ప్రవాహిలో యాంత్రిక ధర్మాలు

ముఖ్య విషయాలు

1. ధారారేఖ ప్రవాహం

ఇందు ప్రవాహిలోని కణాలు ఒక క్రమపద్ధతిలో చలిస్తాయి. ప్రవాహి లోని అన్ని కణాలు వాటి మార్గంలో ఇచ్చిన బిందువును చేరుసరికి ఒకే స్థిరవేగాన్ని పొందుతాయి.

2. సంక్షుబ్ధ ప్రవాహము

ఇచ్చిన బిందువు వద్ద ప్రవాహిలోని వివిధ కణాలు వివిధ వేగాలతో చలిస్తాయి.

3. సందిగ్ధ వేగం $(V_c) = \dfrac{K\eta}{\rho d}$

రెనాల్డ్ సంఖ్య (K) విలువ:

0–2000 ధారారేఖ ప్రవాహం.

2000–3000 అస్థిర ప్రవాహం.

3000 కన్న ఎక్కువ సంక్షుబ్ధ ప్రవాహం.

4. స్నిగ్ధత

ప్రవాహి రెండు పొరల మధ్య సాపేక్ష వేగాన్ని తగ్గించే ధర్మాన్ని స్నిగ్ధత అంటారు.

5. స్నిగ్ధతా గుణకం: ప్రవాహి దిశకు లంబంగా పొరల మధ్య ఏకాంక వేగ ప్రవణత ఉన్నపుడు ఏకాంక వైశాల్యం గల పొరల పై పనిచేసే స్నిగ్ధతా బల పరిమాణమును ఆద్రవం యొక్క స్నిగ్ధతా గుణకం అంటారు.

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

వేగ ప్రవణత $= \dfrac{dv}{dx}$ sec^{-1}

η ను స్నిగ్ధతా గుణకం అంటారు.

6. η ప్రమాణాలు

SI – న్యూటన్. సెకన్/మీటర్^{2} (లేదా) $Pa.S$

CGS – డైన్.సెకన్/సెం.మీ^{2} (లేదా) పాయిజ్

1 poise = 0.1 $N.S/m^2$

1 deca poise = 10 poise

www.sakshieducation.com

7. **సాంతత్య సమీకరణం:** $A_1 v_1 = A_2 v_2$

8. a) **స్టోక్స్ ఫార్ములా:** ఒక పొడవైన జాడీలో గల గ్లిజరిన్‌లోకి జారవిడిచిన ఒక చిన్న ఉక్కు గోళాన్ని పరిగణించండి. స్నిగ్ధతా గుణకం η , గోళం వ్యాసార్థం 'r' మరియు దాని చరమ వేగం 'v' అనుకొండి.

ద్రవ స్నిగ్ధత వలన వస్తువు పై పనిచేసే రోధక బలం $F = 6\pi\eta rv$

b) చరమ వేగం $V_T = \frac{2}{9}\frac{r^2}{\eta}(\rho-\sigma)g$

$\rho =$ గోళం సాంద్రత σ = ప్రవాహి సాంద్రత మరియు r = వ్యాసార్థం

9. **అంత్యవేగం:** ఒక ద్రవంలోకి జారవిడచిన వస్తువు కొంత దూరం ప్రయాణించిన తర్వాత పొందే స్థిరవేగాన్ని అంత్యవేగం అంటారు.

ఉదా : మేఘాలనుంచి భూమిని చేరే వర్షపు చినుకు తుదివేగం.

10. **బెర్నూలీ సిద్ధాంతము:** స్నిగ్ధతలేని, అసంపీడ్య ప్రవాహము స్థిరవేగంతో ఒక గొట్టంలో ప్రవహిస్తున్నపుడు ఏ బిందువు వద్దనైనా ఏకాంక ఘనపరిమాణం గల ప్రవాహి పీడనశక్తి, గతిశక్తి మరియు స్థితిశక్తుల మొత్తం స్థిరం. దీనిని బెర్నూలీ సిద్ధాంతం అంటారు.

$P + \rho hg + \frac{1}{2}\rho v^2 =$ స్థిరం

1. విమానపు రెక్క పై గల గతిక ఉత్థాపన బెర్నూలీ సిద్ధాంతం ఆధారంగా ఏర్పడుతుంది.
2. స్పిన్ తో చలించు క్రికెట్ బంతి స్వింగ్‌కు గల కారణము బెర్నూలి సిద్ధాంతం.

11. **తలతన్యత**

సమతాస్థితి వద్ద గల ద్రవ ఉపరితలం పై ఊహించిన స్పర్శరేఖకు లంబంగా ప్రమాణ పొడవు పై పనిచేసే బలాన్ని తలతన్యత అంటారు.

తలతన్యత = $\frac{\text{బలం } (F)}{\text{పొడవు } (L)}$

12. **తలశక్తి**

ద్రవం ఉపరితల వైశాల్యన్ని ఏకాంక పరిమాణం పెంచడానికి జరిపిన పనిని తలశక్తి అంటారు.

$W = T(A_2 - A_1)$

13. **స్పర్శ కోణము**

పాత్ర గోడలను స్పర్శించు ద్రవతలం వెంబడి ఊహించిన స్పర్శ రేఖకు గాజు పలకకు మధ్య ద్రవ అంతర్భాగంలో గల కోణాన్ని స్పర్శ కోణము అంటారు. పరిశుభ్రమైన నీటికి, గాజుకు మధ్య స్పర్శకోణం శూన్యం. పాదరసం, గాజు మధ్య స్పర్శకోణం దాదాపు 135^0.

14. కేశనాళికీయత

ఒక కేశనాళికను నిలువుగా ఒక ద్రవంలో ఉంచినప్పుడు ద్రవం కేశనాళికలోకి ఎగబాకుతుంది లేదా కిందకు పడిపోతుంది. అట్టి దృగ్విషయాన్ని కేశనాళికీయత అంటారు.

స్పర్శకోణం 90^0 కంటే తక్కువగా ఉంటే ద్రవం పైకి ఎగబాకుతుంది. స్పర్శకోణం 90^0 కన్నా ఎక్కువగా ఉంటే ద్రవ మట్టం కిందకు పడిపోతుంది.

15. ఉదాహరణలు

1. వత్తుల్లో గల సన్నని రంధ్రాల గుండా కిరోసిన్ ఎగబాకి కొనకు చేరి మండటం వల్ల కిరోసిన్ దీపం వెలుగుతూ ఉంటుంది.
2. మండుతున్న కొవ్వొత్తిలో వేడెక్కిన మైనం కరిగి వత్తి ద్వారా పైకి చేరడానికి కారణం కేశనాళికీయతే.
3. వేసవి కాలంలో నూలు వస్త్రాలను ధరించడం వల్ల చర్మం నుంచి బయటకు వచ్చే చెమట నూలు వస్త్రంలోని సన్నని రంధ్రాల ద్వారా కేశనాళికీయత వల్ల ఎగబాగుతుంది.

16. సబ్బు నీటి బుడగ అధిక పీడనం $P = \frac{4T}{R}$ సబ్బు నీటి బుడగ వ్యాసార్థం $'R'$

17. ద్రవ బిందువు లోపలి అధిక పీడనం $P = \frac{2T}{R}$ ద్రవ బిందువు వ్యాసార్థం $'R'$

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. సగటు పీడనాన్ని నిర్వచించండి, దీని ప్రమాణం, మితీయ ఫార్ములాను తెల్పండి.ఇది సదిశ రాశా?అదిశ రాశా?

జ. సగటు పీడనం (P_{av})

ప్రమాణ వైశాల్యంపై పనిచేసే అభిలంబ బలాన్ని సగటు పీడనం అంటారు.

$$P_{av} = \frac{F}{A}$$

ప్రమాణాలు: N/m^2 లేదా పాస్కల్

మితులు $= \left[ML^{-1}T^{-2}\right]$

పీడనం అదిశరాశి.

2. స్నిగ్ధతను నిర్వచించండి.స్నిగ్ధతా గుణకం ప్రమాణాలు,మితులు ఏమిటి?

జ. స్నిగ్ధత

ప్రవాహి రెండు పొరల మధ్య సాపేక్ష వేగాన్ని తగ్గించే ధర్మాన్ని స్నిగ్ధత అంటారు.

స్నిగ్ధతా గుణకం

ప్రవాహి దిశకు లంబంగా పొరల మధ్య ఏకాంక వేగ ప్రవణత ఉన్నపుడు ఏకాంక వైశాల్యం గల పొరల పై పనిచేసే

స్నిగ్ధతా బల పరిమాణాన్ని ఆ ద్రవం యొక్క స్నిగ్ధతా గుణకం అంటారు.

SI లో – న్యూటన్. సెకన్/మీటర్^{2} (లేదా) $Pa.S$

CGS లో డైన్.సెకన్/సెం.మీ^{2} (లేదా) పాయిజ్

మితులు : $ML^{-1}T^{-1}$

3. ఒక ఆటోమొబైల్ యొక్క కార్బ్యురేటర్ పనిచేయడం వెనక ఉన్న సూత్రం ఏది?

జ. ఆటోమొబైల్ కార్బ్యురేటర్‌కు ఒక వెంటురి ఛానెల్ (నాజిల్) ఉంటుంది. దాని ద్వారా ఆధిక వడితో గాలి ప్రవహిస్తుంది. గాలి పీడనం ఇరుకైన మెడవద్ద తగ్గడం వల్ల పెట్రోలు పేటికలోకి పీల్చబడుతుంది. ఈ విధంగా దహనానికి అవసరమయ్యే గాలి, ఇంధనాల మిశ్రమం సమకూరుతుంది/ఏర్పడుతుంది..

4. ద్రవ బిందువులు, బుడగలు గోళాకారంగా ఎందుకు ఉంటాయి ?

జ: తలతన్యత వల్ల ద్రవం వీలైనంత తక్కువ తలవైశాల్యం కలిగి ఉండటానికి ప్రయత్నిస్తుంది. కాని నియమిత ఘనపరిమాణం గల పదార్థానికి గోళాకార రూపంలో తక్కువ ఉపరితల తలవైశాల్యం ఉంటుంది. కావున వర్షపు బిందువులు గోళాకారంగా ఉంటాయి.

5. ద్రవ బిందువులోని అదనపు పీడనానికి సమీకరణాన్ని తెల్పండి.

జ. ద్రవబిందువు లోపల అధిక పీడనం, $P = \frac{2T}{\gamma}$

ఇక్కడ T = తలతన్యత, r = ద్రవ్యబిందువు వ్యాసార్థం

6. జలసంసక్తకాలు (water wetting agents), జలఅసక్తకాలు (water proofing agents) అంటే ఏమిటి? అవి ఏమి చేస్తాయి?

జ. జలఅసక్తకాలు

నీరు,ఫైబర్‌ల మధ్య ఉండే స్పర్శకోణాన్ని పెంచేందుకు ద్రవాలకు జలఅసక్తకాలను కలుపుతారు.

జలసంసక్తకాలు

సబ్బులు, డిటర్జెంట్లు, ద్రవానికి కలిపినప్పుడు స్పర్శకోణం తక్కువై అవి ద్రవంలోకి తేలిగ్గా చొచ్చుకొని పోయి ప్రభావవంతం అవుతాయి.

7. స్పర్శకోణం నిర్వచించండి.

జ: స్పర్శకోణం

పాత్ర గోడలను స్పర్శించు ద్రవతలం వెంబడి ఊహించిన స్పర్శ రేఖకు గాజు పలకకు మధ్య ద్రవ అంతర్భాగంలో గల కోణాన్ని స్పర్శ కోణం అందురు.

పరిశుభ్రమైన నీటికి, గాజుకు మధ్య స్పర్శకోణం శూన్యం. పాదరసం, గాజు మధ్య స్పర్శకోణం దాదాపు 135^0.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. గేజీ పీడనం అంటే ఏమిటి?మానోమీటర్ సహాయంతో పీడన వ్యత్యాసాన్ని ఎలా కనుక్కొంటారు?

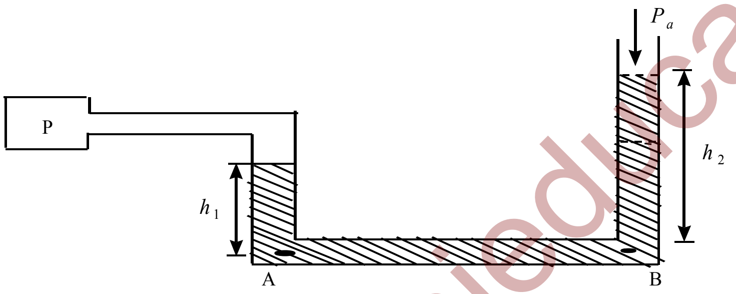
జ. గేజీ పీడనము

నిజపీడనానికి మరియు వాతావరణ పీడనానికి మధ్య గల భేదాన్ని గేజీ పీడనం (P_g) అంటారు.

$P_g = P - P_a$

మానోమీటర్

పీడనంలోని మార్పును కొలుచుటకు మోనోమీటంను ఉపయోగిస్తారు.ఇందు తగిన ద్రవమున్న U - ఆకారపు గొట్టం ఉంటుంది.అతి స్వల్ప పీడనాల మార్పును కొలవడానికి తక్కువ సాంద్రత గల మరియు అధిక పీడనాల మార్పును కొలవడానికి ఎక్కువ సాంద్రత గల ద్రవాలను ఉపయోగిస్తారు.



U గొట్టము ఒక చివర పీడనం కొలవలసిన వ్యవస్థకు కలుపబడి ఉంటుంది. పటములో చూపబడినట్లు A మరియు B రెండు బిందువులను తీసుకొండి. A, B లు ఒకే ఎత్తులో ఉండుటచే వాట్టి వద్ద పీడనాలు సమానం.దీని ద్వారా గేజీ పీడనము $(P-P_a)$ కొలవవచ్చు.

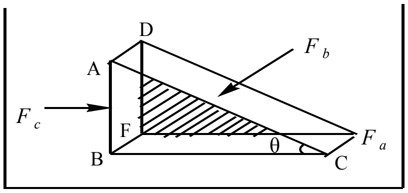
$$P + h_1\rho g = P_a + h_2\rho g \Rightarrow P - P_a = (h_2 - h_1)\rho g = h\rho g$$

2. పాస్కల్ నియయాన్ని తెలిపి ఒక ప్రయోగం సహాయంతో దాన్ని నిరూపించండి.

జ. పాస్కల్ నియమము

నిలకడ స్థితిలో గల ప్రవాహిలో, ఒకే ఎత్తులో వున్న అన్ని బిందువుల వద్ద పీడనాలు సమానం.

నిరూపణ



ఒక బీకరు నందలి ద్రవము నిలకడస్థితిలో ఉందనుకొండి. లంబకోణం అకృతిలో గల ఒక పట్టకం A B C D E F ద్రవంలో వున్నదనుకొండి. పటములో చూపినట్లు దీనిపై ద్రవము F_a, F_b మరియు

F_C బలాలు పనిచేస్తున్నామనుకొండి. వాటి అనురూప పీడనాలు వరుసగా P_a, P_b, P_c లు BEFC , ADFC మరియు ADEB వైశాల్యాలు వరుసగా A_a, A_b, A_c అనుకొండి.పటము నుండి

$F_b \sin\theta = F_c$; $F_b \cos\theta = F_a$ (నిలకడస్థితిలో)

పటము నుండి,

$A_b \sin\theta = A_c$; $A_b \cos\theta = A_a$

$\therefore \frac{F_b}{A_b} = \frac{F_c}{A_c} = \frac{F_a}{F_a}$ (or) $P_b = P_c = P_a$

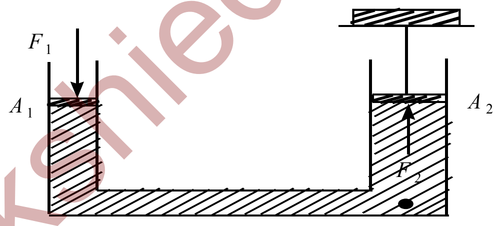
కావున నిలకడస్థితిలో ఉన్న ద్రవము అన్ని దిశలలో ఒకే పీడనాన్ని కలగజేస్తుంది.దీనినే పాస్కల్ నియమము అంటారు.

3. హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్, హైడ్రాలిక్ బ్రేక్‌లను వివరించండి.

జ. హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్

హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్ పాస్కల్ నియమంపై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది. ఇది పటంలో చూపినట్టుగా రెండు ముషలకాలు వాటి మధ్య నింపిన ద్రవంతో వేరయి ఉంటాయి. అల్పమధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం A_1 కలిగిన ముషలకాన్ని ద్రవంపై నేరుగా F_1 అనే బలాన్ని ప్రయోగించడానికి వాడతారు.

పీడనం $P = \frac{F_1}{A_1}$



ఈ పీడనం స్థూపానికి కలిపిన ఎక్కువ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం A_2 గల మరొక ముషలకాలనికి ద్రవం ద్వారా చేరుకొంటుంది. ఇది $P \times A_2$ అనే ఊర్ధ్వబలం ఉత్పన్నమవటానికి కారణమవుతుంది. అందువల్ల ముషలకం పెద్ద పెద్ద బలాలను (భారాలను) కూడ మోయగలుగుతుంది.

ఇందు $F_2 = PA_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1}$. కాబట్టి A_1 వద్ద ప్రయోగించే బలాన్ని మార్చడం ద్వారా, ప్లాట్‌ఫాంను పైకీ కిందకీ కదల్చవచ్చు.ఈ విధంగా ప్రయోగించిన బలాన్ని $\frac{A_2}{A_1}$ రెట్లు పెంచవచ్చు.దీనిని పరికరం యొక్క యాంత్రిక లాభం అంటారు.

హైడ్రాలిక్ బ్రేక్

హైడ్రాలిక్ బ్రేక్ పాస్కల్ సూత్రంపై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది. పాదంతో పెడల్ పైన స్వల్ప బలాన్ని ప్రయోగిస్తే, స్థూపంలోని మాస్టర్ ముషలకం కదులుతుంది. దీనివల్ల కలిగే పీడనం బ్రేక్ షూల ద్వారా ప్రసరితమై దీనికంటే ఎక్కువ వైశాల్యం గల ముషలకంపై చర్య జరుపుతుంది. బ్రేక్ లైనింగ్‌కు వ్యతిరేకంగా

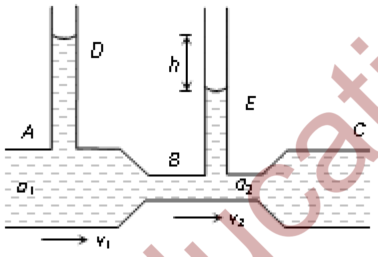
బ్రేక్ షూలు ముందుకు జరిగి బ్రేక్ లైనింగ్‌ను గట్టిగా పట్టుకొంటాయి. పెడల్ పైన చర్యజరిపే స్వల్ప బలం, చక్రంపై అధిక బలాన్ని ఉత్పన్నం చేస్తుంది. పెడల్‌ను నొక్కడం వల్ల ఏర్పడే పీడనం, కారు నాలుగు చక్రాలకు సమానంగా అనుసంధానితమై బ్రేకింగ్ యత్నం సమానంగా ఉంటుంది.

4. **వెంటురి–మీటర్ అంటే ఏమిటి? దీన్ని ఎలా ఉపయోగిస్తారో వివరించండి.**

జ. **వెంటురి–మీటర్**

ఇది బెర్నూలి సిద్ధాంత ఆధారంగా పనిచేస్తుంది. దీని ద్వారా గొట్టము గుండా ద్రవం ప్రవహించే మార్పు రేటును కొలవడానికి ఉపయోగిస్తారు.

ఈ పటములో చూపి A మరియు C అను సమాన గొట్టాలు తక్కువ వ్యాసము వున్న B గొట్టము పై బిగించబడి వుంటుంది. A మరియు B గొట్టాలకు రెండు నిలువు గొట్టాలు D మరియు E అమర్చబడి ఉంటాయి. దీని ద్వారా ప్రవహించే ద్రవ పీడనాన్ని లెక్కించవచ్చు.



ద్రవం ABC గొట్టంలోనికి ప్రవాహించినపుడు, A మరియు C లలో కంటే B గొట్టములో ద్రవం వేగం ఎక్కువ ఉంటుంది. కావున B లో ద్రవపీడనం A మరియు C లలో కంటే తక్కువ వుంటుంది.

A మరియు B ల వద్ద పీడన వ్యత్యాసాలను కొలుచుట వలన, గొట్టంలో ద్రవప్రవాహి పీడన రేటును లెక్కించువచ్చు.

A మరియు B ల యొక్క అడ్డుకోత వైశాల్యాలు α_1 మరియు α_2 అనుకొండి. v_1 మరియు v_2 లు A మరియు B లలో ద్రవవేగాలు అనుకొండి.

P_1 మరియు P_2 లు వరుసగా A,B ల వద్ద పీడనాలు అనుకొండి.

$\therefore\ P_1 - P_2 = h\rho g$ ..... (1)

క్షితిజ సమాంతర ప్రవాహికి బెర్నూలి సిద్ధాంతాన్ని అనువర్తించగా

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad \ldots(2)$$

(1) మరియు (2) సమీకరణాల నుండి.

$$h\rho g = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\rho\left[\frac{V^2}{a_2^2} - \frac{V^2}{a_1^2}\right] \qquad [\because\ V = a_1 v_1 = a_2 v_2]$$

$$\therefore \quad V^2 = \frac{2a_1^2 a_2^2 hg}{a_1^2 - a_2^2} \text{ or } V = a_1 a_2 \sqrt{\frac{2hg}{a_1^2 - a_2^2}}$$

5. రెనాల్డ్స్ సంఖ్య అంటే ఏమిటి? దాని ప్రాముఖ్యత ఏమిటి ?

జ. రెనాల్డ్స్ సంఖ్య

గొట్టాల గుండా ద్రవాలు ప్రవాహించు ద్రవ స్వభావాన్ని తెలియజేయు ఒక సంఖ్యను రెనాల్డ్ సంఖ్య అందురు.

ఏకాంక వైశాల్యం గల ప్రవాహిపై పనిచేసే జడత్వ బలానికి మరియు ఏకాంక వైశాల్యం పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలానికి గల నిష్పత్తిని రెనాల్డ్ సంఖ్య (N_R) అంటారు.

r వ్యాసార్ధం, A అడ్డుకొత వైశాల్యం గల గొట్టం గుండా ρ సాంద్రత గల ద్రవం ప్రవహించిన

ఏకాంక వైశాల్యంపై పనిచేసే జడత్వబలం = $\frac{dp/dt}{A} = \frac{v(dm/dt)}{A} = \frac{vAv\rho}{A} = v^2\rho$

ఏకాంక వైశాల్యంపై పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం $F/A = \frac{\eta v}{r}$

రెనాల్డ్ సంఖ్య నిర్వచనం నుండి,

N_R = ఏకాంక వైశాల్యంపై పనిచేసే జడత్వబలం/ఏకాంక వైశాల్యంపై పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం

$$= \frac{v^2\rho}{\eta v/r} = \frac{v\rho r}{\eta}$$

ప్రాముఖ్యత

రెనాల్డ్ సంఖ్య విలువ

ధారారేఖ ప్రవాహం : 0-2000

అస్థిర ప్రవాహం : 2000-3000

సంక్షుబ్ధ ప్రవాహం : 3000 కన్న ఎక్కువ

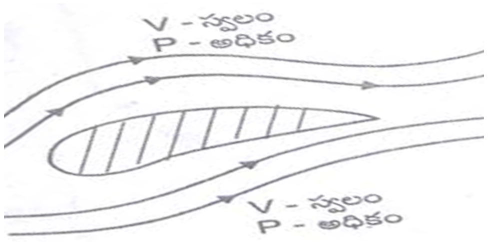
6. గతిక ఉత్థాపనాన్ని ఉదాహరణలతో సహా వివరించండి?

జ. గతిక ఉత్థాపకం

ఏదైనా ప్రవాహిలో ప్రయాణం చేస్తున్న వస్తువుపై ఊర్ధ్వ దిశలో పనిచేసే బలాన్ని గతిక ఉత్థాపకం అంటారు.

విమానం వేగంగా ప్రయాణించేటపుడు విమానం రెక్క పై భాగంలో గల గాలి వేగము రెక్క క్రింద గల గాలి వేగము కన్న ఎక్కువ.ఈ విధమైన వేగాలను సాధించేందుకు వీలుగా విమానపు రెక్కపై భాగాన్ని కుంబాకారంగా మలిచి, క్షితిజ సమాంతరానికి కొంత కోణంతో పైకి ఉండేటట్లు బిగిస్తారు.

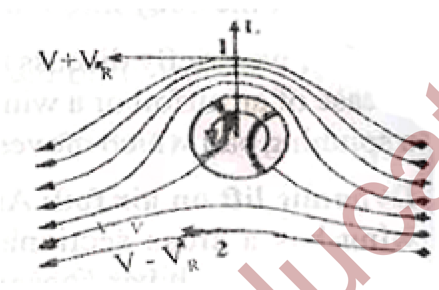
www.sakshieducation.com



గతిక ఉత్థాపక బలకం = (పీడనాల వ్యత్యాసమ)× విమాన రెక్క వైశాల్యం

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

మాగ్నస్ ఫలితం



భ్రమణం చలనంలో గల బంతిని వేగంగా విసిరివేస్తే, బంతిపై భాగాన గాలి పొర అపత్వరణమును మరియు అడుగుభాగాన ఉన్న గాలి పొర త్వరణం చెందుతుంది. భ్రమణం చేస్తున్న బంతి పై భాగాన ఉన్న గాలి పొర బంతి ప్రయాణ దిశకు వ్యతిరేక దిశలో ప్రయాణం చేస్తుంది. బెర్నూలీ సిద్ధాంతం ప్రకారం బంతి క్రింది భాగం కన్నా, పైభాగం కన్నా, పైభాగం వద్ద పీడనం ఎక్కువగా ఉంటుంది. దీని వలన బంతి యొక్క మార్గం వక్రంగా ఉంటుంది.

7. తనతన్యత, తలశక్తులను వివరించండి.

జ. **తలతన్యత**

సమతాస్థితి వద్ద గల ద్రవ ఉపరితలం పై ఊహించిన స్పర్శరేఖకు లంబంగా ప్రమాణ పొడవు పై పనిచేసే బలాన్ని తలతన్యత అంటారు.

$$\text{తలతన్యత} = \frac{\text{బలం } (F)}{\text{పొడవు } (L)}$$

తలశక్తి

ద్రవం ఉపరితల వైశాల్యన్ని ఏకాంక పరిమాణం పెంచడానికి జరిపిన పనిని తలశక్తి అంటారు.

$$W = T(A_2 - A_1) \quad \text{or} \quad T = \frac{W}{A}\ \text{J/m}^2$$

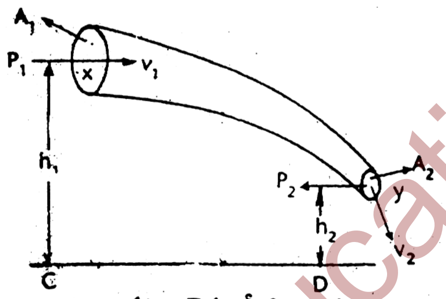
www.sakshieducation.com

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **బెర్నూలీ సిద్ధాంతాన్ని తెలపండి. ఒక గొట్టంలో ప్రవహిస్తున్న ద్రవానికి శక్తినిత్యత్వ సూత్రం ద్వారా బెర్నూలీ సమీకరణాన్ని రాబట్టండి. బెర్నూలీ సిద్ధాంతం ఒక అనువర్తనాన్ని ఇవ్వండి.**

జ: బెర్నూలీ సిద్ధాంతము

స్నిగ్ధతలేని, అసంపీడ్య ప్రవాహం స్థిరవేగంతో ఒక గొట్టంలో ప్రవహిస్తున్నపుడు ఏ బిందువు వద్దనైనా ఏకాంక ఘనపరిమాణం నకు గల ప్రవాహి పీడనశక్తి, గతిశక్తి మరియు స్థితిశక్తుల మొత్తం స్థిరం. దీనిని బెర్నూలీ సిద్ధాంతం అంటారు.



పటం బెర్నూలీ సిద్ధాంతం

నిరూపణ

స్నిగ్ధతలేని, అసంపీడ్య ప్రవాహి స్థిర వేగంతో 'xy' గొట్టం గుండా ప్రవహిస్తున్న దనుకొండి. 'x' వద్ద గొట్టం అడ్డుకొత వైశాల్యం A_1, భూఉపరితలం నుంచి ఎత్తు 'h_1' మరియు 'y' వద్ద గొట్టం అడ్డుకొత వైశాల్యం A_2, భూ ఉపరితలం నుంచి $h_2 (h_1 > h_2)$ ఎత్తు ఉందనుకొండి.

x, y ల వద్ద ప్రవాహి వేగములు వరుసగా v_1, v_2 మరియు పీడనాలు P_1, P_2 అనుకొండి. అసంపీడ్య ప్రవాహాలకు సాంద్రత (ρ) స్థిరం. x, y ల వద్దసాంతత్య సమీకరణం , $A_1 v_1 = A_2 v_2$

dt కాల వ్యవధి లో 'x' నుండి ప్రవహించే ద్రవ్యరాశి $= A_1 v_1 \rho dt$

గొట్టంలో ప్రవేశించే ప్రవాహి చేసే పని $= P_1 A_1 v_1 \rho dt$ (ధనాత్మకం)

ఇదే విధంగా 'y' నుండి వెలుపలకు ప్రవహించే ద్రవ్యరాశి $= A_2 v_2 \rho\, dt$

వెలుపలకు ప్రవహించే ప్రవాహి ద్రవ్యరాశి పై జరిగిన పని $= P_2 A_2 v_2\ \rho\ dt$ (ఋణాత్మకం)

పీడన వ్యత్యాసం వలన ప్రవాహి పై జరిగే పని,

$W_p = P_1 A_1 v_1 \rho dt - P_2 A_2 v_2\ \rho\, dt$ ....(1)

గురుత్వాకర్షణ బలం వలన ప్రవాహి పై జరిగే పని 'W_g' అయిన

$W_g = m(h_1 - h_2) g$ .....(2)

$W_p + W_g = P_1 A_1 v_1 dt - P_2 A_2 v_2 dt + m(h_1 - h_2) g$

పని –శక్తి సిద్ధాంతం నుండి,

$$\therefore P_1A_1v_1dt - P_2A_2v_2dt + m(h_1 - h_2)g = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

పై సమీకరణాన్ని $m = P_1A_1v_1dt = P_2A_2v_2dt$ చే ఇరువైపులా భాగించగా

$$\frac{P_1}{\rho} + h_1 g + \frac{1}{2}v_1^2 = \frac{P_2}{\rho} + h_2 g + \frac{1}{2}v_2^2$$

లేదా $P + \rho hg + \frac{1}{2}\rho v^2 =$ స్థిరం

దీనిని బెర్నూలీ సమీకరణం అంటారు.

అనువర్తనాలు

1. బలమైన గాలులు వీచినపుడు ఇళ్ళ కప్పులు లేచిపోతాయి. పీడనాల వ్యత్యాసం వలన కప్పు పై పనిచేయు వాయుగతిక ఉత్థాపక బలం వలన కప్పు లేచిపోతుంది.

2. స్నిగ్ధతా గుణకాన్ని నిర్వచించండి. ద్రవం ద్వారా ప్రయాణించే వస్తువు అంత్య వేగానికి సమీకరణం స్టోక్స్ సిద్ధాంతం ద్వారా రాబట్టండి.

జ: స్నిగ్ధతా గుణకం

ప్రవాహి దిశకు లంబంగా పొరల మధ్య ఏకాంక వేగ ప్రవణత ఉన్నపుడు ఏకాంక వైశాల్యం గల పొరల పై పనిచేసే స్నిగ్ధతా బల పరిమాణాన్ని ఆద్రవం యొక్క స్నిగ్ధతా గుణకం అంటారు.

అంత్యవేగం

ఒక ద్రవంలోకి జారవిడచిన వస్తువు కొంత దూరం ప్రయాణించిన తర్వాత పొందే స్థిరవేగాన్ని అంత్యవేగం అంటారు.

ఉదా: మేఘాలనుంచి భూమిని చేరే వర్షపు చినుకు తుదివేగం.

స్టోక్స్ సిద్ధాంతం: ఒక పొడవైన జాడీలో గల గ్లిజరిన్‌లోకి జారవిడిచిన ఒక చిన్న ఉక్కు గోళాన్ని పరిగణించండి. స్నిగ్ధతా గుణకం η , గోళం వ్యాసార్థం 'r' మరియు దాని చరమ వేగం 'v' అనుకొండి.

ద్రవ స్నిగ్ధత వలన వస్తువు పై పనిచేసే రోధక బలం $F = 6\pi\eta rv$

'r'వ్యాసార్థం మరియు 'ρ'సాంద్రత గల ఒక గోళం σ సాంద్రత గల ప్రవాహి ద్వారా గురుత్వాకర్షణ వల్ల క్రిందికి ప్రయాణిస్తుందనుకొండి. గోళం పై పనిచేసే బలాలు,

ఎ) క్రింది దిశలో పనిచేసే గోళభారం $W = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$

బి) ఊర్ధ్వ దిశలో పనిచేసే ఉత్ప్లవన బలం (F_B) $F_B = \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g$

సి) ఊర్ధ్వ దిశలో పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం $F_v = 6\pi\eta rv$

గోళం చరమ వేగంతో ప్రయాణించేటప్పుడు,

$$W = F_v + F_B \Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 \ \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \ \sigma g + 6\pi\eta r v_1 \Rightarrow v_t = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho - \sigma)}{\eta}$$

లెక్కలు

1. తలతన్యత బలానికి వ్యతిరేకంగా 0.6 సెం.మీ. వ్యాసం గల ఒక సబ్బు నీటిబుడగను ఊదడంలో జరిగిన పని విలువను కనుక్కోండి. సబ్బు నీటి ద్రావణం తలతన్యత $2.5\times10^{-2}\,Nm^{-1}$

జ: తలతన్యత $= 2.5\times10^{-2}\,Nm^{-1}$

వ్యాసం $= 0.6\times10^{-2}\,m$

వ్యాసార్థం $= \frac{0.6}{2}\times10^{-2}\,m = 3\times10^{-3}\,m$

సబ్బు బుడగ రెండు ఉపరితలాలను కలిగి ఉంటుంది. కనుక మొత్తం వైశాల్యం $A = 2\times4\pi r^2$

$$A = 2\times4\times\frac{22}{7}\times(3\times10^{-3})^2 = 226.2857\times10^{-6}$$

$\therefore$ మొత్తం జరిగిని పని $W =$ తలతన్యత × వైశాల్యం $= 2.5\times10^{-2}\times226.2857\times10^{-6}$

$$W = 5.657\times10^{-6}\,J$$

2. ఒక కేశనాళికలో నీరు $6cm$ ఎత్తు వరకు ఎక్కాలంటే, దాని వ్యాసార్థం ఎంత వుండాలి. (నీటి తలతన్యత $= 7.2\times10^{-2}\,Nm^{-1}, g = 10ms^{-2}$)

జ: కేశనాళికా ఆరోహణం $h = 6\times10^{-2}\,m$

నీటి తలతన్యత $(T) = 7.2\times10^{-2}\,Nm^{-1}$

కేశనాళిక వ్యాసార్థం $(r) = ?$

నీటి సాంద్రత $d = 1.000\,kgm^{-3}$

$$T = \frac{hdgr}{2} \Rightarrow$$

$$r = \frac{2T}{hdg} = \frac{2\times7.2\times10^{-2}}{6\times10^{-2}\times1.000\times9.8} = 0.245\times10^{-3}\,m$$

$$\therefore r = 0.245\,mm$$

www.sakshieducation.com

3. 0.4mm **వ్యాసం గల ఒక కేశనాళికను బీకరులో ఉన్న పాదరసంలో ముంచినప్పుడు, నాళంలోని ద్రవచంద్ర రేఖాకృతి** (meniscus) **లో కలిగే నిమ్నతను లెక్కించండి. (పాదరసం సాంద్రత =** 13.6×10^{3} kg m^{-3}**, పాదరసం తలతన్యత =** 0.49 Nm^{-1}**,స్పర్శకోణం =** 135^{0}**)**

జ: D = 0.4 mm = 0.4 X 10^{-3} m ; r = 0.2 X 10^{-3} m ; d = 13.6 X 10^{3} kg/m^{3},

$\theta = 130^{0}$; cos (130) = - 0.6428 ; T = 0.49 N/m, h = ?

$$T=\frac{hrdg}{2\cos\theta}\Rightarrow h=\frac{2T\cos\theta}{rdg}=\frac{2\text{ X }0.49\ (-0.6428)}{0.2\text{ X }10^{-3}\text{ X }13.6\text{ X }10^{3}\text{ X }9.8} \qquad h=-0.024\,m$$

ఇక్కడ ఋణగుర్తు పాదరస మట్టం క్రిందకు పడిపోవుటను సూచిస్తుంది.

4. R **వ్యాసార్ధం గల బుడగను రూపొందించేందుకు చేసిన పని** W **అయితే బుడగ వ్యాస్ధారం రెట్టింపు అయ్యేందుకు (**2R **అయ్యేందుకు) ఎంత శక్తి అవసరం?**

జ: $R_1 = R$, $R_2 = 2R$

$W_1 = W$, $W_2 = ?$, $W_2 - W_1 = ?$

$W = 4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1) \Rightarrow W \propto R^2$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Rightarrow W_2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 W_1$$

$W_2 = 4W \Rightarrow W_2 - W_1 = 4W - W = 3W$

5. R_1, R_2 **వ్యాసార్ధాలు గల రెండు సబ్బు బుడగలు శూన్యంలో సమోష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ పరిస్థితులలో కలిసిపోయి ఒక బుడగను ఏర్పరచాయి. ఆ కొత్త బుడగ వ్యాసార్ధం ఎంత? సబ్బు ద్రావణం తలతన్యతను** T **గా తీసుకొండి.**

జ: $$P_1V_1 + P_2V_2 = PV \Rightarrow \frac{4T}{R_1}\frac{4}{3}\pi R_1^3 + \frac{4T}{R_2}\frac{4}{3}\pi R_2^3 = \frac{4T}{R}\frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R^2 = R_1^2 + R_2^2 \Rightarrow R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2}$$

www.sakshieducation.com

అదనపు లెక్కలు

1. **ఎందుకో వివరించండి.**
బలాన్ని,వైశాల్యంతో భాగిస్తే వచ్చేదే పీడనం అయినప్పటికీ ఈ ద్రవస్థైతికపీడనం ఒక అదిశరాశి.

జ: ద్రవంపై బలాన్ని కలిగిస్తే, ఆ పీడనం అన్ని దిశలలో సమానంగా ప్రసరిస్తుంది. అందుకని ద్రవం వల్ల కలిగే పీడనానికి దిశ ఉండదు. కాబట్టి ద్రవపీడనం అదిశరాశి.

2. **ఎందుకో వివరించండి.**
ఎ) శుభ్రమైన గాజుపలక తలంపై వేసిన నీరు దానిపై వ్యాపించడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.కాని పాదరసం అయితే బిందువులుగా ఏర్పడటానికి ప్రయత్నిస్తుంది.(దీన్నే ఇంకోరకంగా చేప్పాలంటే, నీరు గాజును తడుపుతుంది.కాని పాదరసం గాజును తడపలేదు.)
బి) ఒక ద్రవం తలతన్యత ఆ తలవైశాల్యంపై ఆధారపడి ఉండదు.

జ: ఎ) పాదరసం – గాజులో స్పర్శకోణం గురుకోణం. ఈ గురుకోణాన్ని పొందడానికి పాదరసం బిందువు ఏర్పడుతుంది. నీరు–గాజుకు స్పర్శకోణం లఘుకోణం.ఈ లఘుకోణాన్ని పొందడానికి నీరు వ్యాపించడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.
బి) ద్రవతలానికి గీసిన స్పర్శరేఖపై లంబంగా ప్రమాణ పొడవుపై పనిచేసే బలాన్ని ద్రవం యొక్క తలతన్యత అంటారు. బలం ద్రవతలం యొక్క వైశాల్యంపై ఆధారపడదు. కాబట్టి తలతన్యత కూడా ద్రవతల వెశాల్యంపై ఆధారపడదు.

3. **ఒక స్ప్రే పంప్ స్తూపాకార గొట్టం మధ్యచ్ఛేధ వైశాల్యం $8.0\,cm^2$ దాని చివర $1.0mm$ వ్యాసం సూక్ష్మరంధ్రాలు 40 ఉన్నాయి.గొట్టంలో ద్రవం ప్రవాహవడి $1.5m\ min^{-1}$ అయితే రంధ్రాలనుంచి విరజిమ్మే ద్రవం వడి ఎంత?**

జ: $A_1 = 8\,cm^2 = 8\times10^{-2}\,m^2$; $v_1 = 1.5\,m/min = \dfrac{1.5}{60}\,m/s$

$A_2 = 40\pi r_2^2 = 40\times3.14\times0.5\times10^{-4}$; $v_2 = ?$

$A_1 v_1 = A_2 v_2$

$$8\times10^{-14}\times\frac{1.5}{6.0} = 40\times03.14\times0.5\times10^{-4}\times v_2$$

$\therefore\ v_2 = 64\,m/s$

www.sakshieducation.com

4. ఎ) 2×10^{-3} m వ్యాసంగల ధమనిలోని రక్త ప్రవాహం స్తరీయంగా కొనసాగేందుకు రక్తం ఉండాల్సిన గరిష్ఠ సగటు వేగం ఎంత?

బి) సంబంధిత రక్త ప్రవాహరేటు ఎంత? (రక్తం స్నిగ్ధతను 2.084×10^{-3} Pa s గా తీసుకోండి).

జ: $r = 2\times10^{-3}\,m$; $D = 4\times10^{-3}\,m$

$\eta = 2.084\times10^{-3}\,Pa\,s$; $N_R = 2000$

a) సందిగ్ధ వేగం $V_c = \dfrac{N_R \eta}{\rho D} = \dfrac{\left(2000\times2.084\times10^{-3}\right)}{\left(1.06\times10^{-3}\right)\times\left(4\times10^{-3}\right)} = 0.98\,m/s$

b) రక్త ప్రవాహరేటు $= a\,v = \pi r^2 V_c = \dfrac{22}{7}\times\left(2\times10^{-3}\right)^2\times0.98 = 1.23\times10^{-5}\,m^3 s^{-1}$

5. ఒకొక్కటి $25m^2$.వైశాల్యంగల రెండు రెక్కలను కలిగి ఉండే విమానం ఒక నిర్ణీత ఎత్తువద్ద స్థిరవడితో ప్రయాణిస్తున్నది.రెక్క అడుగు తలంపై గాలివేగం 180 km/h ,రెక్కపై తలంపై ఉన్న గాలివేగం 234km/h అయితే విమానం ద్రవ్యరాశిని నిర్ధారించండి.(గాలి సాంద్రతను 1 kg^{-3} గా తీసుకోండి).

జ: $V_1 = 180\,km/h = 50\,m/s$; $V_2 = 234\,km/h = 65\,m/s$

ఒకొక్క రెక్క వైశాల్యం $A = 25\,m^2$

బెర్నూలీ సిద్ధాంతం నుండి, $P_1 + \dfrac{1}{2}V_1^2 = P_2 + \dfrac{1}{2}V_2^2$

(or) $P_1 - P_2 = \dfrac{1}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = \dfrac{1}{2}\left((65)^2 - (50)^2\right) = 862.5\,Nm^{-2}$

ఊర్ధ్వ దిశలో పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం $F = \left(P_1 - P_2\right)A$

విమానం ద్రవ్యరాశి $= \dfrac{\left(P_1 - P_2\right)A}{g} = \dfrac{862.5\times2\times50}{9.8} = 4.4\times10^3\,Kg$

6. కుళాయి నుంచి వస్తున్న నీటి ధార కిందికి వస్తున్న కొద్దీ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం తగ్గుతుంది. ఎందువల్ల ?

జ: కుళాయి నుండి నీరు ధారా ప్రవాహంగా ప్రవహిస్తుంది. నీటి ధార మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం కుళాయి మూతి వద్ద ఎక్కువగాను మరియు క్రిందికి వచ్చు కొలది ధార మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం తక్కువగాను ఉంటుంది.కుళాయి మూతి వద్ద ధార వైశాల్యము A_1 మరియు v_1 వేగము , ధార అడుగు భాగాన వైశాల్యము A_2 మరియు v_2 వేగం అని అనుకొండి.

సాంతత్య సమీకరణం నుండి, $A_1 v_1 = A_2 v_2$

అనగా ద్రవం వేగం పెరిగితే, దాని మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం తగ్గుతుంది.

www.sakshieducation.com