்வேலையானது மூலுக்கூறுகளில் நிலையாற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது. எனவே, திரவ மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் உட்பகுதியினுள் உள்ள மூலக்கூறுகளை விட அதிக நிலையாற்றலைப்பெற்றுள்ளன.ஆனால் ஒரு அமைப்பு சமநிலையில் இருக்க வேண்டுமாயின் அதன் நிலையாற்றல் (பரப்பு ஆற்றல்) சிறுமமாக இருக்க வேண்டும். எனவே உறுதிச்சமநிலையில் இருக்க திரவமானது சிறும எண்ணிக்கையிலான மூலக்கூறுகளைப் பெற முயலும். வேறு வகையில் கூறவேண்டுமாயின் திரவமானது சிறும மேற்பரப்பினைப் பெற முயலும். திரவத்தின் இந்த பண்பானது பரப்பு இழுவிசையை உண்டாக்குகின்றது.

பரப்பு இழுவிசைக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்:

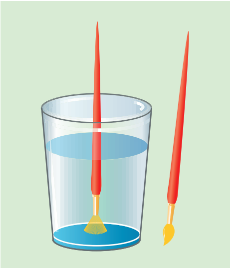
நீர் பூச்சிகள் (Water bugs) மற்றும் நீர் தாண்டிப்பூச்சிகள் (Water striders) நீரின் மேற்பரப்பில் நடக்கின்றன (படம் 7.21) நீர்ம மூலக்கூறுகள் உள்நோக்கி இழுக்கப்படுவதால் நீரின் மேற்பரப்பானது மீட்சியுள்ள அல்லது இழுத்துக்கட்டப்பட்ட படலத்தைப் போன்று செயல்படுகிறது. இது நீர் பூச்சிகளின் எடையை சமன் செய்து அவை நீரின் மேற்பரப்பில்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 72 25-03-2022 21:41:19

நடக்க உதவுகிறது. இந்த நிகழ்வை பரப்பு இழுவிசை என அழைக்கின்றோம்.

படம் 7.21 நீரின் பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக நீரின் மேற்பரப்பில் நடக்கும் நீர்தாண்டிப்பூச்சிகள்

வண்ணம் பூசும் தூரிகையின் முடிகள் நீரிலிருந்து வெளியே எடுத்தால் ஒன்றாக ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இதன் காரணம் அவற்றில் உருவான நீர் மெல்லேடுகள் ஒரு சிறும பரப்பிற்கு சுருங்க முனைவதாகும் (படம் 7.22).

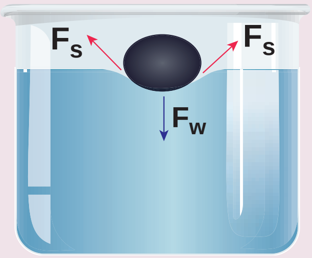


படம் 7.22 பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக வண்ணம் பூசும் தூரிகையின் முடிகள் ஒன்றாக ஒட்டிக்கொள்ளுதல்

செயல்பாடு

நீரின் மேற்பரப்பில் ஊசியானது மிதத்தல்:

உயவு எண்ணெய் தடவப்பட்ட எஃகு ஊசியை ஒரு ஒட்டும் தாள் மீது வைத்து நீரின் மேற்பரப்பில் மெதுவாக வைக்கவும். ஒட்டும் தாள் நீரினுள் விரைவாக மூழ்கும், ஆனால் ஊசியானது மிதந்து கொண்டேயிருக்கும்.

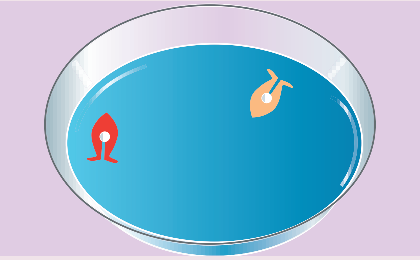


படம் 7.23 மிதக்கும் ஊசி

மிதக்கும் ஊசியானது நீரில் சிறிது தாழ்வை ஏற்படுத்துகிறது; வளைவுப்பரப்பின் பரப்பு இழுவிசையால் விசைகள் Fs, படம் 7.23 இல் காட்டியுள்ளவாறு சாய்வாக உள்ளன. இவ்விரு விசைகளின் செங்குத்துக்கூறுகள் ஊசியின் எடையைச் சமன்செய்யும். தற்போது நீரில் சிறிது திரவ சோப்பைக் கலக்கவும். இப்போது ஊசி மூழ்குவதைக் காணலாம்.

செயல்பாடு

ஒரு பிளாஸ்டிக் தாளை எடுத்து அதில் ஒரு சிறு பகுதியை படகு வடிவத்தில் வெட்டி எடுக்கவும் (படம் 7.24). கூர்முனை கொண்ட முன்பகுதியும், வெட்டுப்பகுதி (Notch) கொண்ட பின்பகுதியும் இருப்பது நன்று. வெட்டுப்பகுதியில் சிறுதுண்டு கற்பூரத்தை வைக்கவும். படகை நீரில் மெதுவாக விடுவித்தால், கற்பூரம் கரையும்போது படகானது முன்னோக்கிச் செலுத்தப்படுவதைக் காணலாம். கற்பூரம் கரையும்போது பரப்பு இழுவிசை குறைக்கப்பட்டு வெட்டுப்பகுதிக்கு அருகில் பரப்பு இழுவிசையில் மாறுபாடு உண்டாகிறது. இதனால் படகின் பின்பகுதியில் உள்ள நீர் பின்னோக்கிப் பாய்ந்து படகு முன்னோக்கி இயங்குகிறது.



படம் 7.24 கற்பூரப் படகு

7.5.2 பரப்பு இழுவிசையை பாதிக்கும் காரணிகள்

கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசையானது கீழ்கண்ட சூழல்களில் மாறுபடுகிறது.

1. **மாசுப்பொருள்கள் கலந்திருப்பது அல்லது கலப்படம்** சேர்ந்திருக்கும் அளவைப் பொறுத்து பரப்பு இழுவிசையைப் பாதிக்கிறது.
2. **கரை பொருள்கள் கலந்திருப்பதும்** பரப்பு இழுவிசையின் மதிப்பைப் பாதிக்கிறது. உதாரணமாக அதிக கரைதிறன் கொண்ட சோடியம் குளோரைடு நீரில் கரைந்துள்ளபோது

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 73 25-03-2022 21:41:20

நீரின் பரப்பு இழுவிசையை அதிகரிக்கிறது. ஆனால் குறைவாகக் கரையும் பினாயில் அல்லது சோப்புக் கரைசலானது நீரில் கலக்கப்படும்போது நீரின் பரப்பு இழுவிசையைக் குறைக்கிறது.

3. **மின்னோட்டம் செலுத்தவது** பரப்பு இழுவிசையை பாதிக்கும். ஒரு திரவமானது ஒரு திரவத்தின் வழியே மின்னோட்டத்தை செலுத்தும்போது பரப்பு இழுவிசை குறைகிறது. மின்னூட்டப்படும்போது வெளிப்புற விசை திரவப்பரப்பின் மீது செயல்பட்டு திரவ மேற்பரப்பானது அதிகரிக்கப்பட்டு பரப்பு இழுவிசையின் சுருங்கும் தன்மைக்கு எதிராகச் செயல்படும். எனவே பரப்பு இழுவிசை குறையும்.

4. **வெப்பநிலையானது** நீர்மத்தின் பரப்பு இழுவிசையை மாற்றுவதில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது பரப்பு இழுவிசை நேர்ப்போக்கில் குறைகிறது. ஒரு சிறிய வெப்பநிலை நெடுக்கத்திற்கு t °C இல் பரப்பு இழுவிசையானது $T_t = T_0(1-\alpha t)$ இங்கு T_0 என்பது 0°C வெப்பநிலையில் பரப்பு இழுவிசை மற்றும் α என்பது பரப்பு இழுவிசை வெப்பநிலை எண். மாறுநிலை வெப்பநிலையில் பரப்பு இழுவிசை சுழி. ஏனெனில் திரவத்திற்கும் வாயுவுக்கும் உள்ள இடைப்பகுதி மறைகிறது. உதாரணமாக நீரின் மாறுநிலை வெப்பநிலை 374°C. எனவே, அந்த வெப்பநிலையில் நீரின் பரப்பு இழுவிசை சுழியாகும். வாண்டர்வால் என்பவர் பரப்பு இழுவிசைக்கும் மாறுநிலை வெப்பநிலைக்கும் உள்ள முக்கிய தொடர்பை பரிந்துரைத்தார்.

$$T_t = T_0\left(1-\frac{t}{t_c}\right)^{\frac{3}{2}}$$

பொதுமைப்படுத்த

$$T_t = T_0\left(1-\frac{t}{t_c}\right)^{n}$$

இது மிகச்சரியான மதிப்பைக் கொடுக்கிறது. இங்கு வெவ்வேறு திரவங்களுக்கு n மாறுபடுகிறது. t மற்றும் t_c என்பவை தனிவெப்பநிலையில் (கெல்வின் அளவில்) முறையே வெப்பநிலை மற்றும் மாறுநிலை வெப்பநிலையைக் குறிக்கிறது.

7.5.3 பரப்பு ஆற்றலும் பரப்பு இழுவிசையும்

பரப்பு ஆற்றல்

ஒரு கொள்கலனிலுள்ள மாதிரி திரவம் ஒன்றைக் கருதுக. திரவத்தின் உட்பகுதியில் உள்ள மூலக்கூறானது அனைத்து திசைகளிலும் உள்ள மூலக்கூறுகளால் இழுக்கப்படும். திரவ மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறானது அதற்கு கீழே உள்ள பிற மூலக்கூறுகளால் மட்டுமே இழுக்கப்படுவதால் நிகர கீழ் நோக்கிய விசையைப் பெறும். இதன் விளைவாக திரவத்தின் மேற்பரப்பு முழுவதும் உள்நோக்கி இழுக்கப்படும். எனவே திரவ மேற்பரப்பானது சிறும மேற்பரப்பைப் பெற முயலும். மேற்பரப்பினை அதிகரிப்பதற்காக உட்பகுதியில் இருந்து சில மூலக்கூறுகள் மேற்பரப்பிற்கு கொண்டுவரப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக, கவர்ச்சி விசைக்கு எதிராக வேலை செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறாக திரவ மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் மற்ற மூலக்கூறுகளைவிட அதிக நிலையாற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இது பரப்பு ஆற்றல் எனப்படும். வேறு விதமாகக்கூற, பரப்பு இழுவிசைக்கு எதிராக திரவத்தின் ஓரலகு பரப்பின் மேற்பரப்பை அதிகரிக்கச் செய்யப்படும் வேலை திரவத்தின் பரப்பு ஆற்றல் என அழைக்கப்படுகிறது.

$$\text{பரப்பு ஆற்றல்} = \frac{\text{மேற்பரப்பை அதிகரிக்கச் செய்யப்படும் வேலை}}{\text{மேற்பரப்பின் அதிகரிப்பு}}$$

$$= \frac{W}{\Delta A} \qquad (7.26)$$

இது $J\,m^{-2}$ அல்லது $N\,m^{-1}$ என்ற அலகால் குறிக்கப்படுகிறது.

பரப்பு இழுவிசை

திரவத்தின் ஓரலகு நீளத்தில் செயல்படும் விசை அல்லது ஓரலகு பரப்பிற்கான ஆற்றலே பரப்பு இழுவிசை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$T = \frac{F}{l} \qquad (7.27)$$

T இன் SI அலகு மற்றும் பரிமாணம் முறையே $N\,m^{-1}$ மற்றும் $M\,T^{-2}$ ஆகும்.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 74 25-03-2022 21:41:21

பரப்பு இழுவிசைக்கும் பரப்பு ஆற்றலுக்கும் இடையேயான தொடர்பு

ABCD என்ற செவ்வகச்சட்டம் சோப்புக் கரைசலினுள் உள்ளதாகக் கருதுக (படம் 7.25). AB என்பது நகரக்கூடிய கம்பியாகக் கொள்க. பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக சோப்புப் படலமானது AB –ஐ உள்நோக்கி இழுக்கும். பரப்பு இழுவிசையினால் ஏற்பட்ட விசை F மற்றும் AB இன் நீளம் l எனில்

$$F = (2T)l$$

இங்கு 2 என்ற எண் படலத்தின் இரு பரப்புகளைக் குறிக்கிறது. $A'B'$ என்ற புதிய நிலைக்கு AB என்ற கம்பி Δx தொலைவு நகர்த்தப்படுவதாகக் கொள்க. பரப்பு அதிகரிப்பால் பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக உள்நோக்கிய விசைக்கு எதிராக வேலை செய்யப்பட வேண்டும்.

செய்யப்பட்ட வேலை = விசை x தொலைவு

$$= (2T\, l)\, (\Delta x)$$

படலத்தின் பரப்பில் அதிகரிப்பு

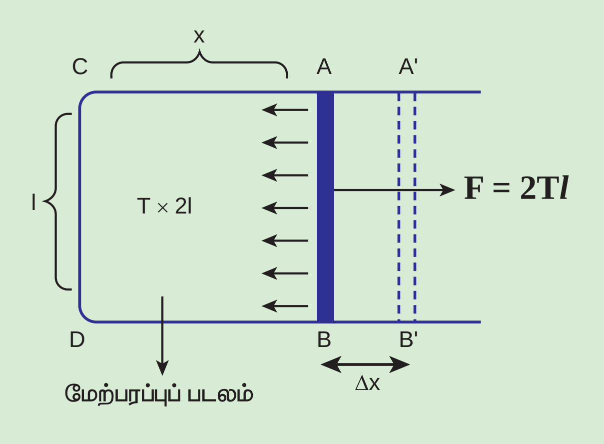
$$\Delta A = (2l)\, (\Delta x) = 2l\, \Delta x$$

ஆகையால்,

$$\text{பரப்பு ஆற்றல்} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{மேற்பரப்பின் அதிகரிப்பு}}$$

$$= \frac{2Tl\,\Delta x}{2l\,\Delta x} = T \qquad (7.28)$$

எனவே, ஓரலகுப் பரப்பிற்கான பரப்பு ஆற்றலானது எண்ணளவில் பரப்பு இழுவிசைக்குச் சமமாகும்.



படம் 7.25 ABCD என்ற செவ்வகச்சட்டத்தில் கிடைத்தள சோப்புப் படலம்

குறிப்பு திரவத்துளியானது ஒரே ஒரு மேற்பரப்பை மட்டுமே கொண்டிருக்கும் என்பதை நினைவில் கொள்க. எனவே r ஆரமுள்ள கோள வடிவ திரவத்துளியின் மேற்பரப்பு $4\pi r^2$ ஆகும். ஆனால் குமிழியானது இரு மேற்பரப்புகளைக் கொண்டுள்ளதால் கோள வடிவ குமிழியில் மொத்த மேற்பரப்பு $2 \times 4\pi r^2$ க்குச் சமமாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.10

ஒரு சோப்புக்குமிழியின் படலத்தின் பரப்பை $50\ \text{cm}^2$ லிருந்து $100\ \text{cm}^2$ க்கு அதிகரிக்க செய்யப்பட்ட வேலை $2.4\times10^{-4}\,J$ எனில் சோப்புக் கரைசலின் பரப்பு இழுவிசையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

சோப்புக் குமிழியானது இரு மேற்பரப்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

$$= 2(100\text{-}50) \times 10^{-4} m^2 = 100 \times 10^{-4} m^2$$

எனவே செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = T \times \Delta A \Rightarrow T = \frac{W}{\Delta A}$$

$$= \frac{2.4\times10^{-4}\,J}{100\times10^{-4}\,m^2} = 2.4\times10^{-2}\,N\,m^{-1}$$

7.5.4 சேர்கோணம் (Angle of contact)

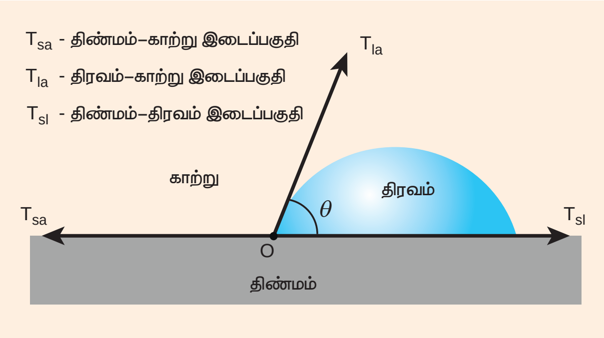
நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு ஒரு திண்மப்பொருளை தொட்டுக் கொண்டிருந்தால் தொடு புள்ளியில் நீர்மத்தின் பரப்பு சற்று வளைந்திருக்கும். திரவத்தின் மேற்பரப்பு வளைந்திருக்கும் போதெல்லாம் இரு ஊடகங்களுக்கு (திட–திரவ இடைப்பகுதி) இடைப்பட்ட கோணமானது உருவாகிறது. உதாரணமாக ஒரு கண்ணாடிக் குழாய் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அதன் பக்கங்கள் நேர்குத்தாக இருக்குமாறு நீரினுள் வைக்கப்பட்டால் நீர், கண்ணாடிக்குழாயினுள் மேல்நோக்கி இழுக்கப்படுவதைக் காணலாம். இதேபோல் நீருக்குப் பதிலாக, கண்ணாடிக் குழாயை பாதரசத்தில் வைத்தால் மேற்பரப்பு வளைந்திருக்கும். ஆனால் இப்போது வளைவானது படம் 7.29 இல் காட்டியுள்ளவாறு அமிழ்ந்து இருக்கும்.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 75 25-03-2022 21:41:22

தொடும் புள்ளியில் திரவ மேற்பரப்பிற்கு வரையப்பட்ட தொடுகோட்டிற்கும் திடப்பொருளின் பரப்பிற்கும் இடைப்பட்ட கோணமானது சேர்கோணம் θ எனப்படும்.

இம்மதிப்பானது ஒவ்வொரு திட மற்றும் திரவ சோடிகளின் இடைப்பகுதியைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. ஒரு திரவமானது திடப்பொருளின் மேல் படர்வதும் அல்லது துளிகளாக உருவாவதும் இம்மதிப்பைப் பொருத்தே அமைகிறது.

தொடும்புள்ளி O – வைப் பொறுத்து திரவ – வாயு, திட – வாயு மற்றும் திட – திரவ இடைப்பகுதிகளைக் கருதுவோம். இடைப்பகுதிகளின் பரப்பு இழுவிசைகள் படம் 7.26 இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளவாறு முறையே T_{la}, T_{sa} மற்றும் T_{sl} ஆகும்.



படம் 7.26 ஒரு திரவத்தின் சேர்கோணம்

நீர்மமானது சமநிலையைப் பொறுத்து நிலையாக இருப்பின் இம்மூன்று இடைப்பகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள பரப்பு இழுவிசைகளும் சமநிலையிலேயே இருக்கும். எனவே,

$$T_{sa} = T_{la}\cos\theta + T_{sl} \Rightarrow \cos\theta = \frac{T_{sa} - T_{sl}}{T_{la}} \quad (7.29)$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து மூவகையான நேர்வுகள் கீழே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

i. $T_{sa} > T_{sl}$ மற்றும் $T_{sa} - T_{sl} > 0$ எனில் (நீர் – பிளாஸ்டிக் இடைப்பகுதி), சேர்கோணம் θ ஆனது குறுங்கோணம் (θ மதிப்பு $90°$ ஐ விடக்குறைவு) மற்றும் $\cos\theta$ நேர்க்குறி மதிப்புடையது.

ii. $T_{sa} < T_{sl}$ மற்றும் $T_{sa} - T_{sl} < 0$ எனில் (நீர் – இலை இடைப்பகுதி), சேர்கோணம் விரிகோணமாகும். (θ மதிப்பு $180°$ ஐ விடக்குறைவு) மற்றும் $\cos\theta$ எதிர்க்குறி மதிப்புடையது.

iii. $T_{sa} > T_{la} + T_{sl}$ எனில் அங்கே சமநிலை இல்லாமல் நீர்மமானது திடப்பொருளின் மேல் பரவும்.

எனவே திட – திரவ இடைப்பகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள சேர்கோணமானது நம் அன்றாட வாழ்வில் முக்கியப் பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, சோப்பும், சலவைத்தூளும் ஈரமாக்கும் காரணிகள் . அவை ஒரு நீர்மக்கரைசலில் சேர்க்கப்பட்டால் அவை சேர்கோணத்தை குறைக்க முயலும். அதனால் துணிகளில் நன்றாக ஊடுருவி அழுக்கை அகற்றும். மற்றொரு வகையில் நீர் புகா வர்ணங்கள் கட்டிடத்தின் வெளிப்புறம் பூசப்படுகின்றன. அவை மழை பெய்யும்போது நீருக்கும் வர்ணம் பூசப்பட்ட பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள சேர்கோணத்தை அதிகரிக்கும்.

7.5.5 திரவத்துளி, சோப்புக்குமிழி மற்றும் காற்றுக் குமிழிக்கு உள்ளே மிகை அழுத்தம்

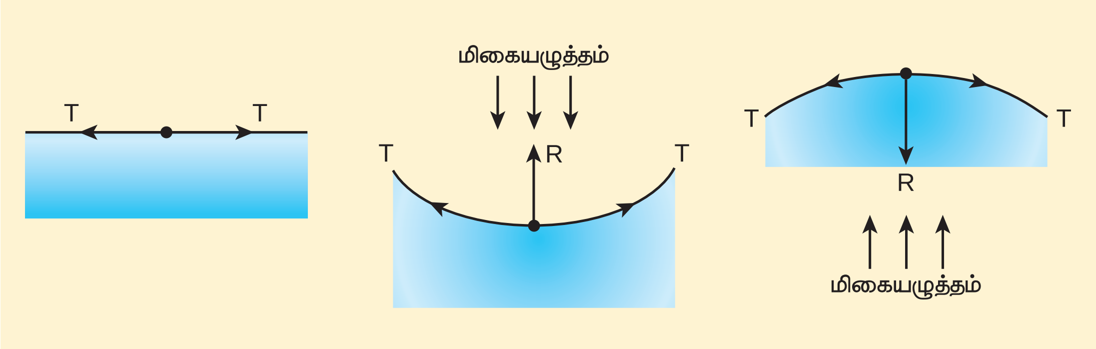
இதற்கு முன்னர் விவாதித்தவாறு, திரவத்தின் மேற்பரப்பு ஒரு திண்மத்தைத் தொடும்போது வளைவாக இருக்கிறது. திரவ – காற்று அல்லது திரவ – வாயு இடைப்பகுதியின் தன்மையைப் பொறுத்து இடைப்பகுதியில் பரப்பு இழுவிசையின் எண்மதிப்பு மாறுபடுகிறது. மாறாக, பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக மேற்கண்ட இடைப்பகுதிகள் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. குறிப்பிட்ட பருமனுக்கு மேற்பரப்பானது மிகக் குறைந்த பரப்புடன் சிறும ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கும். இந்த காரணத்தால் திரவத்துளியானது கோள வடிவைப் பெறுகிறது. (சிறிய ஆரத்திற்கு)

ஒரு நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு வளைந்திருந்தால், திரவத்தின் உள் மற்றும் வெளிப்புற மேற்பரப்புகளிடையே அழுத்த வேறுபாடு இருக்கும்(படம் 7.27).

i. நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு சமதளமாக இருப்பின், பரப்பு இழுவிசையால் உருவாகும் விசைகள் $(T,\ T)$ நீர்ம மேற்பரப்பின் தொடுகோட்டின் வழியே எதிரெதிராகச் செயல்படும். எனவே மூலக்கூறின் மீதான தொகுபயன் விசை சுழியாகும். சமதள நீர்மப்பரப்பில் திரவப்பக்கத்தின் அழுத்தமானது வாயுப்பக்கத்தின் அழுத்தத்திற்கு சமமாகும்.

ii. நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு வளைந்து காணப்பட்டால் நீர்ம மேற்பரப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் மேற்பரப்பின் தொடுகோட்டின் வழியே பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 76 25-03-2022 21:41:23



படம் 7.27 திரவ மேற்பரப்பில் மிகை அழுத்தம்

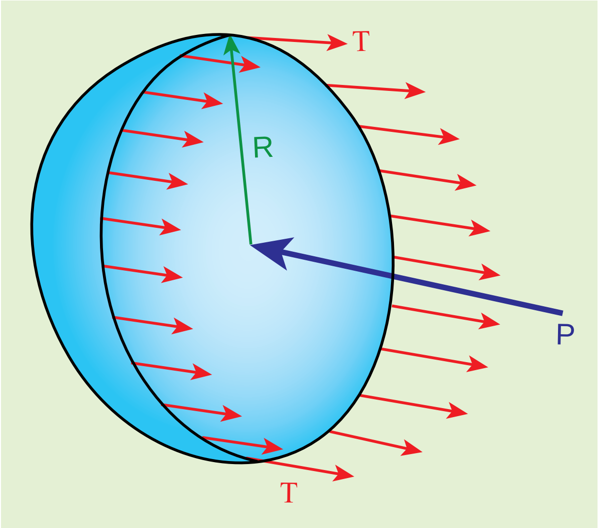
(F_T, F_T) என்ற விசைகளை உணரும். விசைகளை இரு செவ்வகக் கூறுகளாகப் பிரிக்க, கிடைத்தளக்கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்யப்பட்டு, செங்குத்துக் கூறுகள் கூட்டப்படுகின்றன. எனவே பரப்பிற்கு செங்குத்தாகச் செயல்படும் தொகுபயன் விசையானது நீர்மத்தின் வளைந்த பரப்பின்மீது செயல்படுகிறது. இதேப்போல் ஒரு குவிந்த மேற்பரப்பின் மீது செயல்படும் தொகுபயன் விசையானது வளைவு மையத்தை நோக்கி உள்நோக்கியும், ஒரு குழிந்த மேற்பரப்பின் மீது செயல்படும் தொகுபயன் விசையானது வளைவு மையத்தை நோக்கி வெளிநோக்கியும் செயல்படும். எனவே ஒரு நீர்மத்தின் வளைந்த மேற்பரப்பு சமநிலையில் இருக்க, குழிந்த பக்கத்தின் அழுத்தமானது குவிந்த பக்கத்தின் அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

குமிழி மற்றும் நீர்மத்துளியினுள் மிகையழுத்தம்:

சிறுகுமிழிகளும் நீர்மத்துகள்களும் பரப்பு இழுவிசைகளின் காரணமாக கோளகவடிவைப் பெறுகின்றன. நீர்மத் துளி அல்லது குமிழி ஆகியவற்றில் உள் அழுத்தம் வெளி அழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருப்பதினால் குமிழி அல்லது நீர்மத்துளியானது உடைவதில்லை.

1. **நீர்மத்திலுள்ள காற்றுக் குமிழியினுள் மிகையழுத்தம்**

படம் 7.28 (அ) இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளவாறு R ஆரம் கொண்ட காற்றுக் குமிழி ஒன்று T என்ற பரப்பு இழுவிசையைக் கொண்டுள்ள நீர்மத்தினுள் இருப்பதாகக் கருதுக. P_1 மற்றும் P_2 என்பன முறையே குமிழியின் வெளிப்புற மற்றும் உட்புற அழுத்தமாகும். இப்போது குமிழியினுள் மிகையழுத்தம் $\Delta P = P_2 - P_1$ ஆகும்.



படம் 7.28 (அ) காற்றுக்குமிழி

காற்றுக்குமிழியினுள் மிகையழுத்தத்தைக் கணக்கிட, அதன் மீது செயல்படும் விசைகளைக் கருதுவோம். அரைக்கோள வடிவ குமிழியில் விசைகளைக் கருதும்போது நமக்குக் கிடைப்பது,

i. $2\pi R$ நீளமுள்ள விளிம்பைச் சுற்றி வலப்புறமாக பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக செயல்படும் விசையானது $F_T = 2\pi RT$

ii. πR^2 குறுக்குவெட்டுப் பரப்பில் வலப்புறமாக செயல்படும் வெளிப்புற அழுத்தமான P_1 ஆல் உருவான விசை $F_{P_1} = P_1 \pi R^2$

iii. P_2 எனும் உட்புற அழுத்தத்தினால் ஏற்படும் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P_2} = P_2 \pi R^2$

இவ்விசைகளின் செயல்பாட்டால் காற்றுக் குமிழி சமநிலையில் இருப்பதால்

$$F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$$

$$P_2 \pi R^2 = 2\pi RT + P_1 \pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 2\pi RT$$

மிகையழுத்தம் $\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{2T}{R}$ (7.30)

2. சோப்புக் குமிழியினுள் மிகையழுத்தம்

படம் 7.28 (ஆ) இல் உள்ளவாறு R ஆரமும் T பரப்பு இழுவிசையும் கொண்ட சோப்புக் குமிழி ஒன்றைக் கருதுக. சோப்புக் குமிழிக்கு காற்றுடன் தொடும் இருபரப்புகள், குமிழியின் உட்புறம் ஒன்றும், வெளிப்புறம் மற்றொன்றும் உள்ளன. எனவே பரப்பு இழுவிசையால் ஏற்படும் விசை $2\times2\pi RT$. சோப்புக் குமிழியின் மீது செயல்படும் பல்வேறு விசைகளாவன,

i. பரப்பு இழுவிசையினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_T=4\pi RT$

ii. வெளிப்புற அழுத்தத்தினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P_1} = P_1\pi R^2$

iii. உட்புற அழுத்தத்தினால் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P_2} = P_2\pi R^2$

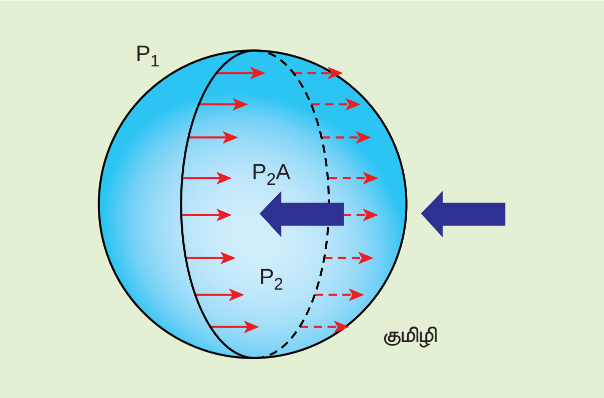
குமிழியானது சமநிலையில் உள்ளதால்

$$F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$$

$$P_2 \pi R^2 = 4\pi RT + P_1 \pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 4\pi RT$$

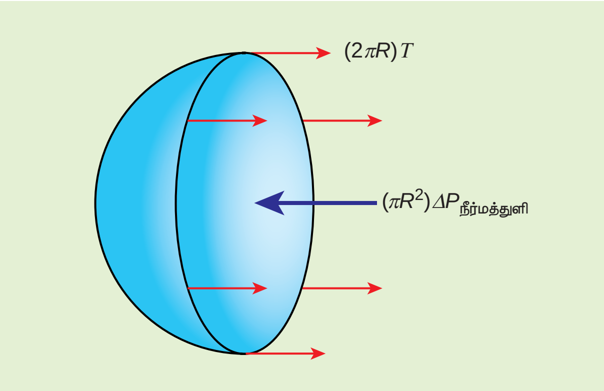
மிகையழுத்தம் $\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{4T}{R}$ (7.31)



படம் 7.28 (ஆ)சோப்புக்குமிழி

3. நீர்மத்துளியினுள் மிகையழுத்தம்

படம் 7.28 (இ) இல் உள்ளவாறு R ஆரமும் T பரப்பு இழுவிசையும் கொண்ட நீர்மத்துளி ஒன்றினைக் கருதுக.



படம் 7.28 (இ) நீர்மத்துளி

நீர்மத்துளியின் மேல் செயல்படும் பல்வேறு விசைகளாவன

i. பரப்பு இழுவிசையினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_T=2\pi RT$

ii. வெளிப்புற அழுத்தத்தினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P_1} = P_1\pi R^2$

iii. உட்புற அழுத்தத்தினால் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P_2} = P_2\pi R^2$

நீர்மத்துளி சமநிலையில் உள்ளதால்

$$F_{P_2} = F_T + F_{P_1}$$

$$P_2 \pi R^2 = 2\pi RT + P_1 \pi R^2$$

$$\Rightarrow (P_2 - P_1)\pi R^2 = 2\pi RT$$

மிகையழுத்தம்

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{2T}{R} \quad (7.32)$$

எடுத்துக்காட்டு 7.11

ஒப்படர்த்தி 0.8 கொண்ட 4 mm உயரமுள்ள எண்ணெய் தம்பத்தினால் 2.0 cm ஆரமுள்ள சோப்புக் குமிழியின் மிகையழுத்தம் சமப்படுத்தப்பட்டால், சோப்புக்குமிழியின் பரப்பு இழுவிசையைக் காண்க.

தீர்வு

சோப்புக் குமிழியினுள் மிகையழுத்தம்

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{4T}{R}$$

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 78 25-03-2022 21:41:25

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> நீர்மத்துளியின் ஆரம் சிறியதாக இருந்தால் நீர்மத்துளியினுள் மிகையழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். உட்புறமுள்ள இம்மிகையழுத்தத்தின் காரணமாகவே சிறு பனித்துளிகளானது திண்மங்கள் போல உறுதியாக உள்ளன.
>
> பனிச்சறுக்கு விளையாடும் ஒருவர், பனிக்கட்டியின் மேல் சறுக்கிச் செல்லும்போது, கூரான உலோக சறுக்குமர முனைகளால் ஏற்படும் அழுத்தத்தினால் பனிக்கட்டியானது சிறிது உருகும். ஆனால் பனித்துளிகள் உறுதியான பந்து தாங்கிகளைப் போல் செயல்பட்டு அவர் மென்மையாக சறுக்கிச் செல்வதற்கு உதவுகின்றன.

ஆனால் $\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g h \Rightarrow \rho g h = \frac{4T}{R}$

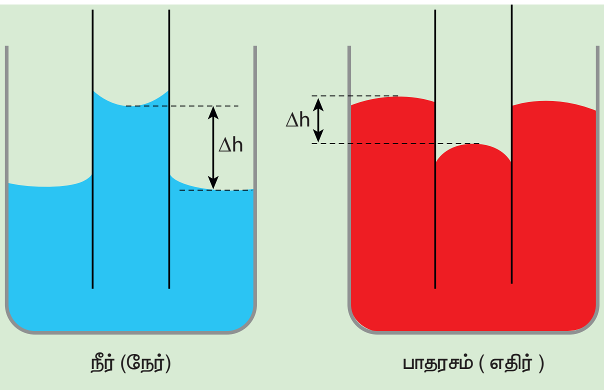
$\Rightarrow$ பரப்பு இழுவிசை,

$$T = \frac{\rho g h R}{4} = \frac{(800)(9.8)(4\times10^{-3})(2\times10^{-2})}{4} =$$

பரப்பு இழுவிசை $T = 15.68\times10^{-2} N m^{-1}$

7.5.6 நுண்புழை நுழைவு (Capillarity)

லத்தீன் மொழியில் கேப்பிள்ளா (capilla) என்பதன் அர்த்தம் முடி என்பதாகும். குழாய்கள் முடியளவு மெல்லியதாக இருந்தால் திரவம் மேலேறுவது அதிகமாக இருக்கும். மிகச்சிறிய விட்டம் கொண்ட குழாய் 'நுண்புழைக்குழாய்' எனப்படும். இருபுறமும் திறந்த கண்ணாடி நுண்புழைக்குழாய் ஒன்றை நீரில் நேர்க்குத்தாக அமிழ்த்தும்போது நீரானது குழாயினுள் மேல்நோக்கி ஏறுகிறது. குழாயில் நீரின் மட்டம் வெளியில் உள்ள மட்டத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். நுண்புழைக்குழாயை பாதரசத்தில் அமிழ்த்தினால் பாதரசமும் குழாயினுள் கீழ்நோக்கி இறங்கும், அதாவது குழாயில் பாதரசத்தின் மட்டம் வெளியிலுள்ள மட்டத்தைவிட குறைவாக இருக்கும். (படம் 7.29 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது). நீர்மமும் திடப்பொருளும் சந்திக்கும் இடத்தில் சேர்கோணம் ஆனது 90 °ஐ விட குறைவாக இருந்தால் நுண்புழை ஏற்றம் ஏற்படும். மாறாக, நீர்மமும், திடப்பொருளும் சந்திக்குமிடத்தில் சேர்கோணமானது 90 °ஐ விட அதிகமாக இருந்தால் நுண்புழை இறக்கம் உண்டாகும். ஒரு நேர்குத்தான குழாயில் நீர்மம் மேலேறுவது அல்லது கீழிறங்குவது நுண்புழை நுழைவு அல்லது நுண்புழைச் செயல்பாடு எனப்படும். நுண்புழைக்குழாயின் விட்டத்தைப் பொறுத்து நீர்மம் மாறுபட்ட உயரங்களுக்கு மேலேறும் அல்லது கீழிறங்கும்.

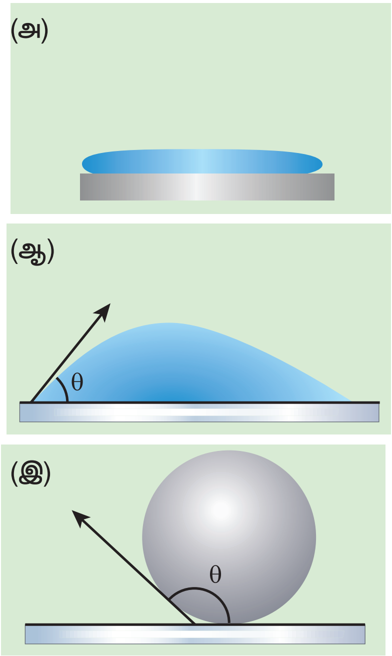


படம் 7.29 நுண்புழையேற்றம் மற்றும் இறக்கம்

அட்டவணை 7.4 நுண்புழையேற்றம் மற்றும் இறக்கம்

சேர்கோணம்	வலிமை		நனையும் அளவு	பிறைத்தளம்	நுண்புழைக்குழாயில் நீர்ம உயர்வு அல்லது தாழ்வு
	ஓரினக் கவர்ச்சி விசை	வேறினக் கவர்ச்சி விசை			
θ=0 (A)	வலிமை குன்றியது	வலிமை மிக்கது	முழுவதுமாக நனையும்	சமதளம்	உயரவுமில்லை, கீழிறங்கவுமில்லை
θ<90 (B)	வலிமை குன்றியது	வலிமை மிக்கது	அதிகம்	குழிந்து	நீர்மம் மேலேறும்
θ>90 (C)	வலிமை மிக்கது	வலிமை குன்றியது	குறைவு	குவிந்து	நீர்மம் கீழிறங்கும்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 79 25-03-2022 21:41:26



படம் 7.30 (அ) நீரானது வெள்ளியின் மேற்பரப்பின் மீது (ஆ) கண்ணாடித் தட்டின் மீது நீர் (இ) கண்ணாடியின் மீது பாதரசம்

நுண்புழை நுழைவின் செயல்முறைப் பயன்பாடுகள்:

- நுண்புழையேற்றத்தின் காரணமாக மண் விளக்கிலுள்ள எண்ணெயானது திரியில் மேலே ஏறுகிறது. இதேபோல் தாவரத்தில் இலைகளுக்கும் கிளைகளுக்கும் வேரிலிருந்து உயிர்சாறு (sap) மேலேறுகிறது.
- உறிஞ்சு தாளானது மையை உறிஞ்சுகிறது.
- கண்களிலிருந்து கண்ணீர் தொடர்ந்து வடிய நுண்புழைச் செயல்பாடு தேவையானதாகும்.
- கோடைக்காலங்களில் பருத்தி ஆடைகள் விரும்பி அணியப்படுகின்றன. ஏனெனில் பருத்தி ஆடைகளிலுள்ள நுண்ணிய துவாரங்கள் வியர்வைக்கு நுண்புழைக் குழாய்களாக செயல்படுகின்றன.

7.5.7 நுண்புழையேற்ற முறையில் பரப்பு இழுவிசையைக் காணல்

திரவமும், காற்றும் சந்திக்குமிடத்தில் உள்ள வளைந்த பரப்பின் மீது ஏற்படும் அழுத்த வேறுபாடே திரவமானது நுண்புழைக்குழாயில் மேலேறுவதற்குக் காரணமாக அமைகிறது (ஈர்ப்பின் விளைவைப் புறக்கணிக்க). மிக நுண்ணிய குழாய்களில் நுண்புழையேற்றமானது அதிகமாக உள்ளது. இந்நிகழ்வானது பரப்பு இழுவிசையின் வெளிப்பாடாகும். நுண்புழையேற்றத்திற்கும் (h) பரப்பு இழுவிசைக்கும் (T) உள்ள தொடர்பைப் பெற நுண்புழைக்குழாய் ஒன்று கொள்கலனிலுள்ள நீரில் அமிழ்த்தி வைத்திருப்பதாகக் கருதுக. நுண்புழைக்குழாயில் நீரானது பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக h உயரத்திற்கு மேலேறுகிறது. (படம் 7.31)

பரப்பு இழுவிசையின் காரணமாக ஏற்படும் விசை F_T ஆனது தொடும்புள்ளியில் தொடுகோட்டின் வழியே கீழ்நோக்கியும், அதன் எதிர்விசை மேல்நோக்கியும் செயல்படுகின்றன. பரப்பு இழுவிசை T ஆனது இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

(i) கிடைத்தளக்கூறு $T\sin\theta$ மற்றும்

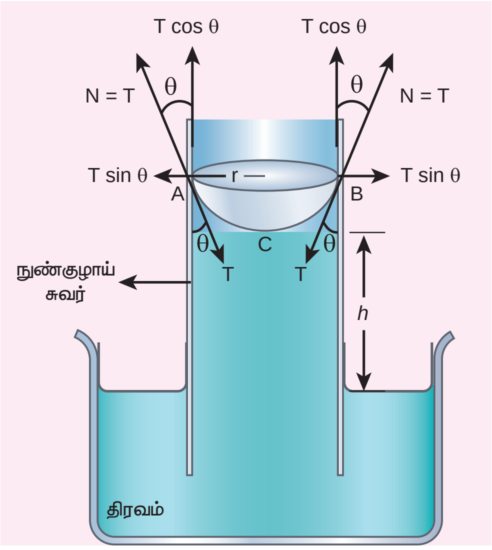
(ii) செங்குத்துக்கூறு $T\cos\theta$ பிறைத்தளத்தின் சுற்றளவு முழுவதும் மேல்நோக்கி செயல்படுகிறது.

மொத்த மேல்நோக்கிய விசை

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

இங்கு θ என்பது சேர்கோணம், r என்பது குழாயின் ஆரமாகும். ρ என்பது நீரின் அடர்த்தி மற்றும் h என்பது குழாயில் நீர் மேலேறும் உயரம் எனில்

(குழாயில் நீர்மத் தம்பத்தின் கனஅளவு V) = (r ஆரமும் h உயரமும் உடைய நீர்மத் தம்பத்தின் கன அளவு) + (r ஆரமும் h உயரமும் உடைய நீர்மத் தம்பத்தின் கனஅளவு – r ஆரமுடைய அரைக்கோளத்தின் கனஅளவு)



படம் 7.31 பரப்பு இழுவிசையினால் நுண்புழையேற்றம்

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 80 25-03-2022 21:41:26

$$V=\pi r^2h+\left(\pi r^2\times r-\frac{2}{3}\pi r^3\right)\Rightarrow V=\pi r^2h+\frac{1}{3}\pi r^3$$

மேல்நோக்கிய விசையானது நீரின் மேற்பரப்பிற்கு மேலே குழாயில் ஏறியுள்ள நீர்மத்தம்பத்தின் எடையைச் சமன் செய்கிறது.

எனவே,

$$2\pi rT\cos\theta=\pi r^2\left(h+\frac{1}{3}r\right)\rho g\Rightarrow T=\frac{r\left(h+\frac{1}{3}r\right)\rho g}{2\cos\theta}$$

நுண்புழைக் குழாயானது மிக நுண்ணியதாக r ஆரம் கொண்டிருப்பின் (மிகக் குறைவான ஆரம்) உயரம் h உடன் ஒப்பிட $\frac{r}{3}$ ஆனது புறக்கணிக்கத்தக்கது. எனவே

$$T=\frac{r\rho gh}{2\cos\theta}\qquad(7.33)$$

h உயரத்திற்கு மேலேறும்போது

$$h=\frac{2T\cos\theta}{r\rho g}\Rightarrow h\propto\frac{1}{r}\qquad(7.34)$$

நுண்புழை ஏற்றமானது (h) குழாயின் ஆரத்திற்கு (r) எதிர்த்தகவில் உள்ளது என்பதை இது குறிக்கிறது. குழாயின் ஆரம் குறைய நுண்புழையேற்றம் அதிகமாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.12

நுண்புழைக் குழாய் ஒன்றில் நீர் 2.0 cm உயரத்திற்கு மேலேறுகிறது. இக்குழாயின் ஆரத்தைப்போல் மூன்றில் ஒரு பகுதி ஆரமுடைய மற்றொரு நுண்புழைக் குழாயில் நீர் எந்த அளவிற்கு மேலேறும்?

தீர்வு

சமன்பாடு 7.34 இல் இருந்து $h\propto\frac{1}{r}\Rightarrow hr=$ மாறிலி

r_1 மற்றும் r_2 ஆரமுடைய இரு நுண்புழைக் குழாய்கள் திரவத்தில் அமிழ்ந்துள்ளபோது நுண்புழையேற்ற உயரமானது முறையே h_1 மற்றும் h_2 எனில்,

$$h_1r_1=h_2r_2=\text{மாறிலி}$$

$$\Rightarrow h_2=\frac{h_1r_1}{r_2}=\frac{\left(2\times10^{-2}m\right)\times r}{\frac{r}{3}}\Rightarrow h_2=6\times10^{-2}m$$

எடுத்துக்காட்டு 7.13

சோடாச் சுண்ணாம்பு கண்ணாடிக்கும் பாதரசத்திற்கும் இடையே சேர்கோணம் 140° ஒரு கிண்ணத்திலுள்ள பாதரசத்தில் 2 mm ஆரமுடைய இதே கண்ணாடியால் ஆன நுண்புழைக்குழாய் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டுள்ளது. திரவத்தின் வெளிப்புற மேற்பரப்பைப் பொறுத்து குழாயில் பாதரசத்தின் மட்டம் எவ்வளவு குறையும்?

பாதரசத்தின் பரப்பு இழுவிசை $T=0.456\ N\,m^{-1}$

பாதரசத்தின் அடர்த்தி $\rho=13.6\times10^3\ kg\ m^{-3}$

தீர்வு

நுண்புழை இறக்கம்

$$h=\frac{2T\cos\theta}{r\rho g}=\frac{2\times(0.465\,N\,m^{-1})(\cos140^0)}{(2\times10^{-3}m)(13.6\times10^3)(9.8\,m\,s^{-2})}$$

$$\Rightarrow h=-6.89\times10^{-4}\ m$$

கண்ணாடிக் குழாயில் பாதரச மட்டம் கீழிறங்குகிறது என்பதை எதிர்க்குறி காட்டுகிறது.

7.5.8 பரப்பு இழுவிசையின் பயன்பாடுகள்

- கொசுக்கள் நீரின் மேற்பரப்பில் முட்டைகளை இடுகின்றன. நீரின் பரப்பு இழுவிசையைக் குறைக்க சிறிது எண்ணெய் ஊற்றப்படுகிறது. இது நீரின் மேற்பரப்பிலுள்ள மீட்சிப்படலத்தை உடைத்து விடுவதால் கொசு முட்டைகள் நீரினுள் மூழ்கச்செய்து அழிக்கப்படுகின்றன.
- வேதிப் பொறியாளர்கள், நீர்மத்துளிகள் வடிவமைக்கப்பட்ட வடிவத்தில் அமைந்து பரப்பில் ஒரே சீராக ஒட்டிக்கொள்ளுமாறு அதன் பரப்பு இழுவிசையை நுட்பமான அளவுக்கு சரி செய்யவேண்டும். இது தானியங்கி வாகனங்கள் மற்றும் அலங்காரப் பொருள்களுக்கு வர்ணம் பூசப் பயன்படுகிறது.
- துணிகளைத் துவைக்கும்போது வெந்நீரில் சலவைத்தூளை சேர்ப்பதால் நீரின் பரப்பு இழுவிசை குறைக்கப்பட்டு அழுக்குத்துகள்கள் எளிதில் நீக்கப்படுகின்றன.
- நீர் ஒட்டாத துணிகள் தயாரிக்கும்போது நீர் ஒட்டாத பொருளானது (மெழுகு) துணியுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இது சேர்கோணத்தை அதிகரிக்கிறது.

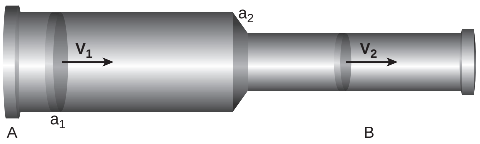
UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 81 25-03-2022 21:41:29

7.6 பெர்னௌலியின் தேற்றம்

7.6.1 தொடர்மாறிலிச் சமன்பாடு

ஒரு குழாயின் வழியே செல்லும் நீர்ம நிறையின் வீதத்தை அறிய நீர்மம் பாய்வது சீராக இருப்பதாகக் கருதவேண்டும். நீர்மம் பாய்வது சீராக இருக்க வேண்டுமெனில் பாயும் நீர்மத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் திசைவேகமானது நேரத்தைப் பொறுத்து மாறிலியாக அமைய வேண்டும். இந்த நிபந்தனையில் நீர்மத்தின் ஓட்டமானது வரிச்சீர் ஓட்டமாக அமையும்.

சீரற்ற குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு a_1 மற்றும் a_2 அதாவது $a_1 > a_2$. கொண்ட AB என்ற குழாயைக் கருதுக. பாகுநிலையற்ற அமுக்க இயலாத நீர்மம் சீராக v_1 மற்றும் v_2 என்ற திசைவேகத்தில் முறையே a_1 மற்றும் a_2 பரப்புகள் வழியே படம் 7.32 இல் உள்ளவாறு பாய்ந்து செல்கிறது.



படம் 7.32 சீரற்ற குறுக்குவெட்டுப் பரப்புடைய ஒரு குழாயின் வழியே செல்லும் பாய்மத்தின் வரிச்சீர் ஓட்டம்.

Δt என்ற கால அளவில் A என்ற பகுதியின் வழியே செல்லும் நீர்மத்தின் நிறை m_1 எனில் $m_1 = (a_1 v_1 \Delta t)\, \rho$

Δt என்ற கால அளவில் B என்ற பகுதியின் வழியே செல்லும் நீர்மத்தின் நிறை m_2 எனில், $m_2 = (a_2 v_2 \Delta t)\, \rho$

அமுக்க இயலாத நீர்மத்தில் நிறை மாறாது $m_1 =. m_2$

$$a_1 v_1\, \Delta t\, \rho = a_2 v_2 \Delta t\, \rho$$

$$a_1 v_1 = a_2 v_2 \Rightarrow a\, v = \text{மாறிலி} \qquad (7.35)$$

இதுவே தொடர்மாறிலிச் சமன்பாடு எனப்படும். இது, பாயும் பாய்மங்களின் நிறையானது மாறாமல் இருப்பதைக் காட்டுகிறது. பொதுவாக av = மாறிலி, இதன் பொருள் பருமப்பாயம் அல்லது பாயும் வீதம் குழாய் முழுவதும் மாறிலி என்பதாகும்.மாறாக குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு குறைவாக இருப்பின் பாய்மத்தின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.14

ஒரு சாதாரண மனிதனுக்கு பெருநாடி வழியாக இரத்தம் செல்லும் வேகம் $0.33\ ms^{-1}$. (ஆரம் $r = 0.8\ cm$) பெருநாடியில் இருந்து $0.4\ cm$ ஆரம் கொண்ட 30 எண்ணிக்கையில் உள்ள பெரும் தமனிகளுக்கு இரத்தம் செல்கிறது. தமனிகளின் வழியே செல்லும் இரத்தத்தின் வேகத்தைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

$$a_1 v_1 = 30\, a_2\, v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 v_1 = 30\, \pi r_2^2 v_2$$

$$v_2 = \frac{1}{30}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 v_1$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{30} \times \left(\frac{0.8 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}}{0.4 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}}\right)^2 \times (0.33\,\mathrm{ms}^{-1})$$

$$v_2 = 0.044\ m\, s^{-1}$$

7.6.2 நீர்மங்களின் அழுத்த, இயக்க மற்றும் நிலை ஆற்றல்

சீராகப் பாயும் நீர்மத்திற்கு மூவகையான ஆற்றல்கள் உண்டு. அவை 1) இயக்க ஆற்றல் 2) நிலை ஆற்றல் மற்றும் 3) அழுத்த ஆற்றல் ஆகும்.

1. **இயக்க ஆற்றல் :** m நிறையும் v திசைவேகமும் கொண்ட நீர்மத்தின் இயக்க ஆற்றலானது $KE = \frac{1}{2} mv^2$

   ஓரலகு நிறைக்கான இயக்க ஆற்றல் =

$$\frac{KE}{m} = \frac{\frac{1}{2} mv^2}{m} = \frac{1}{2} v^2$$

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 82 25-03-2022 21:41:30

இதேபோல், ஓரலகு பருமனுக்கான இயக்க ஆற்றல்

$$= \frac{KE}{\text{பருமன்}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{V} = \frac{1}{2}\left(\frac{m}{V}\right)v^2 = \frac{1}{2}\rho v^2$$

2. **நிலை ஆற்றல்:** தரைமட்டத்திலிருந்து h உயரத்திலுள்ள m நிறை கொண்ட நீர்மத்தின் நிலையாற்றல்

$$PE = mgh$$

ஓரலகு நிறைக்கான நிலையாற்றல்

$$\frac{PE}{m} = \frac{mgh}{m} = gh$$

இதேபோல் ஓரலகு பருமனுக்கான நிலையாற்றல்

$$= \frac{PE}{\text{பருமன்}} = \frac{mgh}{V} = \left(\frac{m}{V}\right)gh = \rho gh$$

3. **அழுத்த ஆற்றல்** நீர்மத்தின்மீது அழுத்தத்தைச் செலுத்துவதால்

அழுத்தம் = $\frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}}$ $\Rightarrow$ விசை=அழுத்தம் x பரப்பு

$$F \times d = (P\,A) \times d = P\,(A \times d)$$

$$\Rightarrow F \times d = \mathrm{W} = \mathrm{P\,V} = \text{அழுத்த ஆற்றல்}$$

எனவே அழுத்த ஆற்றல் $E_P = PV$

ஓரலகு நிறைக்கான அழுத்த ஆற்றல்

$$= \frac{E_P}{m} = \frac{\mathrm{PV}}{m} = \frac{\mathrm{P}}{\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{V}}} = \frac{\mathrm{P}}{\rho}$$

இதேபோல் ஓரலகு பருமனுக்கான அழுத்த ஆற்றல்

$$= \frac{E_P}{\text{பருமன்}} = \frac{PV}{V} = P$$

7.6.3. பெர்னௌலியின் தேற்றமும் அதன் பயன்பாடுகளும்

1738 ஆம் ஆண்டு சுவிஸ் நாட்டு அறிவியல் அறிஞர் டேனியல் பெர்னௌலி என்பவர் வெவ்வேறு குறுக்குவெட்டுப் பரப்புள்ள குழாய்கள் வழியே செல்லும் நீர்மத்தின் வரிச்சீர் ஓட்டத்திற்கான தொடர்பை வகுத்தார். ஆற்றல் மாறா விதியின் அடிப்படையில் அவர் நீர்மத்தின் வரிச்சீர் ஓட்டத்திற்கான தொடர்பைத் தருவித்தார்.

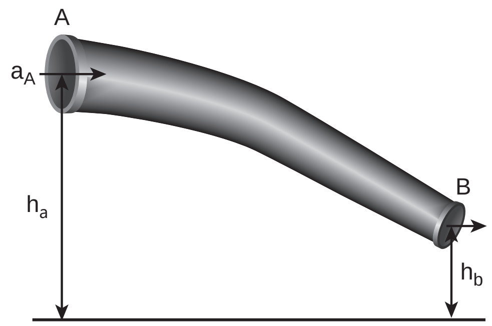
பெர்னௌலியின் தேற்றம்

பெர்னௌலியின் தேற்றத்தின்படி வரிச்சீர் ஓட்டத்தில் உள்ள அமுக்க இயலாத, பாகுநிலையற்ற, ஓரலகு நிறையுள்ள நீர்மத்தின் அழுத்த ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலையாற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை எப்போதும் மாறிலியாகும். கணிதமுறைப்படி

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gh = \text{மாறிலி} \qquad (7.36)$$

இதுவே பெர்னௌலியின் சமன்பாடாகும்.

நிரூபித்தல் :



படம் 7.33 AB என்ற குழாயின் வழியே பாயும் நீர்மம்

படம் 7.33 இல் உள்ளவாறு AB என்ற குழாயின் வழியாக நீர்மம் பாய்வதாகக் கொள்வோம். இங்கு V என்பது முனை A வழியாக t காலத்தில் நுழையும் நீர்மத்தின் பருமன் எனில், முனை B வழியாக அதே காலத்தில் வெளியேறும் நீர்மத்தின் பருமனும் V ஆகும். a_A, v_A மற்றும் P_A என்பவை A ல் முறையே குழாயின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு, நீர்ம திசைவேகம் மற்றும் நீர்ம அழுத்தம் எனக் கொள்க.

A இல் உள்ள நீர்மம் செயல்படுத்தும் விசை

$$F_A = P_A a_A$$

t கால அளவில் நீர்மம் கடந்த தொலைவு

$$d = v_A\, t$$

எனவே செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = F_A d = P_A a_A v_A\, t$$

ஆனால் $a_A v_A t = a_A d = V$, A இல் நுழையும் நீர்மத்தின் பருமனாகும். எனவே செய்யப்பட்ட வேலையானது A இல் அழுத்த ஆற்றலாக இருக்கும்.

$$W = F_A d = P_A V$$

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 83 25-03-2022 21:41:32

A இல் ஓரலகு பருமனுக்கான அழுத்த ஆற்றல்

$$A = \frac{\text{அழுத்த ஆற்றல்}}{\text{பருமன்}} = \frac{P_A V}{V} = P_A$$

A இல் ஓரலகு நிறைக்கான அழுத்த ஆற்றல் =

$$A = \frac{\text{அழுத்த ஆற்றல்}}{\text{நிறை}} = \frac{P_A V}{m} = \frac{P_A}{\frac{m}{V}} = \frac{P_A}{\rho}$$

இங்கு m என்பது கொடுக்கப்பட்ட நேரத்தில் A இல் நுழையும் நீர்மத்தின் நிறை. எனவே A இல் நீர்மத்தின் அழுத்த ஆற்றல்

$$E_{PA} = P_A V = P_A V \times \left(\frac{m}{m}\right) = m\frac{P_A}{\rho}$$

A இல் நீர்மத்தின் நிலையாற்றல்

$$PE_A = mg\,h_A,$$

A இல் நீர்ம ஓட்டத்தின் காரணமாக நீர்மத்தின் இயக்க ஆற்றல்

$$KE_A = \frac{1}{2} m\, v_A^2$$

எனவே A இல் நீர்ம ஓட்டத்தினால் மொத்த ஆற்றல்

$$E_A = E_{PA} + KE_A + PE_A$$

$$E_A = m\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} mv_A^2 + mg\,h_A$$

இதேபோல் a_B, v_B, மற்றும் P_B என்பவை முறையே B இல் குழாயின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு, நீர்ம திசைவேகம் மற்றும் நீர்ம அழுத்தம் என்க.

B இல் மொத்த ஆற்றல்

$$E_B = m\frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} mv_B^2 + mg\,h_B$$

ஆற்றல் மாறா விதியிலிருந்து

$$E_A = E_B$$

$$m\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} mv_A^2 + mgh_A = m\frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} m v_B^2 + mgh_B$$

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{1}{2} v_A^2 + gh_A = \frac{P_B}{\rho} + \frac{1}{2} v_B^2 + gh_B = \text{மாறிலி}$$

மேலே உள்ள சமன்பாட்டை இவ்வாறும் எழுதலாம்.

$$\frac{P}{\rho g} + \frac{1}{2}\frac{v^2}{g} + h = \text{மாறிலி}$$

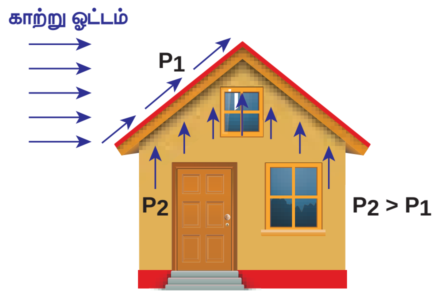
மேலே உள்ள சமன்பாடானது ஆற்றல் மாறா விதியின் விளைவாகும். உராய்வினால் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படாதவரை இச்சமன்பாடு மெய்யானதாகும். ஆனால் இங்கு, நீர்மத்தின் ஏடுகள் வெவ்வேறு திசைவேகங்களில் செல்வதால் அவற்றிற்கிடையே ஏற்படும் உராய்வு விசையினால் ஆற்றல் இழப்பு உருவாகிறது. இத்தகைய ஆற்றல் இழப்பானது பொதுவாக வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. எனவே பெர்னௌலி தொடர்பானது, சுழி பாகுநிலையுள்ள அல்லது பாகுநிலையற்ற நீர்மங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். குறிப்பாக நீர்மமானது கிடைத்தளக்குழாய் வழியே வெளியேறினால்

$$h = 0 \Rightarrow \frac{P}{\rho g} + \frac{1}{2}\frac{v^2}{g} = \text{மாறிலி.}$$

பெர்னௌலி தேற்றத்தின் பயன்பாடுகள்

(அ) சூறைக்காற்றில் கூரைகள் தூக்கி எறியப்படுதல்

முற்காலங்களில் வீடுகள் அல்லது குடிசைகளின் மேற்கூரைகள் படம் 7.34 இல் உள்ளவாறு சாய்வாக வடிவமைக்கப்பட்டன. இங்கு முக்கியமான அறிவியல் காரணம் பெர்னௌலியின் தத்துவத்தின்படி அமைவதால் வீடுகள் சூறைக்காற்று அல்லது புயலில் இருந்து பாதுகாக்கப்படுகின்றன.



படம் 7.34 குடிசைகள் அல்லது வீடுகளின் மேற்கூரைகள்

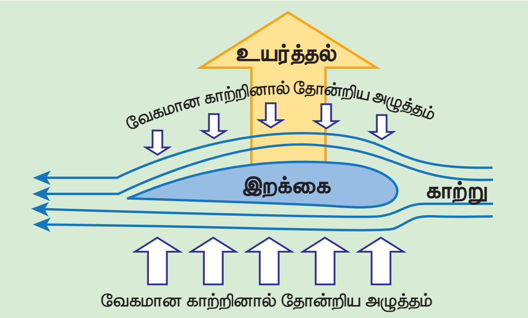
புயல்காற்று வீசும்போது மற்ற பகுதிகளுக்கு சேதம் ஏற்படாவண்ணம் குடிசைகளின் கூரைகள் தூக்கி எறியப்படும். பெர்னௌலியின் தேற்றப்படி அதிவேகமாக வீசும் காற்றானது கூரைக்குமேலே P_1 என்ற குறைந்த அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகிறது. கூரைக்கு கீழேயுள்ள P_2 என்ற அழுத்தம் அதிகமாகும். எனவே இந்த அழுத்த வேறுபாடு $(P_2 - P_1)$ மேல்நோக்கிய உந்து விசையை உருவாக்கி கூரை மேலெழும்பி காற்றுடன் சேர்ந்து தூக்கி எறியப்படுகிறது.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 84 25-03-2022 21:41:34

(ஆ) விமான இறக்கை உயர்த்தல் (Aerofoil lift)

வானூர்தியின் இறக்கைகளானது, மேல்பகுதி கீழ்பகுதியைவிட அதிகமாக வளைந்தும், முன்பகுதியின் முனை பின்பகுதி முனையைவிட அகலமாகவும் இருக்குமாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. வானூர்தி இயங்கும்போது இறக்கையின் கீழுள்ள காற்றைவிட இறக்கையின் மேல்பகுதியில் உள்ள காற்று படம் 7.35 இல் உள்ளவாறு வேகமாக நகருகிறது.

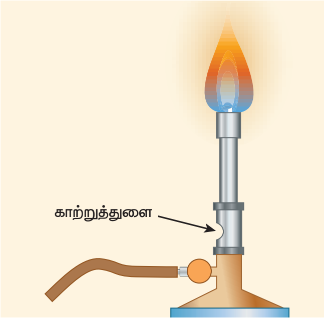
பெர்னௌலியின் தத்துவப்படி இறக்கையின் கீழ்பகுதியில் உள்ள அழுத்தமானது, மேல்பகுதியைவிட அதிகமாக இருப்பதால் சக்தி வாய்ந்த உயர்த்தல் எனப்படும் மேல்நோக்கிய உந்துவிசை செயல்பட்டு அது வானூர்தியை மேல்நோக்கி உயரச் செய்கிறது.



படம் 7.35 விமான இறக்கை உயர்த்தல்

(இ) புன்சன் சுடரடுப்பு

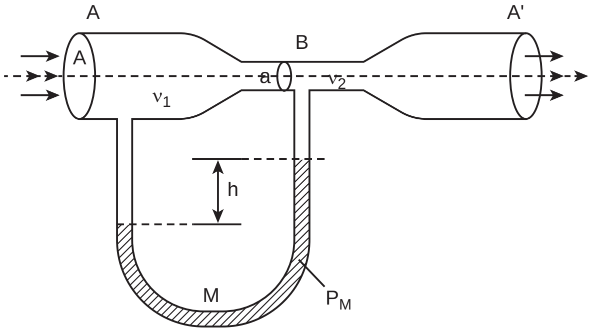
புன்சன் சுடரடுப்பில் எரிவாயு நுண்துளையின் வழியாக அதிக திசைவேகத்துடன் வெளிவருகிறது. இதனால் குழாயில் உள்ள அழுத்தம் குறைகிறது. எனவே வெளிக்காற்றானது வேகமாக அடுப்பினுள் காற்றுத் திறப்பின் வழியே நுழைந்து எரிவாயுவுடன் கலந்து படம் 7.36 இல் உள்ளவாறு நீல நிறச் சுடரைத் தருகிறது.



படம் 7.36 புன்சன் சுடரடுப்பு

(ஈ) வென்சுரிமானி (Venturimeter)

இக்கருவியானது, ஒரு குழாயின் வழியே செல்லும் அமுக்க இயலாத நீர்மம் பாயும் வீதத்தை (அல்லது பாயும் வேகம்) அளவிட உதவுகிறது. இது பெர்னௌலியின் தேற்றத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. இது A மற்றும் A' என்ற இரு அகன்ற குழாய்களைக் கொண்டுள்ளது (குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு A).அவை B என்ற குறுகலான (குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு a) குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. U வடிவ அழுத்தமானியானது இவ்விரு அகன்ற மற்றும் குறுகலான குழாய்களுக்கிடையே படம் 7.37 இல் உள்ளவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அழுத்தமானியில் உள்ள திரவத்தின் அடர்த்தி 'ρ_m'.



படம் 7.37 வென்சுரிமானியின் விளக்கப்படம்

A இல் உள்ள அகலமான பகுதியிலுள்ள பாய்மத்தின் அழுத்தம் P_1 என்க. 'ρ' அடர்த்தியுடன் 'v_1' திசைவேகத்தில் பாய்மம் குழாயினுள்ளே பாய்வதால் குறுகலான பகுதியில் அதன் வேகம் 'v_2'. என அதிகரிக்கிறது எனக் கருதுக. பெர்னௌலியின் சமன்பாட்டின் படி இந்த வேக அதிகரிப்பானது B இல் உள்ள குறுகிய பகுதியில் பாய்மத்தின் அழுத்தமான P_2 வைக் குறைக்கிறது. எனவே A க்கும், B க்கும் இடையே உள்ள அழுத்த வேறுபாடானது ($\Delta P = P_1 - P_2$) அழுத்தமானியில் உள்ள திரவத்தின் உயர வேறுபாட்டால் அளவிடப்படுகிறது.

தொடர்மாறிலிச் சமன்பாட்டின்படி

$$Av_1 = a\, v_2$$

அதாவது

$$v_2 = \frac{A}{a} v_1.$$

பெர்னௌலியின் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த

$$P_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = P_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} = P_2 + \rho \frac{1}{2}\left(\frac{A}{a} v_1\right)^2$$

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 85 25-03-2022 21:41:35

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து அழுத்த வேறுபாடானது

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho\ \frac{v_1^2}{2}\frac{(A^2-a^2)}{a^2}$$

எனவே அகன்ற குழாயின் A முனையில் திரவ ஓட்டத்தின் வேகம்

$$v_1^2 = \frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2-a^2)} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2-a^2)}}$$

மற்றும் ஒரு வினாடியில் A ன் வழியாகப் பாய்ந்து செல்லும் திரவத்தின் பருமன்,

$$V = Av_1 = A\sqrt{\frac{2(\Delta P)a^2}{\rho(A^2-a^2)}} = aA\sqrt{\frac{2(\Delta P)}{\rho(A^2-a^2)}}$$

(உ) பிற பயன்பாடுகள்

பெர்னௌலியின் தேற்றமானது, முக்கியமாக தானியங்கி வாகனங்களில் கார்புரேட்டர், வடிகட்டி பம்புகள், தெளிப்பான்கள் ஆகியவற்றை வடிவமைக்கப் பயன்படுகிறது. உதாரணமாக கார்புரேட்டரில் குழாய்முனை (nozzle) எனப்படும். நுண்ணிய துளையின் வழியாக காற்றானது மிக வேகமாக உள்ளே வருகிறது. இந்நேர்வில் நுண்ணிய கழுத்துப்பகுதியில் அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டு, பெட்ரோல் அல்லது எரிபொருள் உள்ளிழுக்கப்பட்டவுடன் கலனில் பற்றவைப்புக்கு சரியான அளவில் காற்றும் எரிபொருளும் கலக்கப்படுகிறது.

செயல்பாடு

ஒரு சாடியானது தெர்மோகோல் பந்துகளால் நிரப்பப்படுகிறது. ஒரு வளையக்கூடிய குழாயானது சாடியிலுள்ள பந்துகளினுள் மூழ்குமாறு வைக்கப்படுகிறது. திறந்துள்ள வெளி முனையை சுழற்றினால், தெர்மோகோல் பந்துகள் சுற்றிலும் தெளிக்கப்படுவதைக் காணலாம். இதுவே ஒரு தெளிப்பானின் தத்துவமாகும்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒரு சிலந்தி வலை நாம் எண்ணுவதை விட மிகவும் வலுவானதாகும். சிலந்தி வலையின் ஒரு தனி நூலானது அதன் நிறையைவிட பல ஆயிரம் மடங்கு நிறை கொண்ட பறக்கும் பூச்சிகளைத் தடுக்க இயலும். சிலந்தி வலையின் யங்குணகம் தோராயமாக $4.5 \times 10^9\ N m^{-2}$. இந்த மதிப்பை மரக்கட்டையின் யங் குணக மதிப்புடன் ஒப்பிடுக.

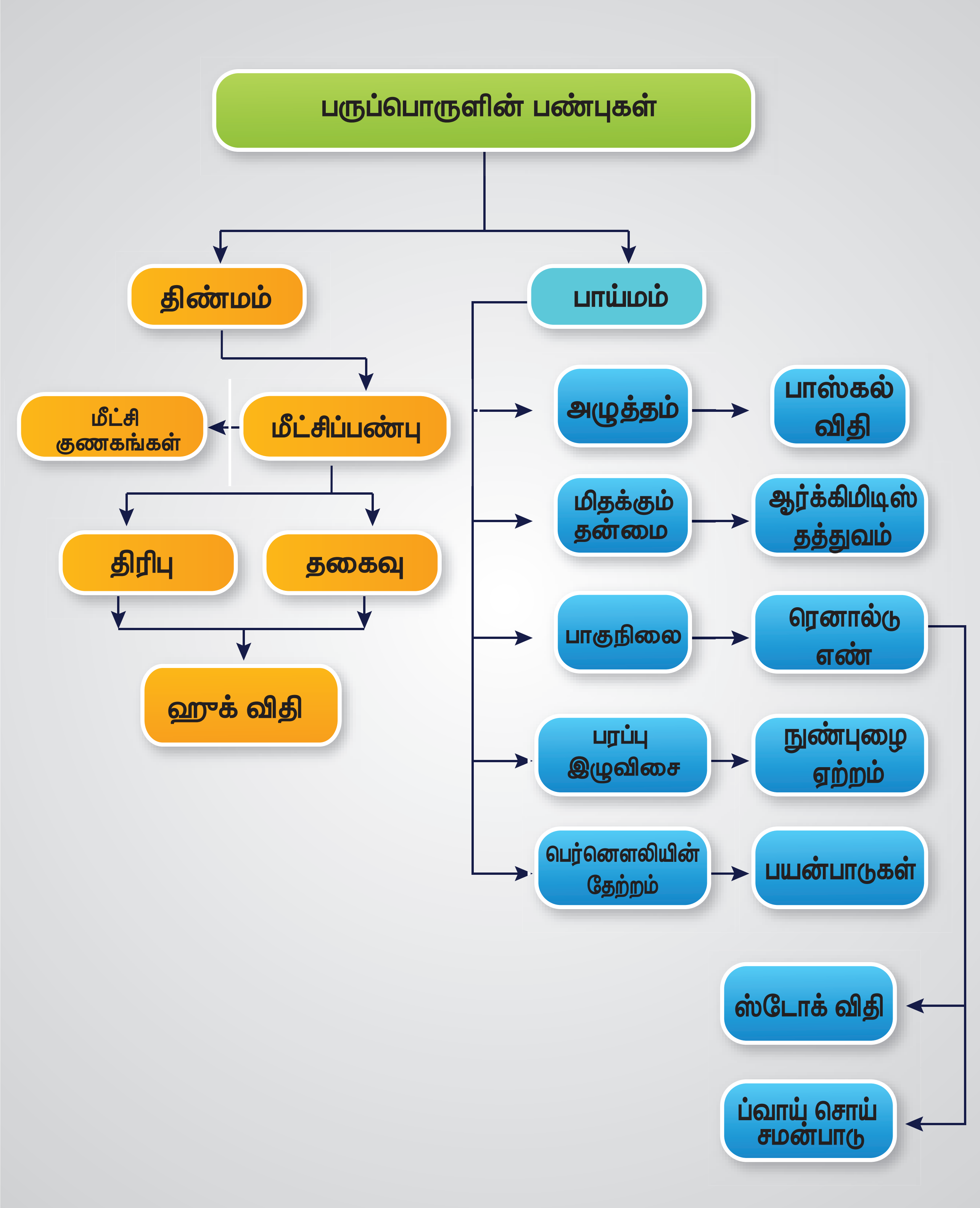
பாடச்சுருக்கம்

- ஒருபொருளின் அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள விசை அணுவிடை விசை மற்றும் பொருளின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள விசை மூலக்கூறிடை விசை ஆகும்.
- ஹூக் விதி :மீட்சி எல்லைக்குள் தகைவானது திரிபுக்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது.
- ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை தகைவு ஆகும். ஒரு பொருளின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A மற்றும் செலுத்தப்பட்ட விசை F எனில் தகைவின் எண் மதிப்பு F/A. இழுவிசை அல்லது அமுக்கத்தகைவு இரண்டையும் ஒரே வார்த்தையில் நீட்சித்தகைவு எனக்கூறலாம்.
- ஒரு உருளையின் நீள மாறுபாட்டிற்கும் அதன் தொடக்க நீளத்திற்கும் இடையே உள்ள தகவு $\Delta L/L$ ஆனது நீட்சித்திரிபு எனப்படும்.
- மீட்சி எல்லைக்குள் நீட்சித் தகைவுக்கும் நீட்சித்திரிபுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் கம்பிப் பொருளின் யங்குணகம் எனப்படும்.
- மீட்சி எல்லைக்குள் பருமத்தகைவிற்கும் பருமத்திரிபுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் பருமக்குணகம் எனப்படும்.
- மீட்சி எல்லைக்குள் சறுக்குப்பெயர்ச்சித் தகைவிற்கும் சறுக்குப்பெயர்ச்சித் திரிபுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் விறைப்புக் குணகம் எனப்படும்.
- பாய்ஸன் விகிதம் = பக்கவாட்டுத்திரிபு / நீளவாட்டுத்திரிபு
- ஓரலகு பருமனில் கம்பியில் சேமிக்கப்பட்ட மீட்சி நிலை ஆற்றல் $U = \frac{1}{2} \times$ தகைவு x திரிபு $= \frac{1}{2} \times Y \times$ (திரிபு). இங்கு Y என்பது பொருளின் யங்குணகம் ஆகும்.
- A என்ற மேற்பரப்பில் செயல்படும் செங்குத்து விசை F எனில் அழுத்தமானது ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- நீர்மப்பரப்பிலிருந்து h ஆழத்தில் மொத்த அழுத்தமானது $P = P_a + \rho gh$, இங்கு P_a என்பது காற்றழுத்தம், மற்றும் அதன் மதிப்பு 1.013×10^5 Pa ஆகும்.
- பாஸ்கல் விதிப்படி ஓய்வில் உள்ள பாய்மத்தில் ஒரே உயரத்தில் உள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் அழுத்தம் சமமாகும்.
- மிதப்பு விதியின்படி ஒரு பொருளின் மூழ்கிய பகுதி வெளியேற்றும் திரவத்தின் எடை பொருளின் எடைக்கு சமமாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ இருந்தால், பொருளானது அத்திரவத்தில் மிதக்கும்.
- ஒரு நீர்மத்தின் பாகியல் எண் என்பது நீர்மத்தின் ஓரலகு பரப்பில் நீர்ம இயக்கத் திசைக்கு செங்குத்துதிசையில்ஓரலகுதிசைவேகச்சரிவைக்கொண்டுள்ளநீர்மத்தின்தொடுவரைத்திசையில் செயல்படும் பாகியல் விசை ஆகும்.
- ஒரு நீர்ம ஓட்டமானது ஒரு புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் ஒவ்வொரு நீர்மத்துகளும் ஒரே பாதையில் அதற்கு முன் கடந்த துகளின் வேகத்திலேயே கடந்தால் அந்த ஓட்டம் வரிச்சீர் ஓட்டம் எனப்படும்.
- பாய்ம ஓட்டத்தில் திசைவேகமானது மாறுநிலைத் திசைவேகத்தைத் தாண்டினால் ஓட்டமானது சுழற்சி ஓட்டமாக மாறுகிறது.
- ஒரு உருளை வடிவ குழாயின் வழியே பாய்ம ஓட்டம் வரிச்சீரா அல்லது சுழற்சி ஓட்டமா என முடிவு செய்வதால் ரெனால்டு எண் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

பாடச்சுருக்கம்

- ஸ்டோக் சமன்பாடு F= 6πηav. இங்கு a ஆரமுள்ள கோளத்தின்மீது செயல்படும் பாகியல் விசை F மற்றும் v ஆனது கோளத்தின் முற்றுத்திசைவேகம் ஆகும்.
- ஒரு நீர்மத்தின் பரப்பு இழுவிசையானது நீர்மப் பரப்பில் வரையப்பட்ட ஓரலகு நீளமுள்ள கற்பனைக் கோட்டின் வழியே கோட்டிற்கு செங்குத்தாக, பரப்பிற்கு இணையாகச் செயல்படும் இழுவிசை என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- திரவம் மற்றும் திண்மப்பொருள் திரவத்தினுள்ளே சந்திக்கும் புள்ளியில் வரையப்பட்ட தொடுகோடுகளுக்கு இடையே உள்ள கோணம் திடம் மற்றம் திரவ இணையுன் சேர்கோணம் எனப்படும்.
- கொடுக்கப்பட்ட ஒரு புள்ளியில் கடந்து செல்லும் ஒவ்வொரு பாய்மத்துகளின் திசைவேகமும் காலத்தைப் பொறுத்து மாறாமல் இருப்பின் பாய்ம ஓட்டம் சீரான ஓட்டம் எனலாம்.
- $a_1 v_1 = a_2 v_2$ என்ற சமன்பாடு ஒரு குழாயின் வழியே செல்லும் பாய்மத்திற்கான தொடர்மாறிலிச் சமன்பாடானது. பாய்ம ஓட்டத்தில் பாய்மத்தின் நிறை மாறாமல் உள்ளதன் காரணமாக அமைகிறது. அதன்படி, ஒரு வரிச்சீர் ஓட்டத்தில் உள்ள அமுக்க இயலாத, பாகுநிலையற்ற பாய்மத்தின் ஓரலகு நிறைக்கான அழுத்த ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிறை ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை மாறிலியாகும். அதாவது $P/\rho + v^2/2 + gh$ =மாறிலி.

கருத்து வரைபடம்



UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 89 25-03-2022 21:41:37

பயிற்சி வினாக்கள்

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. x மற்றும் y என்ற இரு கம்பிகளைக் கருதுக. x கம்பியின் ஆரமானது y கம்பியின் ஆரத்தைப்போல 3 மடங்கு உள்ளது. அவை சமமான பளுவால் நீட்டப்பட்டால் y – இன் மீதான தகைவு

   (a) x– இன் தகைவுக்கு சமம்

   (b) x – இன் தகைவைப்போல் 3 மடங்கு

   (c) x–இன் தகைவைப்போல் 9 மடங்கு

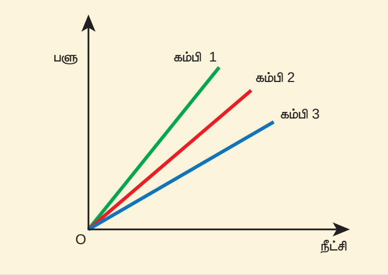
   (d) x – இன் தகைவில் பாதி

2. ஒரு கம்பியானது அதன் தொடக்க நீளத்தைப்போல இரு மடங்கு நீட்டப்பட்டால் கம்பியில் ஏற்பட்ட திரிபு

   (a) 1 (b) 2

   (c) 3 (d) 4

3. ஒரே பொருளால் ஆன மூன்று கம்பிகளின் பளு –நீட்சி வரைபடம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. கீழ்க்கண்டவற்றுள் தடிமனான கம்பி எது?



   (a) கம்பி 1

   (b) கம்பி 2

   (c) கம்பி 3

   (d) அனைத்தும் ஒரே தடிமன் கொண்டவை

4. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு பொருளுக்கு விறைப்புக் குணகமானது யங் குணகத்தில் $\left(\frac{1}{3}\right)$ பங்கு உள்ளது. அதன் பாய்ஸான் விகிதம்

   (a) 0 (b) 0.25

   (c) 0.3 (d) 0.5

5. 2 cm ஆரமுள்ள ஒரு சிறிய கோளம் பாகியல் தன்மை கொண்ட திரவத்தில் விழுகிறது. பாகியல் விசையால் வெப்பம் உருவாகிறது. கோளம் அதன் முற்றுத் திசைவேகத்தை அடையும்போது வெப்பம் உருவாகும் வீதம் எதற்கு நேர்த்தகவில் அமையும்?

   (NEET மாதிரி 2018)

   (a) 2^2 (b) 2^3

   (c) 2^4 (d) 2^5

6. ஒரே பருமனைக்கொண்ட இரு கம்பிகள் ஒரே பொருளால் ஆனது. முதல் மற்றும் இரண்டாம் கம்பிகளின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்புகள் முறையே A மற்றும் 2A ஆகும். F என்ற விசை செயல்பட்டு முதல் கம்பியின் நீளம் Δl அதிகரிக்கப்பட்டால் இரண்டாவது கம்பியை அதே அளவு நீட்ட தேவைப்படும் விசை யாது?

   (NEET மாதிரி 2018)

   (a) 2F (b) 4F

   (c) 8F (d) 16F

7. வெப்பநிலை உயரும்போது திரவம் மற்றும் வாயுவின் பாகுநிலை முறையே

   (a) அதிகரிக்கும் மற்றும் அதிகரிக்கும்

   (b) அதிகரிக்கும் மற்றும் குறையும்

   (c) குறையும் மற்றும் அதிகரிக்கும்

   (d) குறையும் மற்றும் குறையும்.

8. ஒரு முழு திண்மப் பொருளின் யங்குணகம்

   (a) 0 (b) 1

   (c) 0.5 (d) முடிவிலி

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 90 25-03-2022 21:41:38

9. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது ஸ்கேலர் அல்ல?
   (a) பாகுநிலை
   (b) பரப்பு இழுவிசை
   (c) அழுத்தம்
   (d) தகைவு

10. கம்பியின் வெப்பநிலை உயர்த்தப்பட்டால், அதன் யங்குணகம்
   (a) மாறாது
   (b) குறையும்
   (c) அதிக அளவு உயரும்
   (d) மிகக்குறைவான அளவு உயரும்

11. மாறா பருமன் V கொண்ட தாமிரம் l நீளமுள்ள கம்பியாக நீட்டப்படுகிறது. இந்த கம்பி F என்ற மாறா விசைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் உருவான நீட்சி Δl. Y ஆனது யங்குணகத்தைக் குறித்தால் பின்வரும் வரைபடங்களில் எது நேர்க்கோடாகும்?

   (NEET 2014 மாதிரி)

   (a) Δl எதிராக V
   (b) Δl எதிராக Y
   (c) Δl எதிராக F
   (d) Δl எதிராக $\frac{1}{l}$

12. ஒரு திரவத்தின் R ஆரமுள்ள குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான கோளகத்துளிகள் ஒன்று சேர்ந்து R ஆரமும் V பருமனம் கொண்ட ஒரே திரவத்துளியாக மாறுகிறது. திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை T எனில்
   (a) ஆற்றல் $= 4\,V\,T\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$ வெளியிடப்பட்டது
   (b) ஆற்றல் $= 3\,V\,T\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{R}\right)$ உட்கவரப்பட்டது
   (c) ஆற்றல் $= 3\,V\,T\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$ வெளியிடப்பட்டது
   (d) ஆற்றல் வெளிப்படவும் இல்லை உட்கவரப்படவும் இல்லை

13. கீழ்க்கண்ட நான்கு கம்பிகளும் ஒரே பொருளால் ஆனவை. ஒரே இழுவிசை செலுத்தப்பட்டால் இவற்றுள் எது அதிக நீட்சியைப் பெறும்?
   (a) நீளம் = 200 cm , விட்டம் = 0.5 mm
   (b) நீளம் = 200 cm , விட்டம் = 1 mm
   (c) நீளம் = 200 cm , விட்டம் = 2 mm
   (d) நீளம் = 200 cm , விட்டம் = 3 mm

14. ஒரு பரப்பை ஒரு திரவத்தால் ஈரமாக்கும் அளவு முதன்மையாக சார்ந்துள்ளது
   (a) பாகுநிலை
   (b) பரப்பு இழுவிசை
   (c) அடர்த்தி
   (d) பரப்புக்கும் திரவத்திற்கும் இடையே உள்ள சேர்கோணம்

15. மாறுபட்ட குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு கொண்ட ஒரு கிடைமட்டக்குழாயில், நீரானது 20 cm குழாயின் விட்டமுள்ள ஒரு புள்ளியில் $1\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ திசைவேகத்தில்செல்கிறது. $1.5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ திசைவேகத்தில் செல்லும் புள்ளியில் குழாயின் விட்டமானது.
   (a) 8 (b) 16
   (c) 24 (d) 32

விடைகள்:

1) c	2) a	3) a	4) d
5) d	6) b	7) c	8) d
9) d	10) b	11) c	12) c
13) a	14) d	15) b	

II. குறுவினாக்கள்

1. தகைவு மற்றும் திரிபு – வரையறு
2. மீட்சிப்பண்பின் ஹுக் விதியைக் கூறுக
3. பாய்ஸன் விகிதத்தை வரையறு
4. மூலக்கூறுகளிடை விசைகளின் மூலம் மீட்சிப்பண்பை விவரி
5. எஃகு அல்லது இரப்பர், இவற்றில் எது அதிக மீட்சிப்பண்புள்ளது? ஏன்?

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 91 25-03-2022 21:41:38

6. ஒரு சுருள்வில் தராசு நீண்ட காலமாகப் பயன்படுத்திய பிறகு தவறான அளவீடுகளைக் காட்டுகிறது. ஏன்?
7. மீட்சிப்பண்பின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவு யாது?
8. நீட்டப்பட்ட கம்பியின் மீட்சி நிலை ஆற்றலுக்கான கோவையை எழுதுக.
9. பாய்மங்களில் பாஸ்கல் விதியைக்கூறுக.
10. ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தைக்கூறுக.
11. மேல்நோக்கிய உந்து விசை அல்லது மிதக்கும் தன்மை என்றால் என்ன?
12. மிதத்தல் விதியைக் கூறுக.
13. ஒரு நீர்மத்தின் பாகியல் எண் – வரையறு.
14. வரிச்சீர் ஓட்டம் மற்றும் சுழற்சி ஓட்டம் – வேறுபடுத்துக.
15. ரெனால்டு எண் என்றால் என்ன? அதன் முக்கியத்துவம் யாது?
16. முற்றுத்திசைவேகம் – வரையறு.
17. ஸ்டோக் விசைக்கான சமன்பாட்டை எழுதுக. அதில் உள்ள குறியீடுகளை விளக்குக.
18. பெர்னௌலியின் தேற்றத்தைக் கூறுக.
19. ஒரு நீர்மம் பெற்றுள்ள ஆற்றல்கள் யாவை? அவற்றின் சமன்பாடுகளை எழுதுக.
20. இரு வரிச்சீர் ஓட்டங்கள் ஒரே இடத்தில் குறுக்கிட இயலாது. ஏன்?
21. நீர்மம் ஒன்றின் பரப்பு இழுவிசையை வரையறு. அதன் SI அலகு மற்றும் பரிமாணத்தைக் கூறுக.
22. பரப்பு இழுவிசையானது பரப்பு ஆற்றலுக்கு எவ்வாறு தொடர்புடையது?
23. திண்மம் மற்றும் திரவ சோடி ஒன்றின் சேர்கோணம் வரையறு.
24. ஓரின மற்றும் வேறினக் கவர்ச்சி விசைகளை வேறுபடுத்துக.
25. நீர்மத்தின் பரப்பு இழுவிசையைப் பாதிக்கும் காரணிகள் யாவை?
26. ஒரு சோப்புக் குமிழியினுள் காற்று ஊதப்பட்டால் அதனுள்ளே உள்ள அழுத்தம் என்னவாகும்?
27. நுண்புழை நுழைவு அல்லது நுண்புழைச் செயல்பாடு என்றால் என்ன?
28. நீரின் பரப்பில் வைக்கப்படும் எண்ணெய் துளியானது பரவுகிறது ஆனால் எண்ணெயில் வைக்கப்படும் நீர்த்துளி கோள வடிவில் சுருக்குகிறது. ஏன்?
29. வென்சுரிமானியின் தத்துவம் மற்றும் பயன்பாட்டைக் கூறுக.

III. நெடுவினாக்கள்

1. ஹுக் விதியைக் கூறுக. ஒரு சோதனை உதவியுடன் அதனை சரிபார்க்கவும்.
2. மீட்சிக்குணகத்தின் வகைகளை விளக்குக.
3. கம்பி ஒன்றில் ஓரலகு பருமனில் சேமிக்கப்பட்ட மீட்சி ஆற்றலுக்கான கோவையைத் தருவி.
4. நீர்மப் பரப்பிற்குக் கீழே h ஆழத்தில் உள்ள மொத்த அழுத்தத்திற்கான சமன்பாட்டைத் தருவி.
5. பாய்மங்களில் பாஸ்கல் விதியைக் கூறி அதனை நிரூபி.
6. ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தைக் கூறி அதனை நிரூபி.
7. ஸ்டோக் விதியைப் பயன்படுத்தி அதிக பாகுநிலை கொண்ட திரவத்தில் இயங்கும் கோளத்தின் முற்றுத்திசைவேகத்திற்கான சமன்பாட்டைத் தருவி.
8. ஒரு குழாயின் வழியே வரிச்சீர் ஓட்டத்தில் ஒரு வினாடியில் பாயும் திரவத்தின் பருமனுக்கான பாய்ஸன் சமன்பாட்டைத் தருவி.
9. 1. திரவத்துளி 2. திரவக்குமிழி 3. காற்றுக்குமிழி ஆகியவற்றின் உள்ளே மிகையழுத்தத்திற்கான கோவையைத் தருவி.
10. நுண்புழை நுழைவு என்றால் என்ன? நுண்புழையேற்ற முறையில் நீர்மம் ஒன்றின் பரப்பு இழுவிசைக்கான கோவையைத் தருவி.
11. நிறை மாறா நிலையின் அடிப்படையில் பாய்மம் ஒன்றின் ஓட்டத்திற்கான தொடர் மாறிலிச் சமன்பாட்டைத் தருவி.
12. அமுக்க இயலாத, பாகுநிலையற்ற பாய்மம் ஒன்று வரிச்சீர் ஓட்டத்தில் செல்வதற்கான பெர்னௌலியின் தேற்றத்தைக்கூறி அதனை நிரூபி.

UNIT-7(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 92 25-03-2022 21:41:39

13. வென்சுரிமானியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டை விவரி. குழாயின் அகலமான நுழைவுப்பகுதியில் ஒரு வினாடியில் பாயும் நீர்மத்தின் பருமனுக்கான கோவையைத் தருவி.

IV. பயிற்சிக்கணக்குகள்

1. d mm விட்டம் கொண்ட ஒரு நுண்புழைக்குழாய் நீரானது 30 mm உயரத்திற்கு மேலேறுமாறு நீரினுள் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. புதிய நுண்குழாயின் ஆரம் முந்தைய மதிப்பில் $\left(\frac{2}{3}\right)$ பங்காக இருந்தால் புதிய நுண்குழாயில் நீர் மேலேறும் உயரத்தைக் கணக்கிடுக.

   (விடை 45 mm)

2. 1.5 m நீளமும், 4 cm விட்டமும் கொண்ட ஒரு உருளை ஒரு முனையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. 4×10^5 N தொடுவரை விசை மறுமுனையில் செலுத்தப்படுகிறது. உருளையின் விறைப்புக்குணகம் 6×10^{10} N m^{-2} எனில் உருளை முறுக்கப்பட்ட கோணத்தைக் கணக்கிடுக.

   (விடை 45.60)

3. 2 cm ஆரம் கொண்ட சோப்புக்குமிழி A ஆனது மற்றொரு 4 cm ஆரமுள்ள B என்ற சோப்புக்குமிழியினுள் உருவாகிறது. சிறிய சோப்புக் குமிழிக்கு உள்ளேயும், பெரிய சோப்புகுமிழிக்கு வெளியேயும் உள்ள அழுத்த வேறுபாட்டைக் கொண்டுள்ள தனி ஒரு சோப்புகுமிழியின் ஆரமானது A மற்றும் B ஆகிய இரு சோப்புக் குமிழிகளின் ஆரத்தைவிட குறைவாக இருக்கும் என்பதை நிரூபி.

4. x kg நிறையுள்ள ஒரு வெள்ளிக்கட்டி (Ag) கம்பியில் தொங்கவிடப்பட்டு 0.72 ஒப்படர்த்தி கொண்ட திரவத்தில் மூழ்கியுள்ளது. Ag – இன் ஒப்படர்த்தி 10 மற்றும் கம்பியில் இழுவிசை 37.12 N எனில் வெள்ளிக்கட்டியின் நிறையைக் கணக்கிடுக.

   (விடை $x = 4$ kg)

5. ஒரு மூடிய குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள அழுத்தமானி 5×10^5 N m^{-2} என்ற அளவீட்டைக் காட்டுகிறது. குழாயின் திறப்பானை திறந்தால் அழுத்தமானியில் 4.5×10^5 Nm^{-2} என்ற அளவீடு உள்ளது. குழாயில் பாயும் நீரின் வேகத்தைக் கணக்கிடுக.

   (விடை 10 ms^{-1})

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. Serway and Jewett, Physics for scientist and Engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition
2. Paul Tipler and Gene Mosca, Physics for scientist and engineers with modern physics, Sixth edition, W.H.Freeman and Company
3. H.C.Verma, Concepts of physics volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers