இயற்பியல் - பருப்பொருட்களின் தன்மை

1. எது அதிக மீட்சிப்பண்பு உடையது? இரப்பரா? எஃகா? (6 mark)

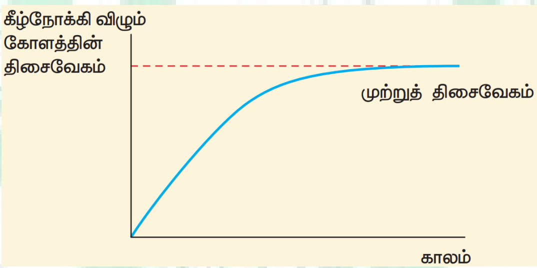
உண்மையில் எஃகு தான் அதிக மீட்சிப்பண்பு உடையது. எஃகு மற்றும் இரப்பர் இரண்டின் மீதும் சமமான அழுத்தத்தை (stress) கொடுத்தால் எஃகு குறைவான திரிபையே அடையும். எனவே யங் மீட்சிக்குணகம் எஃகுக்குத்தான் அதிகம். யங் மீட்சிக்குணகம் எந்தப் பொருளுக்கு அதிகமோ அதுவே அதிக மீட்சிப்பண்பு (elastic) உடையது. எனவே எஃகு இரப்பரை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

2. முற்றுத் திசைவேகம் என்றால் என்ன? அதன் கோவையை வருவித்து பயன்பாடுகளை எழுதுக. (6 mark)

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 (i) 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. 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.



முற்றுத்திசைவேகத்திற்கான கோவை:

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

கோளத்தின் மீது செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை

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

மேல்நோக்கிய உந்து விசை

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

v_t முற்றுத்திசைவேகத்தில் பாகியல் விசை

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

தற்போது, கீழ்நோக்கிய நிகர விசை மேல்நோக்கிய விசைக்கு சமமாகும்.

$$F_G = U + F$$

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

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

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

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

வானத்தில் மேகங்கள் மேல்நோக்கிய திசையில் நகருவதற்கும் இதுவே காரணமாகும்.

3. ஸ்டோக் விதி மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள் பற்றி எழுதுக. (6 mark)

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 (U) 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 $k = 6\pi$ எனஸ்டோக்கண்டறிந்தார்.

$$F = 6\pi\eta rv$$

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.

4. பாகுநிலை என்றால் என்ன? அதன் பயன்பாடுகளை பற்றி குறிப்பெழுதுக. (6 mark)

ஒரு திரவம் பாயும் பொழுது, திரவங்களின் அடுத்தடுத்த அடுக்குகளுக்கு இடையே உராய்வு விசை உண்டாகிறது. சார்பியக்கத்தை எதிர்க்கும் இத்தகைய விசையே பாகியல் விசை எனப்படும். இந்த பண்பு பாகுநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பாகியல் விசை CGS அலகு முறையில் பாய்ல் என்ற அலகாலும், SI அலகுமுறையில் $Kg\ m^{-1}s^{-1}$ அல்லது Nsm^{-2} என்ற அலகாலும் அளக்கப்படுகிறது.

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.

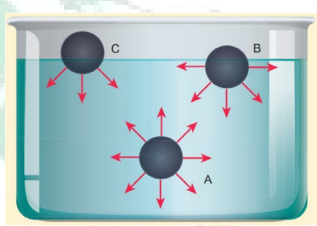
5. பரப்பு இழுவிசை செயல்படும் விதத்தை விவரி. பரப்பு இழுவிசையை பாதிக்கும் காரணிகள் மற்றும் பயன்பாடுகள் பற்றி எழுதுக. (15 mark)

மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள விசைகள்

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

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.

ஒரு திரவத்தில் A, B மற்றும் C என்றமூன்று வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளைக் கருதுக. A எனும் மூலக்கூறானது அனைத்து திசைகளிலும் உள்ள எல்லா மூலுக்கூறுகளுடனும் 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.

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:

நீர்பூச்சிகள் (Waterbugs)மற்றும் நீர்தாண்டிப்பூச்சிகள் (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 நடக்க உதவுகிறது. இந்த நிகழ்வை பரப்பு இழுவிசை என அழைக்கின்றோம்.

வண்ண ம் பூசும் தூரிகையின் முடிகள் நீரிலிருந்து வெளியே எடுத்தால் ஒன்றாக ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இதன் காரணம் அவற்றில் உருவான நீர் மெல்லேடுகள் ஒரு சிறும பரப்பிற்கு சுருங்க முனைவதாகும்.

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 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.வெப்பநிலைஅதிகரிக்கும்போது பரப்பு இழுவிசை நேர்ப்போக்கில் குறைகிறது. ஒரு சிறிய வெப்பநிலை நெடுக்கத்திற்கு t °C இல் பரப்பு இழுவிசையானது $T_t = T_0 (1- \alpha t)$ இங்கு T என்பது 0°C வெப்பநிலையில் பரப்பு இழுவிசை மற்றும் C 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.

பரப்பு இழுவிசை

பரப்பு இழுவிசை என்பது திரவங்களின் ஒரு பண்பு ஆகும். திரவ மூலக்கூறுகள் தங்களால் இயன்ற அளவு மீச்சிறு புறபரப்பை அடைய அதன்மீது செயல்படும் ஒருவிசையை உணர்கிறது. திரவத்தின் புறப்பரப்பில் ஓரலகு நீளத்திற்கு குத்தாக செயல்படும் விசை பரப்பு இழுவிசை எனப்படும். இதன் அலகு Nm^{-1}.

பரப்பு இழுவிசையின் பயன்பாடுகள்

- தாவரங்களில் நீர் மேலேறுவதற்குக் காரணம் பரப்பு இழுவிசை ஆகும். தாவரங்களில் சைலம் திசுக்கள் நீரை கடத்த உதவுகிறது. தாவர வேர்கள் நீர் மூலக்கூறுகளை உறிஞ்சுகிறது. சைலம் என்ற மெல்லிய குழாயில் நுண்புழை ஏற்றம்" (அடுத்து வரும் வகுப்புகளில் இது பற்றி படிப்பீர்கள்) என்ற செயல்பாட்டின் காரணமாக நீர் மேலேறுகிறது. இதற்கு நீரின் பரப்பு இழுவிசை காரணமாக அமைகிறது.
- ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனிற்கு மிகச்சிறய புறபரப்பை தரும் வடிவம் கோள வடிவம் ஆகும். இதன் காரணமாகத்தான் திரவத்துளிகள் கோள வடிவத்தை பெறுகின்றன.
- நீரின் பரப்பு இழுவிசை காரணமாக நீர்ச்சிலந்தியானது நீரின் பரப்பில் எளிதாக நடக்கிறது.
- கடல் கொந்தளிப்பின் போது மாலுமிகள் கப்பலைச் சுற்றிலும் சோப்புத் துகள்கள் அல்லது எண்ணெயைக் கொட்டுவார்கள். இதன் காரணமாக கடல்நீரின் பரப்பு இழுவிசை குறைந்து கப்பலின் மீதான தாக்கமும், நீரினால் ஏற்படும் பாதிப்புகளும் குறைகின்றன.

6. திரவத்துளி, சோப்புக்குமிழி மற்றும் காற்றுக் குமிழிக்கு உள்ளே மிகை அழுத்தம் பற்றி விவாதி. (12 mark)

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.

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 (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 விசையானது குவிந்த பக்கத்தின் விசையை விட அதிகமாக இருக்கும்.

குமிழி மற்றும் நீர்மத்துளியினுள் மிகையழுத்தம்:

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

1. நீர்மத்திலுள்ள காற்றுக் குமிழியினுள் மிகையழுத்தம்

R ஆரம் கொண்ட காற்றுக் குமிழி ஒன்று T என்ற பரப்பு இழுவிசையைக் கொண்டுள்ள நீர்மத்தினுள் இருப்பதாகக் கருதுக. P., மற்றும்P, என்பன முறையே குமிழியின் வெளிப்புறமற்றும் உட்புற அழுத்தமாகும். இப்போது குமிழியினுள் மிகையழுத்தம் $\Delta P = P_2 - P_1$ ஆகும்.

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 $F_{P1} = P_1 \pi R^2$

iii. P_2 எனும் உட்புற அழுத்தத்தினால் ஏற்படும் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P2} = P_2 \pi R^2$

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 $\Delta P = P_2 - P_1 = \dfrac{2T}{R}$

2. சோப்புக் குமிழியினுள் மிகையழுத்தம்

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 $2 \times 2\pi RT$. சோப்புக் குமிழியின் மீது செயல்படும் பல்வேறு விசைகளாவன,

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

ii. வெளிப்புற அழுத்தத்தினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P1} = P_1 \pi R^2$

iii. உட்புற அழுத்தத்தினால் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P2} = P_2 \pi R^2$

குமிழியானது சமநிலையில் உள்ளதால் $F_{P2} = F_T + F_{P1}$

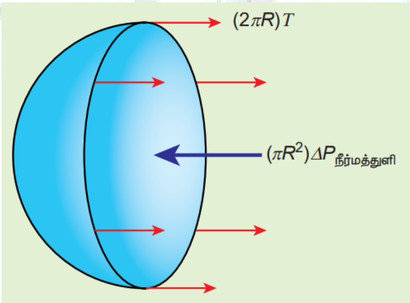
$$P_2\pi R^2 = 4\pi RT + P_1\pi R^2$$

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

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

3. நீர்மத்துளியினுள் மிகையழுத்தம்

R ஆரமும் T பரப்பு இழுவிசையும் கொண்ட நீர்மத்துளி ஒன்றினைக் கருதுக.



நீர்மத்துளியின் மேல் செயல்படும் பல்வேறு விசைகளாவன

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

ii. வெளிப்புற அழுத்தத்தினால் வலப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P1} = P_1 \pi R^2$

iii. உட்புற அழுத்தத்தினால் இடப்புறமாக செயல்படும் விசை $F_{P2} = P_2 \pi R^2$

நீர்மத்துளி சமநிலையில் உள்ளதால் $F_{P2} = F_T + F_{P1}$

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

மிகையழுத்தம்

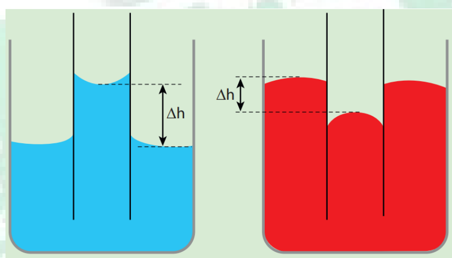
$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{2T}{R}$$

7. நுண்புழை நுழைவு என்றால் என்ன? அதன் பயன்பாடுகள் பற்றி எழுதுக. (6 mark)

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 மட்டத்தை விட அதிகமாக இருக்கும்.

நுண்புழைக்குழாயை பாதரசத்தில் அமிழ்த்தினால் பாதரசமும் குழாயினுள் கீழ்நோக்கி இறங்கும், அதாவது குழாயில் பாதரசத்தின் மட்டம் வெளியிலுள்ள மட்டத்தைவிட குறைவாக இருக்கும். 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.



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.

8. பெர்னௌலியின் தேற்றம் பற்றி எழுதுக. அதன் பயன்பாடுகளை பற்றி குறிப்பெழுதுக. (12 mark)

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

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

இதுவே பெர்ளெலியின் சமன்பாடாகும்.

பெர்னௌலி தேற்றத்தின் பயன்பாடுகள்

(அ) சூறைக்காற்றில் கூரைகள் தூக்கி எறியப்படுதல்

முற்காலங்களில் வீடுகள் அல்லது குடிசைகளின் மேற்கூரைகள் சாய்வாக வடிவமைக்கப்பட்டன. இங்கு முக்கியமான அறிவியல் காரணம் பெர்னௌலியின் தத்துவத்தின்படி அமைவதால்வீடுகள் சூறைக்காற்று அல்லது புயலில் இருந்து பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

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.

(ஆ) விமான இறக்கை உயர்த்த ல் (Aerofoil lift)

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

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

(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 நீல நிறச் சுடரைத் தருகிறது.

(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 இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அழுத்தமானியில் உள்ள திரவத்தின் அடர்த்தி 'ρ_m'.

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

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

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.

9. சிலந்தி வலை வலிமை மிக்கது காரணம் கூறுக. (6 mark)

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 4.5×10^9 Nm^{-2}.