Chapter
11
तरल यांत्रिकी

वह पदार्थ जो बाह्य बल लगाने पर बहता है तरल कहलाता है। द्रव व गैसें तरल हैं। तरल स्वयं किसी आकार के नहीं होते परन्तु यह जिस पात्र में रखे जाते हैं उसका आकार ग्रहण कर लेते हैं। भौतिकी की वह शाखा जिसमें विराम तरलों का अध्ययन किया जाता है द्रव स्थैतिकी कहलाती है जबकि वह शाखा जिसमें गतिशील तरलों का अध्ययन किया जाता है द्रवगतिकी कहलाती है।

दाब (Pressure)

विराम द्रव द्वारा सम्पर्क में रखी सतह पर अभिलम्वबत् आरोपित बल, उस सतह पर द्रव का प्रणोद (Thrust) कहलाता है।

द्रव द्वारा सम्पर्क सतह के प्रति एकांक क्षेत्रफल पर आरोपित अभिलम्वबत् बल (अथवा प्रणोद) द्रव का दाब अथवा द्रव स्थैतिक दाब कहलाता है।

यदि द्रव के सम्पर्क में क्षेत्रफल A पर अभिलम्वबत् बल F आरोपित हो तो द्रव द्वारा सतह पर आरोपित दाब $P = F/A$

(1) **इकाई** : N/m^2 अथवा पास्कल (SI) अथवा डाइन/cm (CGS)

(2) **विमा** : $[P] = \dfrac{[F]}{[A]} = \dfrac{[MLT^{-2}]}{[L^2]} = [ML^{-1}T^{-2}]$

(3) किसी बिन्दु पर दाब सभी दिशाओं में क्रियाशील होता है। दाब से कोई निश्चित दिशा सम्बद्ध नहीं होती अतः यह एक प्रदिश (Tensor) राशि है।

(4) **वायुमण्डलीय दाब %** पृथ्वी के चारों ओर गैसों का आवरण पृथ्वी का वायुमण्डल कहलाता है। वायुमण्डल द्वारा आरोपित दाब वायुमण्डलीय दाब कहलाता है। पृथ्वी की सतह पर (समुद्र तल पर) वायुमण्डलीय दाब का मान लगभग $1.013 \times 10^5 N/m^2$ अथवा पास्कल (SI मात्रक) होता है। दाब की अन्य प्रायोगिक इकाईयाँ वायुमण्डल (*atm*), बार एवं टॉर (*Hg* का *mm*) हैं।

$$1atm = 1.01 \times 10^5 Pa = 1.01 \text{bar} = 760\ torr$$

पृथ्वी की सतह पर वायुमण्डलीय दाब अधिकतम होता है तथा सतह से ऊपर जाने पर वायुमण्डलीय दाब घटता है।

(5) यदि P_0 वायुमण्डलीय दाब हो, तो ρ घनत्व वाले द्रव की सतह से h गहराई तक जाने पर द्रव स्थैतिक दाब $P = P_0 + h\rho g$ होगा।

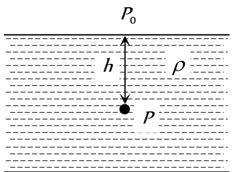


Fig. 11.1

(6) द्रव के अंदर किसी बिन्दु पर द्रव स्थैतिक दाब द्रव की सतह से गहराई (*h*), द्रव की प्रकृति (ρ) व गुरुत्वीय त्वरण (*g*) पर निर्भर करता है। जबकि यह द्रव की मात्रा, पात्र के आकार अथवा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता। अतः दिया गया द्रव विभिन्न आकार के पात्रों में समान ऊँचाई तक भरा जाए तो पात्रों के तल पर दाब समान होगा जबकि विभिन्न पात्रों में द्रव का आयतन व भार भिन्न-भिन्न होगा।

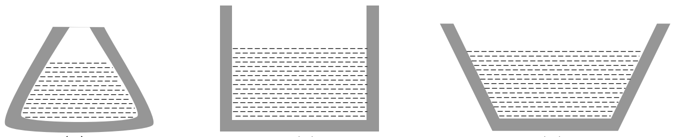


Fig. 11.2

$P_A = P_B = P_C$ परन्तु $W_A < W_B < W_C$

(7) किसी द्रव में समान तल पर उपस्थित सभी बिन्दुओं पर दाब समान होगा यदि न हो तो दाबान्तर के कारण द्रव बहेगा। इस कारण ही चित्रानुसार जुड़े हुये विभिन्न आकार के पात्रों में द्रव का तल समान होता है जबकि मात्रा भिन्न-भिन्न होती है।

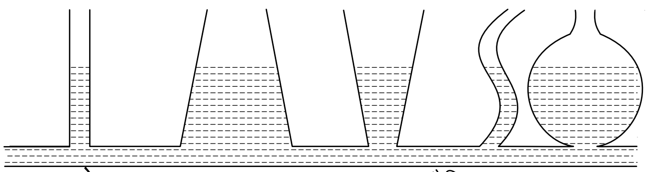


Fig. 11.3

(8) **गेज. दाब** (Gauge pressure) द्रव स्थैतिक दाब (Hydro statics pressure) P व वायुमण्डलीय दाब P_0 का अंतर गेज दाब कहलाता है।

$$P - P_0 = h\rho g$$

घनत्व (Density)

किसी तरल में, किसी बिन्दु पर, घनत्व ρ निम्नानुसार परिभाषित किया जाता है: $\rho = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}$

(1) किसी समांगी व समदैशिक पदार्थ के लिये इसमें दिशात्मक गुण नहीं होता अतः यह एक अचर राशि है।

(2) इसकी विमाएँ $[ML^{-3}]$ व SI मात्रक kg/m जबकि CGS मात्रक g/cc है $[1 g/cc = 10^3 kg/m^3]$

(3) किसी पदार्थ के घनत्व का अर्थ उस पदार्थ के द्रव्यमान व पदार्थ द्वारा अधिग्रहित आयतन के अनुपात से है जबकि किसी वस्तु का घनत्व उसके द्रव्यमान व आयतन का अनुपात होता है। अतः ठोस वस्तुओं के लिए

वस्तु का घनत्व = पदार्थ का घनत्व

जबकि खोखली वस्तुओं में, वस्तु का घनत्व उसके पदार्थ के घनत्व से कम होता है। $[\because V_{\text{वस्तु}} > V_{\text{पदार्थ}}]$

(4) जब विभिन्न घनत्वों के अमिश्रणीय द्रव किसी पात्र में भरे जाएँ तो उच्चतम घनत्व का द्रव पात्र के तली में जबकि निम्नतम घनत्व का द्रव पात्र में सबसे ऊपर होगा। सम्पर्क सतहें समतल होंगी।

(5) कभी-कभी घनत्व के स्थान पर आपेक्षिक घनत्व अथवा विशिष्ट गुरुत्व का प्रयोग किया जाता है जो निम्न प्रकार परिभाषित है

$$\text{आपेक्षिक घनत्व (RD)} = \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व}}$$

(6)यदि m_1 द्रव्यमान व ρ_1 घनत्व का द्रव, m_2 द्रव्यमान व ρ_2 घनत्व के द्रव में मिलाया जाए तो

$m = m_1 + m_2$ तथा $V = (m_1/\rho_1) + (m_2/\rho_2)$

$[\because V = m/\rho]$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{(m_1/\rho_1) + (m_2/\rho_2)} = \frac{\Sigma m_i}{\Sigma(m_i/\rho_i)}$$

यदि $m_1 = m_2$ हो, तो $\rho = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$ = हरात्मक माध्य

(7) यदि ρ_1 घनत्व वाले द्रव के आयतन V_1 को ρ_2 घनत्व वाले द्रव के V_2 आयतन में मिलाया जाये, तब

$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2$ और $V = V_1 + V_2$ $[\because \rho = m/V]$

यदि $V_1 = V_2 = V$ हो तो $\rho = (\rho_1 + \rho_2)/2$ = समांतर माध्य

(8) ताप वृद्धि के कारण, वस्तु में प्रसार होता है अतः वस्तु के आयतन में वृद्धि होती है जबकि द्रव्यमान अपरिवर्तित रहता है अतः घनत्व घटता है

अर्थात् $\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{(m/V)}{(m/V_0)} = \frac{V_0}{V} = \frac{V_0}{V_0(1+\gamma\Delta\theta)}$

$[\because V = V_0(1+\gamma\Delta\theta)]$

अथवा $\rho = \frac{\rho_0}{(1+\gamma\Delta\theta)} \simeq \rho_0(1-\gamma\Delta\theta)$

(9) दाब बढ़ाने पर, किसी वस्तु का आयतन घटता है अतः घनत्व बढ़ेगा अर्थात्

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{(m/V)}{(m/V_0)} = \frac{V_0}{V} \qquad [\because \rho = \frac{m}{V}]$$

परन्तु आयतन प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा से,

$$B = -V_0 \frac{\Delta p}{\Delta V} \text{ अर्थात्, } V = V_0\left[1 - \frac{\Delta p}{B}\right]$$

अतः $\rho = \rho_0\left(1 - \frac{\Delta p}{B}\right)^{-1} \simeq \rho_0\left(1 + \frac{\Delta p}{B}\right)$

पास्कल का नियम (Pascal's Law)

इस नियमानुसार यदि गुरुत्व नगण्य मानें तो साम्यावस्था में द्रव में प्रत्येक बिन्दु पर दाब समान होगा।

अथवा

यदि गुरुत्व नगण्य हो तो पात्र में रखे द्रव के किसी एक बिन्दु पर दाब बढ़ाने पर, दाब द्रव के सभी बिन्दुओं व पात्र की दीवारों पर समान रूप से संचरित होता है।

उदाहरण: हाइड्रॉलिक लिफ्ट, हाइड्रॉलिक प्रेस व हाइड्रॉलिक ब्रेक।

हाइड्रॉलिक लिफ्ट की कार्यविधि : यह भारी वस्तुओं को उठाने के लिए प्रयुक्त होती हैं।

यदि एक अल्प परिमाण का बल f, पिस्टन C पर आरोपित करें तब द्रव पर आरोपित दाब

$P = f/a$ [a, पिस्टन C के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल]

यह दाब समान रूप से पिस्टन D पर संचरित होगा

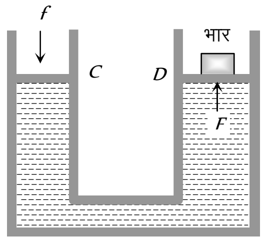


Fig. 11.4

$$F = PA = \frac{f}{a}A = f\left(\frac{A}{a}\right)$$

यदि $A >> a$ हो, तो $F >> f$ अतः बड़े पिस्टन पर रखा भार अल्प परिमाण के बल द्वारा आसानी से उठाया जा सकता है।

आर्किमिडीज सिद्धांत (Archimedes Principle)

आर्किमिडीज ने खोजा कि जब एक पिण्ड पूर्णतः अथवा आंशिक रूप से किसी स्थिर तरल में डुबोया जाता है तो उस पर एक उत्प्लावक बल कार्य करता है जो पिण्ड द्वारा विस्थापित तरल के भार के तुल्य होता है। यही आर्किमिडीज का सिद्धांत है। यह द्रव स्थैतिकी का एक महत्वपूर्ण सिद्धांत है।

जब कोई पिण्ड आंशिक रूप से अथवा पूर्णतः किसी तरल में डुबोया जाता है तो तरल, पिण्ड पर द्रव स्थैतिक दाब आरोपित करता है। पिण्ड की किसी सतह पर तरल द्वारा आरोपित बल सतह के लम्बवत् होता है तथा परिमाण में उस बिन्दु पर आरोपित दाब व सतह के क्षेत्रफल के गुणनफल के तुल्य होता है। इस प्रकार के सभी नियत बलों का परिणामी उत्प्लावक बल कहलाता है।

उत्प्लावक बल का परिमाण व दिशा ज्ञात करने के लिए माना σ घनत्व के तरल में एक वस्तु चित्रानुसार डूबी है । ऊर्ध्वाधर सतहों पर लगने वाले बल एक-दूसरे को निरस्त कर देंगे। ऊपर की सतह नीचे की ओर एक बल का अनुभव करेगी

$F_1 = AP_1 = A(h_1\sigma g + P_0)$ [चूँकि $P = h\sigma g + P_0$]

जबकि निचली सतह ऊपर की ओर एक बल का अनुभव करेगी

$F_2 = AP_2 = A(h_2\sigma g + P_0)$

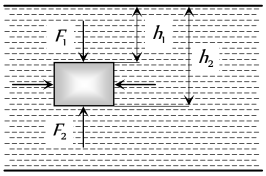


Fig. 11.5

$\because h_2 > h_1, F_2$ का मान F_1 से अधिक होगा अतः पिण्ड ऊपर की ओर एक परिणामी बल का अनुभव करेगा

$F = F_2 - F_1 = A\sigma g(h_2 - h_1)$

यदि पिण्ड की उर्ध्वाधर ऊँचाई L हो तो, $F = A\sigma gL = V\sigma g$

[चूँकि $V = AL = A(h_2 - h_1)$]

अतः F = पिण्ड द्वारा विस्थापित तरल का भार

यह बल ही उत्प्लावक बल कहलाता है। उत्प्लावक बल पिण्ड के भार के विपरीत, प्रतिस्थापित तरल के गुरुत्व केन्द्र (उत्प्लावक केन्द्र) से होकर ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर क्रियाशील होता है। यद्यपि उपरोक्त परिणाम तरल में पूर्णतः डूबी वस्तु के लिए प्राप्त किया गया है परन्तु यह आंशिक रूप से डूबी अथवा एक से अधिक तरलों में डूबी वस्तु के लिए भी सत्य है।

(1) उत्प्लावक बल पिण्ड के द्रव्यमान, आकार, घनत्व आदि पर निर्भर नहीं करता है, केवल पिण्ड के द्रव में डूबे हुए आयतन पर निर्भर करता है।

(2) उत्प्लावक बल प्रतिस्थापित तरल की प्रकृति पर निर्भर करता है। इसी कारण समुद्र में पूर्णतः डूबी किसी वस्तु पर उत्प्लावक बल, शुद्ध जल में डूबी किसी वस्तु पर लगने वाले उत्प्लावक बल से अधिक होता है क्योंकि इसका घनत्व शुद्ध जल के घनत्व से अधिक होता है।

(3) ρ घनत्व के पिण्ड को जब σ घनत्व के तरल में डुबोया जाता है तो

आभासी भार = वास्तविक भार – उत्प्लावक बल $= W - F_{up}$

$$= V\rho g - V\sigma g = V(\rho - \sigma)g = V\rho g\left(1 - \frac{\sigma}{\rho}\right)$$

$$\therefore W_{APP} = W\left(1 - \frac{\sigma}{\rho}\right)$$

(4) यदि किसी पिण्ड का आयतन V है इसे σ घनत्व के द्रव में डुबोया जाए तो उसका भार घट जाता है।

W_1 = वायु में पिण्ड का भार W_2 = जल में पिण्ड का भार

भार में आभासी कमी $W_1 - W_2 = V\sigma g \Rightarrow V = \dfrac{W_1 - W_2}{\sigma g}$

(5) किसी पिण्ड का आपेक्षिक घनत्व (R.D.)

$$= \frac{\text{पिण्ड का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व}} = \frac{\text{पिण्ड का भार}}{\text{समान आयतन के जल का भार}}$$

$$= \frac{\text{पिण्ड का भार}}{\text{जल का उत्प्लावन}} = \frac{\text{पिण्ड का भार}}{\text{जल पिण्ड के भार में कमी}}$$

$$= \frac{\text{वायु में पिण्ड का भार}}{\text{पिण्ड का वायु में भार} - \text{जल में भार}} = \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

(6) यदि जल में किसी पिण्ड के भार में कमी 'a' है जबकि किसी अन्य द्रव में कमी 'b' हो तो

$$\therefore \frac{\sigma_L}{\sigma_W} = \frac{\text{द्रव में पिण्ड पर उत्प्लावन बल}}{\text{जल में पिण्ड पर उत्प्लावन बल}} = \frac{\text{द्रव में भार में कमी}}{\text{जल में भार में कमी}}$$

$$= \frac{a}{b} = \frac{W_{\text{वायु}} - W_{\text{द्रव}}}{W_{\text{वायु}} - W_{\text{जल}}}$$

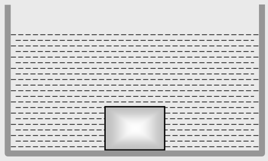
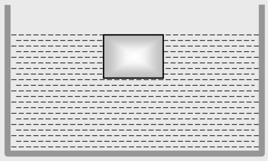
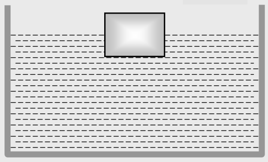
किसी पिण्ड का तैरना (Floatation)

(1) **रेखीय साम्य :** जब ρ घनत्व व V आयतन वाला कोई पिण्ड σ घनत्व के द्रव में डुबोया जाता है, तो पिण्ड पर निम्न बल कार्य करते हैं

पिण्ड का भार $W = mg = V\rho g$ पिण्ड के गुरुत्व केन्द्र से ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर

उत्प्लावक बल = $V\sigma g$ प्रतिस्थापित द्रव के गुरुत्व केन्द्र (उत्प्लावक केन्द्र) से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर

Table 11.1 : द्रव के अन्दर पिण्ड

यदि पिण्ड का घनत्व द्रव के घनत्व से अधिक हो $\rho > \sigma$, तो  भार, उत्प्लावक बल से अधिक होगा अतः पिण्ड डूब जाएगा।
यदि पिण्ड का घनत्व द्रव के घनत्व के तुल्य हो $\rho = \sigma$, तो  भार, उत्प्लावक बल के तुल्य होगा अतः पिण्ड पूर्णतः डूब कर उदासीन साम्यावस्था में कहीं भी तैरता रहेगा।
यदि पिण्ड का घनत्व द्रव के घनत्व से कम हो $\rho < \sigma$, तो  भार उत्प्लावक बल से कम होगा अतः पिण्ड आंशिक रूप से डूबकर साम्यावस्था में तैरता रहेगा $W = V_{in}\sigma g \Rightarrow V\rho g = V_{in}\sigma g$ $V\rho = V_{in}\sigma$ जहाँ V_{in} द्रव में डूबे पिण्ड का आयतन है।

(i) एक पिण्ड द्रव में तैरेगा यदि और केवल यदि $\rho \le \sigma$

(ii) पिण्ड के तैरने की स्थिति में पिण्ड का भार = उत्प्लावक बल

अतः W_{App} = वास्तविक भार – उत्प्लावक बल = 0

(iii) तैरने की स्थिति में $V\rho g = V_{in}\sigma g$

अतः तैरने की साम्यावस्था g से प्रभावित नहीं होती क्योंकि उत्प्लावक बल व भार दोनों g पर निर्भर करते हैं।

(2) **घूर्णी साम्यावस्था :** जब किसी तैरते हुए पिण्ड को साम्यावस्था से कुछ विस्थापित किया जाता है तो उत्प्लावन केन्द्र (B) परिवर्तित हो जाता है। नये उत्प्लावन केन्द्र B' से होकर जाने वाली ऊर्ध्वाधर रेखा व प्रारम्भिक ऊर्ध्वाधर रेखा एक बिन्दु M पर मिलती हैं, जिसे मित-केन्द्र (Metacentre) कहते हैं। यदि मित-केन्द्र M गुरुत्व केन्द्र के ऊपर हो तो बिन्दु, G पर बल (पिण्ड का भार W) व बिन्दु B' पर बल (उत्प्लावक बल) मिलकर बलयुग्म का निर्माण करेंगे जो पिण्ड को पूर्वावस्था में ले आएगा। अतः तैरते हुए पिण्ड की घूर्णी साम्यावस्था के लिए मित केन्द्र M सदैव गुरुत्व केन्द्र के ऊपर होना चाहिए।

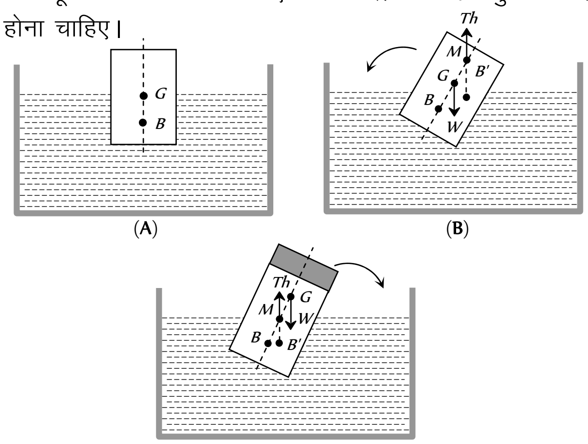


Fig. 11.6

परन्तु, यदि मित केन्द्र M, गुरुत्व केन्द्र से नीचे हो तो बिन्दु G व B' पर बलों का युग्म तैरती हुयी वस्तु को गिरा देगा।

यदि नाव में बैठा यात्री खड़ा हो जाए तो नाव उलटने लगती है। यही कारण है कि लकड़ी का लट्ठा पानी में ऊर्ध्वाधर नहीं तैर सकता। इन स्थितियों में मित केन्द्र M, गुरुत्व केन्द्र से नीचे होता है अतः साम्यावस्था से थोड़ा भी विस्थापित करने पर पिण्ड गिर जाता है।

(3) पिण्ड के तैरने के अनुप्रयोग

(i) जब कोई पिण्ड किसी द्रव में तैरता है तो,

पिण्ड का भार = उत्प्लावक बल $V\rho g = V_{in}\sigma g \Rightarrow V_{in} = \left(\frac{\rho}{\sigma}\right)V$

$\therefore \; V_{\text{out}} = V - V_{in} = \left(1 - \frac{\rho}{\sigma}\right)V$, अर्थात् द्रव के बाहर पिण्ड का आंशिक आयतन $f_{\text{out}} = \frac{V_{\text{out}}}{\text{V}} = \left[1 - \frac{\rho}{\sigma}\right]$

(ii) तैरने के लिए $V\rho = V_{in}\sigma \Rightarrow \rho = \frac{V_{in}}{V}\sigma = f_{in}\sigma$

यदि पिण्ड A व B समान द्रव में तैरते हों तो $\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{(f_{in})_A}{(f_{in})_B}$

(iii) यदि समान पिण्ड σ_A व σ_B घनत्व के विभिन्न द्रवों में तैरता हो तो

$$V\rho = (V_{in})_A\sigma_A = (V_{in})_B\sigma_B \quad \Rightarrow \quad \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{(V_{in})_B}{(V_{in})_A}$$

(iv) यदि M द्रव्यमान का एक प्लेटफार्म जिसका अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A हो, σ घनत्व वाले द्रव में तैर रहा हो व इसकी द्रव में ऊँचाई h हो तो

$$Mg = hA\sigma g \quad \text{...(i)}$$

अब यदि m द्रव्यमान का पिण्ड इस पर रखा जाए और प्लेटफार्म y ऊँचाई तक और डूब जाए तो

$$(M+m)g = (y+h)A\sigma g \quad \text{...(ii)}$$

समीकरण (i) को (ii) में से घटाने पर

$mg = A\sigma y g$, अर्थात् $W \propto y$ ...(iii)

अतः हम किसी तैरते हुए प्लेटफार्म पर रखे पिण्ड का भार, उसके द्वारा प्लेटफार्म की द्रव में डूबी ऊँचाई से ज्ञात कर सकते हैं।

धारा रेखीयए पटलित व विक्षुब्ध प्रवाह
(Streamline, Laminar and Turbulent Flow)

(1) **धारा रेखीय प्रवाह :** किसी द्रव के धारा रेखीय प्रवाह में किसी एक ही बिन्दु से होकर गुजरने वाले द्रव के सभी कण समान वेग से एक ही मार्ग पर चलते हैं।

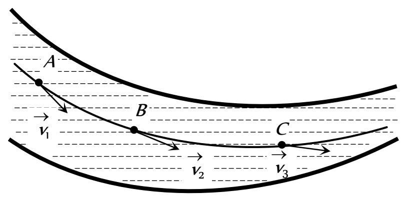


Fig. 11.7

एक धारा रेखा किसी पथ (सरल अथवा वक्र) के रूप में परिभाषित की जाती है। जिसमें किसी बिन्दु पर खींची गयी स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर द्रव के प्रवाह की दिशा को व्यक्त करती है।

दो धारा रेखायें कभी एक दूसरे को काटती नहीं हैं। किसी स्थान पर धारा रेखाओं की सघनता उस स्थान पर द्रव कणों के वेग की तीव्रता को प्रदर्शित करती है।

पथ ABC चित्रानुसार एक धारा रेखा को प्रदर्शित करता है। v_1, v_2 व v_3 द्रव कणों के क्रमशः बिन्दुओं A, B व C पर वेग हैं।

(2) **पटलित प्रवाह :** यदि एक द्रव किसी क्षैतिज सतह पर धारा रेखीय प्रवाह में भिन्न-भिन्न वेगों की पर्तों के रूप में बह रहा हो तथा पर्तें आपस में मिलती न हों, तो द्रव का प्रवाह पटलित प्रवाह कहलाता है। इस प्रवाह में द्रव प्रवाह का वेग सदैव द्रव के क्रांतिक वेग से कम होता है। पटलित प्रवाह प्रायः धारारेखीय प्रवाह का पर्यायवाची माना जाता है।

(3) **विक्षुब्ध प्रवाह :** जब द्रव प्रवाह का वेग उसके क्रांतिक वेग से अधिक होता है तो द्रव के कणों की गति अनियमित हो जाती है। इस प्रकार का प्रवाह विक्षुब्ध प्रवाह कहलाता है।

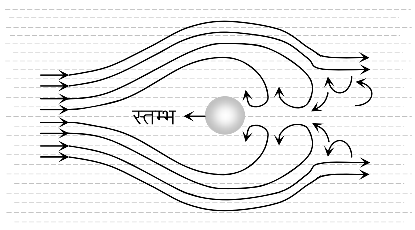


Fig. 11.8

विक्षुब्ध प्रवाह में, द्रव के कणों का पथ व वेग समय के साथ लगातार अनियमित रूप से प्रत्येक बिन्दु पर बदलता रहता है। इस प्रकार के प्रवाह

में प्रवाह संतुलित करने वाली अधिकतम ऊर्जा द्रव में भँवर उत्पन्न करने में खर्च हो जाती है। ऊर्जा का थोड़ा भाग ही द्रव को आगे की ओर प्रवाहित करता है। उदाहरण : नदी पर पुल के स्तम्भों पर भँवर (विक्षुब्ध प्रवाह) देखे जा सकते हैं।

क्रांतिक वेग व रेनाल्ड संख्या
(Critical Velocity and Reynold's Number)

क्रांतिक वेग किसी द्रव के प्रवाह का वह वेग है जिससे कम वेग पर द्रव का प्रवाह धारारेखीय तथा इससे अधिक वेग पर धारा का प्रवाह विक्षुब्ध हो जाता है।

रेनाल्ड संख्या एक विशुद्ध संख्या है जो किसी नली में द्रव के प्रवाह की प्रकृति बताती है।

किसी बहते तरल के लिए रेनाल्ड संख्या, प्रति एकांक क्षेत्रफल जड़त्वीय बल व प्रति एकांक क्षेत्रफल श्यान बल के अनुपात के तुल्य होती है।

$$N_R = \frac{\text{प्रति एकांक क्षेत्रफल जड़त्वीय बल}}{\text{प्रति एकांक क्षेत्रफल श्यान बल}}$$

यदि r त्रिज्या व अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A की नली से ρ घनत्व का द्रव प्रवाहित हो रहा हो तो नली से प्रति सैकण्ड प्रवाहित द्रव का द्रव्यमान

$\frac{dm}{dt}$ = प्रति सैकण्ड प्रवाहित आयतन × घनत्व = $Av \times \rho$

$\therefore$ प्रति एकांक क्षेत्रफल जड़त्वीय बल = $\frac{dp/dt}{A} = \frac{v(dm/dt)}{A}$

$= \frac{v\,Av\,\rho}{A} = v^2\rho$

व प्रति एकांक क्षेत्रफल श्यान बल $F/A = \frac{\eta v}{r}$

अतः रेनाल्ड संख्या की परिभाषा से

$$N_R = \frac{\text{प्रति एकांक क्षेत्रफल जड़त्वीय बल}}{\text{प्रति एकांक क्षेत्रफल श्यान बल}} = \frac{v^2\rho}{\eta v/r} = \frac{v\rho r}{\eta}$$

यदि रेनाल्ड संख्या का मान

(1) 0 व 2000 के मध्य हो तो द्रव का प्रवाह धारारेखीय अथवा पटलित होगा।

(2) 2000 व 3000 के मध्य हो तो द्रव का प्रवाह अस्थायी होगा अर्थात् धारारेखीय से विक्षुब्ध प्रवाह में परिवर्तित होगा।

(3) 3000 से अधिक हो तो द्रव का प्रवाह निश्चित रूप से बिक्षुब्ध होगा।

अविरतता का सिद्धान्त (सांतत्य समीकरण)
(Equation of Continuity)

अविरतता का सिद्धान्त द्रव्यमान संरक्षण सिद्धान्त की सहायता से स्थापित किया जाता है।

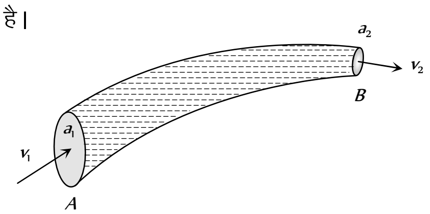


Fig. 11.9

माना असमान परिच्छेद की नली AB से कोई अश्यान द्रव प्रवाहित हो रहा है। नली के बिन्दु A व B पर अनुप्रस्थ क्षेत्रफल क्रमशः a_1 व a_2 हैं। माना द्रव नली में, बिन्दु A पर वेग v_1 से प्रवेश करता है व बिन्दु B पर v_2 वेग से बाहर निकलता है। बिन्दु A तथा B पर द्रव के घनत्व क्रमशः ρ_1 व ρ_2 हैं।

बिन्दु A से प्रति सैकण्ड प्रवेश करने वाले द्रव का द्रव्यमान = बिन्दु B से प्रति सैकण्ड बाहर निकलने वाले द्रव का द्रव्यमान

$a_1v_1\rho_1 = a_2v_2\rho_2$ तथा $a_1v_1 = a_2v_2$

[यदि द्रव असम्पीड्य है $\rho_2 = \rho_1$]

अथवा av = नियतांक अथवा $a \propto \frac{1}{v}$

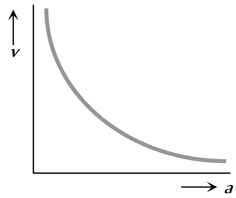


Fig. 11.10

उक्त व्यंजक असम्पीड्य व अश्यान द्रवों के अध्ययन के लिए सांतत्य समीकरण कहलाता है।

(1) प्रवाह का वेग द्रव पर निर्भर नहीं करता (यदि द्रव को अश्यान मानें)।

(2) अनुप्रस्थ क्षेत्रफल घटाने पर प्रवाह का वेग बढ़ता है तथा इसका विलोम भी सत्य है। इसलिये

(a) पहाड़ी क्षेत्रों में जहाँ नदी संकीर्ण व उथली होती है (कम अनुप्रस्थ काट) है प्रवाह वेग का अधिक होता है। जबकि मैदानी क्षेत्रों में जहाँ नदी चौड़ी व गहरी (अधिक अनुप्रस्थ काट) होती है, प्रवाह का वेग कम होता है अतः गहरा पानी शांत प्रतीत होता है।

(b) जब नल से पानी बहता है तो गुरुत्व के कारण गिरते द्रव का वेग बढ़ता है अतः अविरतता के सिद्धान्त से पानी की धार का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल कम हो जाता है।

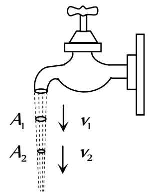


Fig. 11.11

बहते हुए तरल की ऊर्जा (Energy of a Flowing Fluid)

किसी बहते हुए तरल में निम्न तीन प्रकार की ऊर्जायें होती हैं।

Table 11.2 : बहते हुए द्रव की ऊर्जाएं

दाब ऊर्जा	स्थितिज ऊर्जा	गतिज ऊर्जा
किसी द्रव में दाब के कारण निहित ऊर्जा उसकी दाब ऊर्जा कहलाती है। इसकी माप द्रव को दाब के विरूद्ध (वेग परिवर्तन किये बिना) धकेलने में किये गये कार्य से होती है	किसी द्रव में पृथ्वी सतह (किसी निर्देश स्तर) से ऊँचाई अथवा स्थिति के कारण निहित ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।	किसी द्रव में उसकी गति अथवा वेग के कारण निहित ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा कहलाती है।
द्रव की दाब ऊर्जा = PV	द्रव की स्थितिज ऊर्जा = mgh	द्रव की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}mv^2$
प्रति एकांक द्रव्यमान दाब ऊर्जा = $\frac{P}{\rho}$	प्रति एकांक द्रव्यमान स्थितिज ऊर्जा = gh	प्रति एकांक द्रव्यामान गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}v^2$
प्रति एकांक आयतन स्थितिज ऊर्जा = ρgh		प्रति एकांक आयतन गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}\rho v^2$

बरनौली प्रमेय (Bernoulli Theorem)

इस प्रमेय के अनुसार, जब कोई असम्पीड्य अथवा अश्यान तरल एक स्थान से दूसरे स्थान तक धारा रेखीय प्रवाह में प्रवाहित होता है (मार्ग में कोई स्त्रोत अथवा सिंक न हो) तो मार्ग के प्रत्येक बिन्दु पर इसके एकांक आयतन (अथवा द्रव्यमान) की कुल ऊर्जा अर्थात दाब ऊर्जा, गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा का योग नियत रहता है।

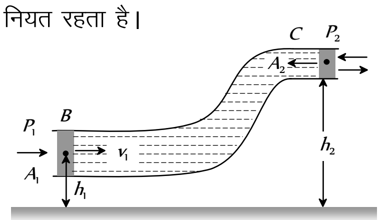


Fig. 11.12

गणितीय रूप में, प्रति एकांक आयतन द्रव प्रवाह के लिए

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

इसे सिद्ध करने के लिए माना कोई द्रव चित्रानुसार असमान परिच्छेद की नली से धारा रेखीय रूप में प्रवाहित हो रहा है। नली के सिरों पर दाब क्रमशः P_1 व P_2 है। असम्पीड्य द्रव के V आयतन को नली के बिन्दु B से बिन्दु C तक धकेलने में किया गया कार्य

$$W = P_1V - P_2V = (P_1 - P_2)V \quad ...(i)$$

(1) यह कार्य तरल में निम्न दो परिवर्तन करता है

(i) द्रव्यमान m (आयतन V) की स्थितिज ऊर्जा mgh_1 से mgh_2 करता है।

अर्थात् $\Delta U = mg(h_2 - h_1)$ ...(ii)

(ii) द्रव्यमान m (आयतन V) की गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv_1^2$ से $\frac{1}{2}mv_2^2$, करता है अर्थात $\Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ ...(iii)

चूँकि तरल अश्यान है अतः यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण नियम से

$$W = \Delta U + \Delta K$$

अर्थात $(P_1 - P_2)V = mg(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

अथवा $P_1 - P_2 = \rho g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$ [चूँकि $\rho = m/V$]

अथवा $P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

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

यह समीकरण बरनौली समीकरण कहलाता है तथा बहते हुए द्रव के लिये यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण को प्रदर्शित करता है।

(2) किसी पाइप से बहते हुये द्रव के एकांक द्रव्यमान के लिए बरनौली प्रमेय निम्नानुसार लिखी जाती है :

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

उपरोक्त समीकरण को g से विभाजित करने पर $\frac{P}{\rho g} + h + \frac{v^2}{2g} =$ नियतांक

जहाँ $\frac{P}{\rho g}$ दाब शीर्ष, h गुरुत्व शीर्ष व $\frac{v^2}{2g}$ वेग शीर्ष कहलाते हैं। इस प्रकार बरनौली प्रमेय निम्न प्रकार भी लिखी जा सकती है।

''किसी आदर्श द्रव के धारारेखीय प्रवाह में दाब शीर्ष, गुरूत्व शीर्ष व वेग शीर्ष का योग प्रत्येक अनुप्रस्थ काट पर नियत रहता है।''

बरनौली प्रमेय के अनुप्रयोग

(Applications of Bernoulli's Theorem)

(1) **समान दिशा में अत्यन्त समीप गतिशील नावों (अथवा बसों) में आकर्षण**

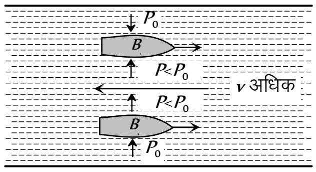


Fig. 11.13

जब दो नाव (अथवा बस) समान दिशा में अत्यंत समीप तेजी से गतिशील होती हैं तो उनके मध्य जल (अथवा वायु) की पर्तें तेजी से गतिशील हो जाती हैं जबकि दूर स्थित जल (अथवा वायु) की पर्तें धीमी गति से चलती हैं। अतः बरनौली प्रमेय से, उनके मध्य दाब कम हो जाता है। इस दाबांतर के कारण ही वे एक दूसरी की ओर खिंचती हैं।

(2) **वायुयान के पंखों की आकृति**

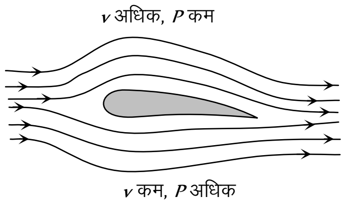


Fig. 11.14

वायुयान के पंखों की आकृति चित्रानुसार होती है। जब वायुयान रनवे (Runway) पर तेजी से गतिशील होता है, तो पंखों के इस विशिष्ट आकार के कारण पंखों के ऊपर की वायु की गति बढ़ जाती है व नीचे की घट जाती है। अतः बरनौली प्रमेय से ऊपर दाब घट जाता है व नीचे दाब बढ़ जाता है। दाबांतर के कारण वायुयान पर ऊपर की ओर एक बल (Dynamic Lift) लगता है, जिसका परिमाण दाबांतर व पंखों के क्षेत्रफल के गुणनफल के तुल्य होता है। यदि उपरोक्त बल का परिमाण वायुयान के भार से अधिक हो जाये, तो वायुयान ऊपर उठ जाता है।

(3) **कणित्र की क्रियाविधि**

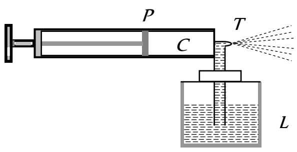


Fig. 11.15

कारबुरेटर, पेंट-गन अथवा सेंट स्प्रे की क्रिया विधि बरनौली प्रमेय पर आधारित है। इन सभी उपकरणों की सामान्य क्रिया ऊपर दर्शाये गये चित्र से समझी जा सकती है। संलग्न चित्र में पिस्टन P किसी बेलनाकार नली C में दबाये जाने पर वहाँ उपस्थित वायु को तेज गति से ऊर्ध्वाधर द्रव में डूबी नली L पर से गुजारता है। उच्च गति के कारण वायु की गतिज ऊर्जा बढ़ती है परिणामस्वरूप दाब घटता है, व द्रव नली T में ऊपर चढ़कर वायु के साथ फुहार के रूप में फैल जाता है।

(4) **तेज आँधी में टिन की छतों का उड़ जाना**

तेज आँधी के समय जब वायु तेज गति से टिन की छत के ऊपर से गुजरती है तो (बरनौली प्रमेय से) वहाँ

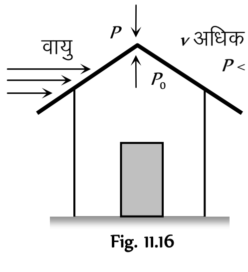


Fig. 11.16

कम दाब क्षेत्र उत्पन्न हो जाता जबकि छत के नीचे (कमरे में) अधिक दाब होता है। इस दाबान्तर के कारण छत ऊपर उठ जाती है और तेज हवा के साथ उड़ जाती है।

(5) **मैग्नस प्रभाव:** जब चक्रण (Spin) करती किसी गेंद को फेंका जाता है। तो वह उड़ान के दौरान अपने मार्ग से विचलित होती है। यह प्रभाव मैग्नस प्रभाव कहलाता है। टेनिस, क्रिकेट इत्यादि खेलों में मैग्नस प्रभाव अत्यन्त उपयोगी है क्योंकि गतिशील गेंद को उचित चक्रण कराकर किसी वांछित वक्र मार्ग पर फेंका जा सकता है। यदि एक गेंद बांयी से दांयी ओर गति कर रही हो, तथा साथ ही किसी क्षैतिज अक्ष (गति के लम्बवत्) के परितः चक्रण कर रही हो, तो चित्रानुसार वायु गेंद के सापेक्ष दांयी से बांयी ओर गति करेगी। परिणामस्वरूप गेंद के ऊपर वायु का परिणामी वेग $(V + r\omega)$ व नीचे $(V - r\omega)$ हो जाएगा। अतः बरनौली की प्रमेय से, गेंद के ऊपर दाब कम व नीचे अधिक हो जाएगा अतः गेंद अपने स्वाभाविक पथ OA_0 से विचलित होकर मार्ग OA_1 का अनुसरण करेगी तथा चक्रण की दिशा उलटने पर वक्राकार मार्ग की पिच कम हो जाएगी।

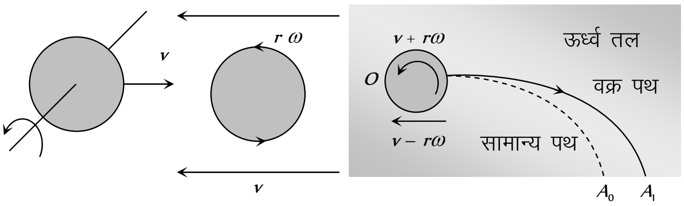


Fig. 11.17

इसी प्रकार यदि चक्रण दक्षिणावर्त है अर्थात् गेंद को Top-spin कराया जाये तो दाबान्तर के कारण बल गुरुत्व की दिशा में कार्यरत होगा अतः गेंद की पिच अधिक तीक्ष्ण होगी।

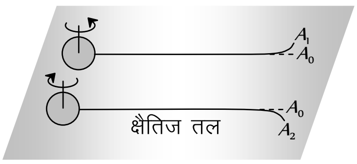


Fig. 11.18

पुनः यदि गेंद ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः चक्रण करती हुई फेंकी जाए तो वह चित्रानुसार पार्श्विक वक्र मार्ग पर मुड़ेगी जिसे गेंद का स्विंग (swing) करना कहते हैं।

(6) **वेन्चुरीमीटर :** यह बरनौली प्रमेय पर आधारित उपकरण है। इसकी सहायता से किसी नली में द्रव प्रवाह की दर ज्ञात की जा सकती है।

इसमें दो एक समान समअक्षीय नलियाँ A व C तीसरी समअक्षीय नली B की सहायता से जुड़ी रहती हैं व नली A व B पर दो ऊर्ध्वाधर नलियाँ D व E लगी रहती हैं जो प्रवाहित द्रव के दाब को मापती हैं।

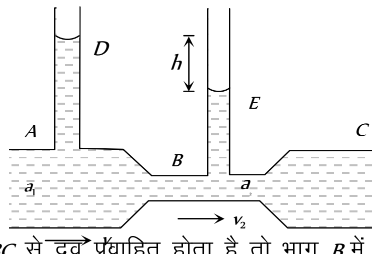


Fig. 11.19

जब नली ABC से द्रव प्रवाहित होता है तो भाग B में प्रवाह का वेग A व C की अपेक्षा अधिक होता है। A व B के मध्य दाबांतर मापकर नली में प्रवाह की दर ज्ञात की जाती है।

माना a_1 तथा a_2 क्रमशः नलियों A व B के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल हैं।

$v_1, v_2 =$ A व B में प्रवाह का वेग, $P_1, P_2 =$ A व B पर दाब

$$\therefore \; P_1 - P_2 = h\rho g \qquad ...(i)$$

[ρ = प्रवाहित द्रव का घनत्व]

क्षैतिज प्रवाह के लिये बरनौली प्रमेय से,

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \qquad ...(ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से $h\rho g = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\rho\left[\frac{V^2}{a_2^2} - \frac{V^2}{a_1^2}\right]$

[चूँकि $V = a_1 v_1 = a_2 v_2$]

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

द्रव का बहिःस्राव वेग (Velocity of Efflux)

यदि किसी पात्र में H ऊँचाई तक द्रव भरा जाए व द्रव की मुक्त सतह से h गहराई पर एक छिद्र किया जाए व छिद्र के स्तर को निर्देश स्तर (स्थितिज ऊर्जा शून्य) माना जाए, तो छिद्र के बाहर व अंदर बरनौली प्रमेय से

$$\therefore (P_0 + h\rho g) + 0 = P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 \text{ अथवा } v = \sqrt{2gh}$$

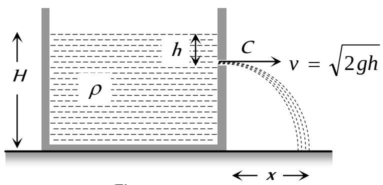


Fig. 11.20

जो कि किसी पिण्ड के विराम से h दूरी नीचे गिरने पर प्राप्त वेग के तुल्य है तथा द्रव का बहिःस्राव वेग कहलाता है। यह परिणाम सर्वप्रथम टॉरिसेली ने दिया था, अतः यह टॉरिसेली प्रमेय भी कहलाता है।

(1) बहिःस्राव वेग द्रव की प्रकृति, पात्र में द्रव की मात्रा व छिद्र के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता।

(2) छिद्र की द्रव की मुक्त सतह से दूरी अधिक होने पर बहिःस्राव वेग भी अधिक होगा। [अर्थात $v \propto \sqrt{h}$]

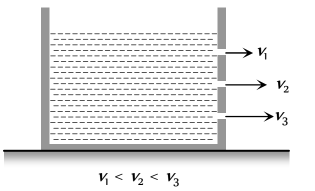


Fig. 11.21

(3) चूँकि छिद्र पर द्रव के प्रवाह का ऊर्ध्वाधर वेग शून्य है व छिद्र की तली से ऊँचाई $(H - h)$ है। अतः जल के छिद्र से तली तक पहुँचने में लगा समय $t = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$

(4) द्रव, समय t तक नियत क्षैतिज वेग v से बहता है अतः यह पृथ्वी तल से क्षैतिज दूरी x पर टकरायेगा।

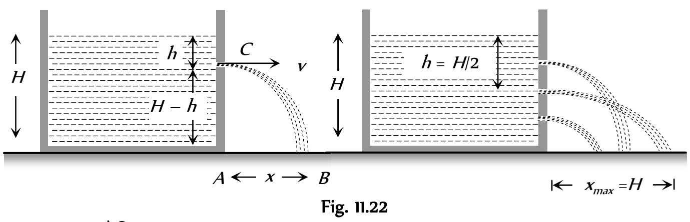


Fig. 11.22

अतः क्षैतिज परास x का मान

$x = vt = \sqrt{2gh} \times \sqrt{[2(H-h)/g]} = 2\sqrt{h(H-h)}$

अधिकतम परास के लिए $\frac{dx}{dh} = 0 \;\Rightarrow\; h = \frac{H}{2}$

अतः x अधिकतम परास होगी, जब $h = \frac{H}{2}$

$\therefore$ अधिकतम परास $x_{\max} = 2\sqrt{\frac{H}{2}\left[H - \frac{H}{2}\right]} = H$

(5)

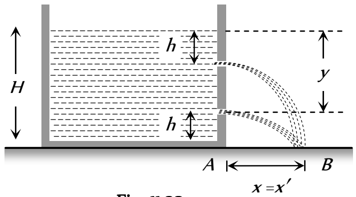


Fig. 11.23

यदि द्रव की मुक्त सतह पात्र की तली से H ऊँचाई पर हो व मुक्त सतह से गहराई h व y पर पात्र की दीवार में दो छिद्र हों तो

$x = 2\sqrt{h(H-h)}$ तथा $x' = 2\sqrt{y(H-y)}$

अब यदि $x = x'$, अर्थात् $h(H-h) = y(H-y)$

अर्थात् $y^2 - Hy + h(H-h) = 0$

अथवा $y = \frac{1}{2}[H \pm (H-2h)]$

अर्थात् $y = h$ अथवा $(H-h)$

अर्थात् छिद्र द्रव की मुक्त सतह से h अथवा $(H-h)$ गहराई पर हो तो परास समान होगी। चूँकि, मुक्त सतह से $(H-h)$ गहराई का अर्थ है तली से $H-(H-h)=h$ ऊँचाई अतः छिद्र मुक्त सतह से h गहराई व तली से h ऊँचाई पर होने पर परास समान होती है।

(6)

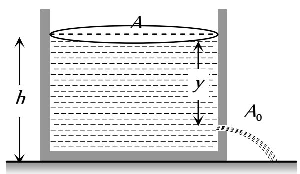


Fig. 11.24

यदि छिद्र का क्षेत्रफल A_0 हो व छिद्र द्रव की मुक्त सतह से y गहराई नीचे है तथा पात्र के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A हो तो छिद्र से प्रति सैकण्ड निकलने वाला आयतन $(dV/dt) = vA_0 = A_0\sqrt{2gy}$

[चूँकि $v = \sqrt{2gy}$]

इस कारण पात्र में द्रव स्तर गिरेगा। यदि समय t से $t+dt$ में छिद्र के ऊपर जल स्तर y से $y - dy$ हो जाए, तो $-dV = A\,dy$

उपरोक्त समीकरण में dV का मान रखने पर

$$-A\frac{dy}{dt} = A_0\sqrt{2gy}$$

अर्थात $\int dt = -\frac{A}{A_0}\frac{1}{\sqrt{2g}}\int y^{-1/2}dy$

अतः स्तर H से गिरकर H' होने में लगा समय

$$t = -\frac{A}{A_0}\frac{1}{\sqrt{2g}}\int_H^{H'} y^{-1/2}dy = \frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2}{g}}[\sqrt{H} - \sqrt{H'}]$$

यदि छिद्र पात्र की तली पर हो तो पात्र खाली होने में लगा समय

$t = \frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2H}{g}}$ [चूँकि यहाँ $H' = 0$]

श्यानता व श्यान बल संबंधित न्यूटन का नियम
(Viscosity and Newton's law of Viscous Force)

किसी तरल के धारारेखीय प्रवाह में द्रव की एक सतह किसी दूसरी सम्पर्क सतह पर फिसलती है अथवा फिसलने का प्रयास करती है, तो उनके मध्य एक स्पर्शरेखीय बल कार्य करने लगता है जो उनकी सापेक्षिक गति का विरोध करता है। तरल का वह गुण जिसके कारण वह अपनी सम्पर्क सतहों के मध्य सापेक्षिक गति का विरोध करता है, श्यानता (तरल घर्षण अथवा आंतरिक घर्षण) कहलाता है, तथा सम्पर्क सतहों के मध्य लगने वाला बल श्यान बल कहलाता है।

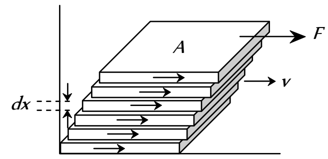


Fig. 11.25

माना AB (चित्रानुसार) द्रव की स्थिर सतह है। इससे x व $x + dx$ दूरी पर दो अन्य सतहें क्रमशः CD व MN हैं जिनके वेग क्रमशः v व $v + dv$ हैं, तब $\frac{dv}{dx}$ दूरी के साथ वेग में परिवर्तन की दर को प्रदर्शित करता है जो कि वेग प्रवणता कहलाती है।

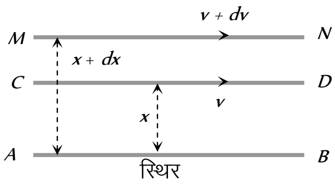


Fig. 11.26

न्यूटन के अनुसार, सतहों के मध्य लगने वाला श्यान बल, सतहों के सम्पर्क क्षेत्रफल व सतहों की लम्बवत् दिशा में वेग प्रवणता पर निर्भर करता है। अर्थात् $F \propto A$ तथा $F \propto \frac{dv}{dx} \;\Rightarrow F \propto A\frac{dv}{dx}$

अथवा $F = -\eta A\frac{dv}{dx}$; यहाँ η नियतांक है, जिसे श्यानता गुणांक कहते हैं। ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि श्यान बल तरल प्रवाह की दिशा के विपरीत दिशा में लगता है।

यदि $A = 1, \frac{dv}{dx} = 1$ तब $\eta = F$

अतः श्यानता गुणांक का मान एकांक सम्पर्क क्षेत्रफल व एकांक वेग प्रवणता से गति करती हुयी दो पर्तो के मध्य लगने वाले श्यान बल के तुल्य होता है।

(1) **इकाई** : $dyne\text{-}s\text{-}cm^{-2}$ अथवा पॉइज (CGS); $Newton\text{-}s\text{-}m^{-2}$ अथवा पॉइजुली अथवा डेका पॉइजुली (SI पद्धति) 1 पॉइजुली = 1 डेका पॉइजुली = 10 पॉइज

(2) **विमीय सूत्र** : $[ML^{-} T]$

(3) द्रवों की श्यानता, गैसों की श्यानता की तुलना में अत्यधिक (लगभग 100 गुनी) होती है। अर्थात् $\eta_L > \eta_G$

उदाहरण : जल की श्यानता = 0.01 पॉइज जबकि वायु की श्यानता = 200 μ पॉइज

(4) दाब बढ़ाने पर, द्रवों (जल को छोड़कर) की श्यानता बढ़ती है। गैसों की श्यानता (व्यवहारिक रूप से) दाब पर निर्भर नहीं करती। जल की श्यानता दाब बढ़ाने पर घटती है।

(5) **श्यानता व ठोस घर्षण में अंतर** : श्यान बल पर्तों के सम्पर्क क्षेत्रफल, आपेक्षिक वेग व उनके मध्य दूरी पर निर्भर करता है, जबकि घर्षण बल सम्पर्क सतहों के क्षेत्रफल, आपेक्षिक वेग व उनके मध्य दूरी पर निर्भर नहीं करता है।

(6) अणुगति सिद्धान्त के आधार पर श्यानता के कारण संवेग स्थानांतरित होता है, जबकि विसरण व चालन के कारण क्रमशः द्रव्यमान व ऊर्जा स्थानांतरित होती है।

(7) गाढ़े द्रवों जैसे शहद, ग्लिसरीन व कोलतार इत्यादि की श्यानता, पतले द्रवों जैसे जल इत्यादि से अधिक होती है।

(8) द्रवों की श्यानता का कारण उसके अणुओं के मध्य ससंजक बल है जबकि गैसों की श्यानता का कारण विसरण है।

(9) ताप बढ़ाने पर गैसों की श्यानता बढ़ती है क्योंकि ताप बढ़ाने पर विसरण की दर बढ़ जाती है।

(10) ताप बढ़ाने पर द्रवों की श्यानता घट जाती है क्योंकि ताप बढ़ाने पर उनके अणुओं के मध्य ससंजक बल घट जाता है।

श्यानता गुणांक व ताप में संबंध,

एनड्रेड (Andrade) सूत्र $\eta = \dfrac{A e^{C\rho/T}}{\rho^{-1/3}}$

जहाँ T= द्रव का परम ताप, ρ = द्रव का घनत्व, A व C नियतांक हैं।

स्टोक का नियम व क्रांतिक वेग

(Stoke's Law and Terminal Velocity)

जब कोई पिण्ड किसी तरल में गिरता है, तो पिण्ड के सम्पर्क में आने वाली तरल की पर्तें भी उसके साथ गति करती हैं। इस कारण पिण्ड के समीप तरल की पर्तों में आपेक्षिक गति प्रारम्भ हो जाती है। अतः श्यान बल कार्य करना प्रारम्भ कर देता है। श्यान बल पिण्ड की गति का विरोध करता है। श्यान बल का परिमाण पिण्ड के आकार व आकृति तथा तरल में इसके वेग पर निर्भर करता है।

स्टोक के अनुसार, यदि r त्रिज्या का गोला, η श्यानता के द्रव में v वेग से गिरे तो गोले की गति का विरोध करने वाला श्यान बल $F = 6\pi\eta r v$ होगा।

यह स्टोक का नियम कहलाता है।

यदि एक गोलाकार पिण्ड (त्रिज्या r) किसी श्यान तरल में गिरता है तो पहले तो वह त्वरित होता है परन्तु कुछ समय पश्चात् त्वरण शून्य हो जाता है व पिण्ड नियत वेग से गिरने लगता है जिसे क्रांतिक वेग कहते हैं।

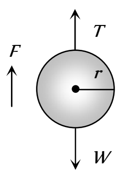


Fig. 11.27

(1) **पिण्ड पर कार्यरत् बल**

(i) पिण्ड का भार (W) = mg = (*आयतन* × *घनत्व*) × $g = \dfrac{4}{3}\pi r^3 \rho g$

(ii) उत्प्लावक बल (T) = विस्थापित तरल का भार

= तरल का (*आयतन* × *घनत्व*) × $g = \dfrac{4}{3}\pi r^3 \sigma g$

(iii) श्यान बल (F) = $6\pi\eta r v$

(2) **क्रांतिक वेग** : जब पिण्ड क्रांतिक वेग से गिरता है उस पर कार्यरत बलों का योग शून्य होता है अर्थात् $W - T - F = 0 \Rightarrow F = W - T$

$$\Rightarrow \quad 6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g = \frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \sigma) g$$

$\therefore$ क्रांतिक वेग $v = \dfrac{2}{9}\dfrac{r^2(\rho - \sigma) g}{\eta}$

(i) क्रांतिक वेग गोले की त्रिज्या पर निर्भर करता है। त्रिज्या n गुनी करने पर क्रांतिक वेग n गुना हो जाएगा।

(ii) पिण्ड का घनत्व अधिक होने पर क्रांतिक वेग भी अधिक होगा।

(iii) तरल की श्यानता व घनत्व अधिक होने पर क्रांतिक वेग कम होगा।

(iv) यदि $\rho > \sigma$ हो, तो क्रांतिक वेग धनात्मक होगा अतः गोलाकार पिण्ड क्रांतिक वेग से नीचे की ओर गति करेगा।

(v) यदि $\rho < \sigma$ हो, तो क्रांतिक वेग ऋणात्मक होगा व गोलाकार पिण्ड क्रांतिग वेग से ऊपर की ओर गति करेगा। उदाहरण : जल में वायु का बुलबुला तथा आकाश में बादल।

(vi) क्रांतिक वेग ग्राफ :

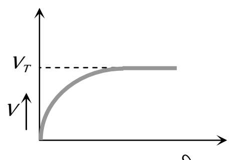


Fig. 11.28

पॉइजुली सूत्र (Poiseuille's Formula)

पॉइजुली ने केशनली में प्रवाहित द्रव के धारारेखीय प्रवाह का अध्ययन किया। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि यदि 'l' लम्बाई की केशनली के सिरों पर दाबांतर (P) हो, नली की त्रिज्या r हो, तो प्रति सैकण्ड नली से प्रवाहित द्रव का आयतन

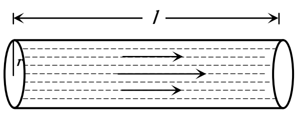


Fig. 11.29

(i) दाबांतर (P) के समानुपाती होता है

(ii) नली की त्रिज्या (r) की चतुर्थघात के समानुपाती होता है

(iii) द्रव की श्यानता (η) के व्युत्क्रमानुपाती होता है

(iv) नली की लम्बाई (l) के व्युत्क्रमानुपाती होता है

अर्थात $V \propto \frac{P r^4}{\eta l}$ अथवा $V = \frac{KP r^4}{\eta l} \Rightarrow V = \frac{\pi P r^4}{8\eta l}$

[जहाँ $K = \frac{\pi}{8}$ समानुपाती नियतांक है]

यही पॉइजुली समीकरण है।

यह समीकरण निम्न प्रकार भी लिखा जा सकता है

$V = \frac{P}{R}$ जहाँ $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$

जहाँ R द्रव प्रतिरोध कहलाता है।

(1) **नलियों का श्रेणीक्रम संयोजन**

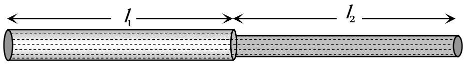


Fig. 11.30

(i) यदि दो नलियाँ जिनकी लम्बाई l_1 व l_2 व त्रिज्याऐं क्रमशः r_1 व r_2 हैं श्रेणी क्रम में जोड़ी जाती हैं व उनके सिरों के मध्य दाबान्तर P है।

तब $P = P_1 + P_2$ ...(i)

जहाँ P_1 व P_2 क्रमशः प्रथम व द्वितीय नलियों के सिरों के मध्य दाबांतर है।

(ii) प्रत्येक नली से प्रवाहित द्रव का आयतन अर्थात द्रव प्रवाह की दर समान होगी।

अतः $V = V_1 = V_2$

अर्थात $V = \frac{\pi P_1 r_1^4}{8\eta l_1} = \frac{\pi P_2 r_2^4}{8\eta l_2}$ ...(ii)

समी (ii) से P_1 व P_2 के मान समीकरण (i) में रखने पर

$$P = P_1 + P_2 = V\left[\frac{8\eta l_1}{\pi r_1^4} + \frac{8\eta l_2}{\pi r_2^4}\right]$$

$$\therefore V = \frac{P}{\left[\frac{8\eta l_1}{\pi r_1^4} + \frac{8\eta l_2}{\pi r_2^4}\right]} = \frac{P}{R_1 + R_2} = \frac{P}{R_{\text{प्रभावी}}}$$

जहाँ R_1 व R_2 नलियों में द्रव प्रतिरोध हैं।

(iii) श्रेणी क्रम में प्रभावी द्रव प्रतिरोध $R_{\text{प्रभावी}} = R_1 + R_2$

(2) **नलियों का समांतर संयोजन**

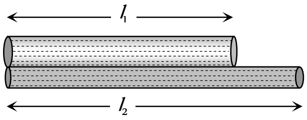


Fig. 11.31

(i) $P = P_1 = P_2$

(ii) $V = V_1 + V_2 = \frac{P\pi r_1^4}{8\eta l_1} + \frac{P\pi r_2^4}{8\eta l_2} = P\left[\frac{\pi r_1^4}{8\eta l_1} + \frac{\pi r_2^4}{8\eta l_2}\right]$

$\therefore V = P\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right] = \frac{P}{R_{\text{प्रभावी}}}$

(iii) समातंर क्रम में प्रभावी द्रव प्रतिरोध

$\frac{1}{R_{eff}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ या $R_{\text{प्रभावी}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Tips & Tricks

- जब कोई तरल (संतुलन) साम्यावस्था में है, तो इसके पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर बल लम्बवत् होता है।
- किसी द्रव में, समान क्षैतिज स्तर पर दाब समान होता है।
- किसी बिन्दु पर दाब सभी दिशाओं में समान होता है।
- दाब, तरल पृष्ठ के लंबवत् होता है।
- द्रव में किसी बिन्दु पर दाब, द्रव पृष्ठ के नीचे गहराई (h), द्रव के घनत्व तथा गुरुत्वीय त्वरण पर निर्भर करता है।

यह पात्र की आकृति अथवा द्रव के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।

- बल एक सदिश राशि है तथा दाब एक प्रदिश (Tensor) राशि है।
- दाब तथा घनत्व की तरल में वही भूमिका होती है जो ठोसों में बल तथा द्रव्यमान की होती है।
- बार तथा मिलीबार सामान्यतः अंतरिक्ष विज्ञान में प्रयोग होने वाले मात्रक हैं।
- वायुमण्डलीय दाब में अचानक गिरावट किसी तूफान की संभावना को व्यक्त करती है।
- बेरोमीटर, 17वीं शताब्दी में वॉन गुरिक (Von Guericke) ने बनाया था तथा अपने घर की बाहरी दीवार पर रखा था। इस बैरोमीटर की सहायता से उन्होंने पहली बार मौसम की भविष्यवाणी की थी। उन्होंने जल स्तंभ की ऊँचाई में अचानक आयी गिरावट के बाद, तूफान की सही संभावना व्यक्त की थी।
- विशिष्ट गुरुत्व को सापेक्षिक घनत्व के नाम से भी जाना जाता हैं

इस प्रकार पदार्थ की विशिष्ट गुरुत्व $= \frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{पानी का } (4°C) \text{ पर घनत्व}}$

- यदि वस्तु के पदार्थ का विशिष्ट गुरूत्व x है, तो इसका घनत्व
  - (i) x g सेमी$^{-3}$ CGS मात्रक में
  - (ii) $x \times 10^3$ कि ग्राम मी$^{-3}$ SI मात्रक में

N अणुओं के किसी पदार्थ में मोलों (moles) की संख्या निम्न सूत्र से दी जाती है $\mu = \frac{N}{N_A}$

- अणुओं तथा परमाणुओं के बीच बल विद्युतीय प्रकृति के होते हैं यद्यपि यह व्युत्क्रम वर्ग नियम का पालन नहीं करते हैं।

यदि m_1, m_2 द्रव्यमान तथा ρ_1, ρ_2 घनत्व के दो द्रव अगर एक साथ मिलाये

जाते हैं, तो मिश्रण का घनत्व $\rho = \dfrac{m_1 + m_2}{\dfrac{m_1}{\rho_1} + \dfrac{m_2}{\rho_2}}$

यदि दोंनो द्रव समान द्रव्यमान परंतु भिन्न घनत्वों के हैं, तो मिश्रण का घनत्व, द्रवों के हरात्मक माध्य (Harmonic mean) से दिया जाता है, अर्थात् $\rho = \dfrac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$ अथवा $\dfrac{1}{\rho} = \dfrac{1}{2}\left[\dfrac{1}{\rho_1} + \dfrac{1}{\rho_2}\right]$

✍ यदि समान आयतन परंतु भिन्न घनत्व की दो बूँदें साथ-साथ मिलायी जाती हैं, तो मिश्रण का घनत्व, बूँदों के घनत्व का समांतर माध्य होता है। अर्थात $\rho = \dfrac{\rho_1 + \rho_2}{2}$

✍ द्रवों का घनत्व दाब के साथ निम्न रूप से परिवर्तित होता है : $\rho = \rho_0\left[1 + \dfrac{\Delta p}{B}\right]$ जहाँ $\Delta p =$ दाब में परिवर्तन तथा B आयतन प्रत्यास्थता गुणांक है

किसी द्रव (जिसका आयतन प्रत्यास्थता गुणांक B है) की h गहराई पर उसका घनत्व निम्न रूप से दिया जाता है $\rho_d = \rho_0\left[1 + \dfrac{h\rho g}{B}\right]$; जहाँ ρ द्रव का औसत घनत्व है।

✍ हाइड्रोमीटर से हम तरल अथवा द्रव का घनत्व माप सकते हैं।

यदि किसी पात्र में H ऊँचाई तक द्रव भरा है तथा इसकी सतह पर h ऊँचाई पर एक छिद्र है तब बहिःस्राव का वेग $v = \sqrt{2g(H-h)}$ होगा। जमीन तक द्रव को पहुँचने में लगा समय $t = \sqrt{2h/g}$ होगा। द्रव की क्षैतिज परास $R = 2[h(H-h)]^{1/2}$ होगी। जमीन तल से h ऊँचाई पर छिद्र तथा द्रव पृष्ठ से h नीचे छिद्र के लिये क्षैतिज परास समान होगी। यह क्षैतिज परास $h = H/2$ के लिये अधिकतम होगी अर्थात् :

$$R_{\max} = 2\left[\left(\frac{H}{2}\right)\left(H - \frac{H}{2}\right)\right]^{1/2} = H$$

✍ सांतत्य समीकरण के अनुसार नल से निकलने वाली धारा की अनुप्रस्थ काट नीचे जाने के साथ-साथ कम हो जाती है।

✍ द्रव में डूबी हुयी वस्तु पर उत्प्लावन बल वस्तु के द्रव्यमान, घनत्व अथवा आकृति पर निर्भर नहीं करता। यह सिर्फ वस्तु के आयतन पर निर्भर करता है।

✍ किसी हवा भरे हुये प्लास्टिक के थैले का भार, खाली थैले के भार के बराबर होगा क्योंकि उत्प्लावन बल घिरी हुयी वायु के भार के बराबर होगा।

✍ उत्प्लावन बल तरल के घनत्व पर निर्भर करता है ना कि वस्तु के घनत्व पर।

✍ यदि किसी द्रव में दो वस्तुओं पर उत्प्लावन बल समान है तो उनका आयतन समान होगा।

✍ किसी छत पर वायु प्रवाहित होती है तो छत पर बल ऊपर की ओर होता है।

✍ यदि पानी की सतह पर कोई व्यक्ति दूसरे व्यक्ति की पीठ पर तैरता है तो आभासी भार शून्य होगा।

✍ यदि कोई वस्तु किसी द्रव में ठीक तैरने की अवस्था में है(वस्तु का घनत्व, द्रव के घनत्व के तुल्य है) तो वस्तु को नीचे की ओर दबाने पर वह डूब जायेगी।

✍ गुरुत्व केन्द्र तथा उत्प्लावन केन्द्र को जोड़ने वाली रेखा को केन्द्रीय रेखा (central line) कहते हैं।

✍ वह बिन्दु जहाँ उत्प्लावन केन्द्र से होकर जाने वाली ऊर्ध्वाधर रेखा केन्द्रीय रेखा को प्रतिच्छेद करती है को मित केन्द्र (meta centre) कहते हैं

✍ तैरती हुयी वस्तु यदि स्थायी साम्य में है, तो मित केन्द गुरुत्व केन्द्र से ऊपर होगा। (गुरुत्व केन्द्र, उत्प्लावन केन्द्र से नीचे होगा)

✍ तैरती हुयी वस्तु अस्थायी साम्य में होगी, यदि मित केन्द्र गुरुत्व केन्द्र से नीचे है। (गुरुत्व केन्द्र, उत्प्लावन केन्द्र से ऊपर होगा)

✍ तैरती हुयी वस्तु उदासीन साम्य में होगी यदि मित केन्द्र तथा गुरुत्व केन्द्र एक ही बिन्दु पर हों।

✍ लकड़ी की छड़ ऊर्ध्वाधर खड़ी नहीं तैर सकती क्योंकि गुरुत्व केन्द्र मित केन्द्र से ऊपर स्थित होता है।

✍ पानी के अंदर वायु का बुलबुला हमेशा ऊपर की ओर आता है। क्योंकि वायु का घनत्व, पानी के घनत्व की अपेक्षा कम होता है। अतः बुलबुले के लिये सीमांत वेग ऋणात्मक होगा जिसका अर्थ है कि बुलबुला ऊपर की ओर गति करेगा। धनात्मक वेग का अर्थ होता है कि वस्तु नीचे की ओर गिरेगी।

✍ वायु का प्रवाह जितना अधिक होगा, दाब उतना ही कम होगा।

✍ हवाई जहाज के पंखों को इस तरह की आकृति इसलिये प्रदान की जाती है ताकि उनकी ऊपरी सतह पर वायु का प्रवाह शीघ्र तथा तीव्र वेग से हो।

✍ हवाई जहाज के पंखों पर लगने वाला उठाव बल, वायु प्रवाह के वेग के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होता है।

✍ द्रव की सतहों के मध्य लगने वाला श्यान बल ठोस सतहों के मध्य लगने वाले घर्षण बल के समान होता है।

✍ तापमान में वृद्धि के साथ द्रवों का श्यानता गुणांक घटता है। जबकि गैसों के लिये इसके मान में वृद्धि होती है। इसका कारण है कि ताप में वृद्धि होने पर द्रव के अणु अधिक चलायमान हो जाते हैं, जबकि गैसों के लिये उनके अणुओं की गति अधिक यादृच्छिक (Random) होने के कारण आपस में टक्करों की संख्या बढ़ जाती है।

✍ हम नली की सहायता से चन्द्रमा पर कोई भी पेय पदार्थ नहीं पी सकते क्योंकि वहाँ वायुमण्डल नहीं है।

Ordinary Thinking

Objective Questions

दाब तथा घनत्व

1. झील की तली की गहराई से आधी गहराई पर स्थित किसी बिन्दु पर दाब झील की तली पर दाब का 2/3 है। झील की गहाराई होगी [RPET 2000]

(a) 10 m (b) 20 m
(c) 60 m (d) 30 m

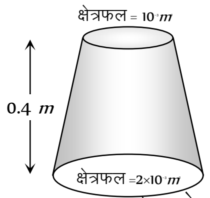
2. किसी तुला की भुजाओं की सहायता से जल में लटकी दो वस्तुऐं साम्यावस्था में हैं। एक वस्तु का द्रव्यमान 36 gm व घनत्व 9 gm/cm^3 है। यदि दूसरी वस्तु का द्रव्यमान 48 gm हो तो घनत्व (gm/cm^3 में) होगा [CBSE PMT 1994]

(a) $\frac{4}{3}$ (b) $\frac{3}{2}$
(c) 3 (d) 5

3. एक उल्टी घण्टी 47.6 m गहरी झील के तल पर रखी है घण्टी में 50 cm^3 वायु निहित है। घण्टी को झील की सतह पर लाने पर इसमें निहित वायु का आयतन होगा [वायुमण्डलीय दाब = पारे के 70 cm स्तंभ का दाब, पारे का घनत्व = 13.6 gm/cm^3] [CPMT 1989]

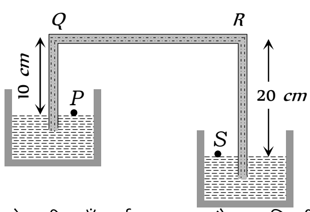
(a) 350 cm^3 (b) 300 cm^3
(c) 250 cm^3 (d) 22 cm^3

4. एक समान ढाल का बर्तन चित्रानुसार रखा है। बर्तन में कोई द्रव भरा है जिसका घनत्व 900 kg/m^3 है। बर्तन की तली पर द्रव के कारण लगने वाला बल होगा



(a) 3.6 N
(b) 7.2 N
(c) 9.0 N
(d) 14.4 N

5. चित्रानुसार, किसी प्रदर्शन में साइफन (Siphon) का प्रयोग होता है। साइफन में प्रवाहित द्रव का घनत्व 1.5 gm/cc है। बिन्दु P व S पर दाबों का अतंर होगा



(a) 10^5 N/m
(b) 2×10^5 N/m
(c) शून्य
(d) अनंत

6. समुद्र तल पर वायुदाबमापी में पारे की ऊँचाई 75 cm है व किसी पहाड़ी के शिखर पर 50 cm है। पारे व वायु के घनत्वों का अनुपात 10^4 है, तो पहाड़ी की ऊँचाई होगी

(a) 250 m (b) 2.5 km
(c) 1.25 km (d) 750 m

7. बर्फ का घनत्व ρ व जल का घनत्व σ है। बर्फ के M द्रव्यमान के पिघलने पर इसके आयतन में कमी होगी

(a) $\frac{M}{\sigma-\rho}$ (b) $\frac{\sigma-\rho}{M}$
(c) $M\left[\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\sigma}\right]$ (d) $\frac{1}{M}\left[\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\sigma}\right]$

8. जल एवं घनत्व 2 वाले द्रव की समान मात्राएँ मिलाने पर मिश्रण का घनत्व होगा

(a) 2/3 (b) 4/3
(c) 3/2 (d) 3

9. वस्तु (घनत्व d_1) का वायु (घनत्व d) में भार किसी d_2 घनत्व व Mg भार वाली दूसरी वस्तु के समान है तो उसका वास्तविक द्रव्यमान क्या होगा

(a) M (b) $M\left(1-\frac{d}{d_2}\right)$
(c) $M\left(1-\frac{d}{d_1}\right)$ (d) $\frac{M(1-d/d_2)}{(1-d/d_1)}$

10. द्रव से भरे पात्र की तली पर दाब निर्भर नहीं करता [Kerala (Engg.) 2002]

(a) गुरुत्वीय त्वरण पर (b) द्रव स्तम्भ की ऊँचाई पर
(c) तली के क्षेत्रफल पर (d) द्रव की प्रकृति पर

11. वायु का एक बुलबुला झील की तली से ऊपर सतह तक आता है तो उसकी त्रिज्या दोगुनी हो जाती है। यदि वायुमण्डलीय दाब H ऊँचाई के जल स्तम्भ के दाब के तुल्य हो तो झील की गहराई होगी [AIIMS 1995; AFMC 1997]

(a) H (b) $2H$
(c) $7H$ (d) $8H$

12. वायु का एक बुलबुला झील की तली से ऊपर सतह पर आता है तो उसका आयतन तीन गुना हो जाता है। वायुमण्डलीय दाब पारे के 75 cm स्तम्भ के तुल्य हो व जल का घनत्व पारे के घनत्व का 1/10 हो, तो झील की गहराई होगी [AMU 1995]

(a) 5 m (b) 10 m
(c) 15 m (d) 20 m

13. किसी स्थान पर g के मान में 2% की कमी आ जाती है तो बेरोमीटर में पारे की ऊँचाई

(a) 2% बढ़ेगी (b) 2% घटेगी
(c) अपरिवर्तित रहेगी (d) कभी बढ़ेगी कभी घटेगी

14. स्थिर लिफ्ट में रखा दाबमापी 76 cm पाठ देता है। यदि लिफ्ट ऊपर की ओर त्वरित गति करे तो दाबमापी का पाठ होगा

(a) शून्य (b) 76 cm के तुल्य
(c) 76 cm से अधिक (d) 76 cm से कम

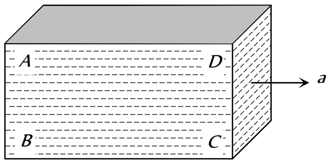
15. एक बंद आयताकार पात्र पूर्णतः जल से भरा है तथा क्षैतिज तल पर त्वरण a से दाँयी ओर गतिशील है तो दाब किन बिन्दुओं पर (i) अधिकतम व (ii) न्यूनतम होगा

(a) (i) B (ii) D

(b) (i) C (ii) D

(c) (i) B (ii) C

(d) (i) B (ii) A



16. जल से भरा बीकर किसी अन्य बड़े पात्र में रखा जाता है व चूषक द्वारा पात्र में निर्वात उत्पन्न किया जाता है, तो बीकर के तल पर दाब

(a) बढ़ेगा (b) घटेगा

(c) नियत रहेगा (d) पहले घटेगा फिर बढ़ेगा

17. दाबमापी का पाठ 76 cm (पारा) है यदि इसे ऊर्ध्वाधर से धीरे-धीरे 60° कोण पर मोड़ा जाए (खुला सिरा पारे से भरे पात्र में ही रहे), तो पारे के स्तम्भ की ऊँचाई होगी

(a) 152 cm (b) 76 cm

(c) 38 cm (d) $38\sqrt{3}cm$

18. एक बेलनाकार पात्र को किसी समांगी द्रव द्वारा किस ऊँचाई तक भरा जाये, ताकि द्रव द्वारा पात्र की दीवारों पर आरोपित एक औसत बल, द्रव द्वारा पेंदे पर आरोपित बल के तुल्य हो

(a) पात्र की त्रिज्या की आधी

(b) पात्र की त्रिज्या के तुल्य

(c) पात्र की त्रिज्या की एक चौथाई

(d) पात्र की त्रिज्या की तीन चौथाई

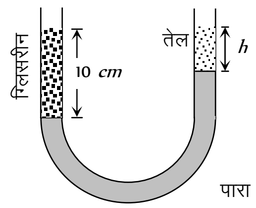
19. एकसमान आंतरिक त्रिज्या की ऊर्ध्वाधर U-नली की दोनों भुजाओं में पारा भरा है। एक भुजा में ग्लिसरीन (घनत्व = 1.3 g/cm) 10 cm ऊँचाई तक व दूसरी भुजा में तेल (घनत्व 0.8 gm/cm) भरा जाता है ताकि तेल का स्तर ग्लिसरीन स्तर के तुल्य हो जाए तो तेल स्तम्भ की ऊँचाई होगी (पारे का घनत्व = 13.6 g/cm)

(a) 10.4 cm

(b) 8.2 cm

(c) 7.2 cm

(d) 9.6 cm



20. किसी त्रिभुजाकार पटल का क्षेत्रफल A व ऊँचाई h है इसे ρ घनत्व के द्रव में ऊर्ध्वाधर इस प्रकार डुबोया जाता है कि, आधार द्रव तल पर रहें तो पटल पर उत्प्लावन बल होगा

(a) $\frac{1}{2}A\rho gh$ (b) $\frac{1}{3}A\rho gh$

(c) $\frac{1}{6}A\rho gh$ (d) $\frac{2}{3}A\rho gh$

21. समान द्रव्यमान परन्तु भिन्न घनत्व ρ_1 व ρ_2 के दो द्रव मिलाये जाते हैं तो मिश्रण का घनत्व होगा

(a) $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$ (b) $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2\rho_1\rho_2}$

(c) $\rho = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$ (d) $\rho = \frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

22. समान आयतन परन्तु भिन्न घनत्व ρ_1 व ρ_2 के दो द्रव मिलाये जाते हैं तो मिश्रण का घनत्व होगा

(a) $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$ (b) $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2\rho_1\rho_2}$

(c) $\rho = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$ (d) $\rho = \frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

23. समुद्र तल पर जल के घनत्व ρ_0 व समुद्र में y गहराई पर जल के घनत्व ρ में क्या संबंध होगा (जल का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक B है)

(a) $\rho = \rho_0\left[1 - \frac{\rho_0 gy}{B}\right]$ (b) $\rho = \rho_0\left[1 + \frac{\rho_0 gy}{B}\right]$

(c) $\rho = \rho_0\left[1 + \frac{B}{\rho_0 hgy}\right]$ (d) $\rho = \rho_0\left[1 - \frac{B}{\rho_0 gy}\right]$

24. तापमान में वृद्धि होने पर किसी पिण्ड के घनत्व में किस प्रकार परिवर्तन होता है

(a) $\rho = \rho_0[1 + \gamma\, d\theta]$ (b) $\rho = \rho_0[1 - \gamma\, d\theta]$

(c) $\rho = \rho_0 \gamma d\theta$ (d) $\rho = \rho_0 / \gamma d\theta$

25. तीन द्रव जिनके घनत्व $d, 2d$ व $3d$ हैं समान आयतन में मिलाये जाते हैं। मिश्रण का घनत्व होगा

(a) d (b) $2d$

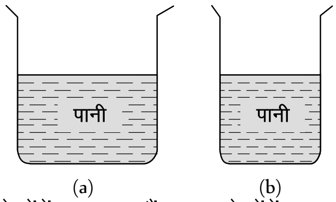
(c) $3d$ (d) $5d$

26. तीन द्रव जिनके घनत्व $d, 2d$ व $3d$ हैं भार के समान अनुपात में मिलाये जाते हैं। मिश्रण का आपेक्षिक घनत्व होगा

(a) $\frac{11d}{7}$ (b) $\frac{18d}{11}$

(c) $\frac{13d}{9}$ (d) $\frac{23d}{18}$

27. दर्शाए गए चित्र से प्राप्त सही निष्कर्ष है **[KCET 2005]**



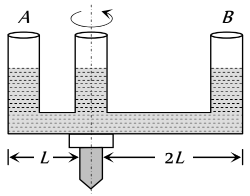
(a) टैंक (a) के पेंदें पर दाब टैंक (b) के पेंदें पर दाब से अधिक है

(b) टैंक (a) के पेंदें पर दाब टैंक (b) के पेंदें पर दाब से कम है

(c) दाब बर्तन की आकृति पर निर्भर करता है

(d) (a) तथा (b) के पेंदों पर दाब समान होगा

28. एक समान अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल वाली दी गई काँच की नली को पानी से भरकर घूमती हुई शाफ्ट पर लगाया गया है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है यदि नली नियत कोणीय वेग ω से घूर्णन करती है, तब **[AIIMS 2005]**



(a) दोनों भागों A तथा B में जल का स्तर ऊपर उठता है

(b) भाग A में जल का स्तर ऊपर उठता है तथा B में नीचे गिरता है।

(c) भाग A में जल का स्तर नीचे आता है तथा B में जल स्तर उठता है

(d) दोनों भागों में जल स्तर समान रहता है

29. किसी जल कुण्ड के बाँध की मोटाई पेंदें पर अधिक होती है, क्योंकि [AFMC 2005]

(a) गहराई के साथ जल की मात्रा बढ़ती है

(b) गहराई के साथ जल का घनत्व बढ़ता है

(c) गहराई के साथ जल का दाब बढ़ता है

(d) गहराई के साथ जल का ताप बढ़ता है

30. द्रव से भरे हुए किसी बंद पाइप में छेद द्वारा वायु प्रवाहित की जाती है। तब दाब [AFMC 2005]

(a) किनारों पर बढ़ता है (b) नीचे की ओर बढ़ता है

(c) सभी दिशाओं में बढ़ता है (d) कभी नहीं बढ़ता है

31. किसी झील की तली में वायु का एक बुलबुला स्थित है, जिसकी त्रिज्या r है। तली से ऊपरी सतह की ओर जाने पर बुलबुले की त्रिज्या $2r$ हो जाती है। यदि वायुमण्डलीय दाब जल स्तंभ का P सेमी है, तब झील की गहराई है [Kerla PET 2005]

(a) $2P$ (b) $8P$

(c) $4P$ (d) $7P$

पास्कल का नियम तथा आर्किमिडीज का सिद्धांत

1. बर्फ का एक टुकड़ा जिसका घनत्व 900 kg/m^3 है, पानी (घनत्व 1000 kg/m^3) में तैर रहा है तो बर्फ के टुकड़े का कितने प्रतिशत आयतन पानी के ऊपर होगा [CPMT 2004]

(a) 20% (b) 35%

(c) 10% (d) 25%

2. 120 kg द्रव्यमान के लकड़ी के ब्लॉक को पानी में डुबोने के लिए इस पर रखे जा सकने वाले भार का मान क्या होना चाहिए (लकड़ी का घनत्व = 600 kg/m^3 है) [CPMT 2004]

(a) 80 kg (b) 50 kg

(c) 60 kg (d) 30 kg

3. एक अर्धगोलाकार कटोरा $1.2 \times 10^3 kg/m^3$ घनत्व के द्रव में बिना डूबे तैर रहा है। कटोरे का बाह्य व्यास व घनत्व क्रमशः 1 m व 2×10^4 kg/m^3 है। कटोरे का आंतरिक व्यास होगा [SCRA 1998]

(a) 0.94 m (b) 0.97 m

(c) 0.98 m (d) 0.99 m

4. किसी मिश्र धातु के निर्माण में, द्रव्यमान m_1 व आपेक्षिक घनत्व s_1 वाले पदार्थ के साथ द्रव्यमान m_2 व आपेक्षिक घनत्व s_2 का अन्य पदार्थ मिलाया जाता है, तो मिश्रधातु का आपेक्षिक घनत्व होगा [CPMT 1995]

(a) $\left(\frac{m_1+m_2}{s_1+s_2}\right)$ (b) $\left(\frac{s_1 s_2}{m_1+m_2}\right)$

(c) $\frac{m_1+m_2}{\left(\frac{m_1}{s_1}+\frac{m_2}{s_2}\right)}$ (d) $\frac{\left(\frac{m_1}{s_1}+\frac{m_2}{s_2}\right)}{m_1+m_2}$

5. R त्रिज्या का कंक्रीट (Concrete) का गोला बीच में खोखला है। खोखले भाग की त्रिज्या r है व उसमें लकड़ी का बुरादा भरा है। कंक्रीट व लकड़ी के बुरादे के विशिष्ट गुरुत्व क्रमशः 2.4 व 0.3 हैं। गोले को पूरी तरह जल में डूबकर तैरने के लिय कंक्रीट व लकड़ी के बुरादे के द्रव्यमानों का अनुपात क्या होगा [AIIMS 1995]

(a) 8 (b) 4

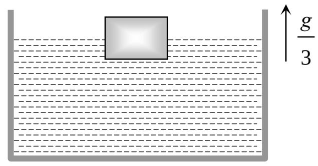
(c) 3 (d) शून्य

6. किसी धात्विक गुटके की विमायें $5\ cm \times 5\ cm \times 5\ cm$ व उसके पदार्थ का घनत्व 5 $gm\, cm^{-3}$ है। गुटके का जल में आभासी भार होगा

(a) $5 \times 5 \times 5 \times 5\ gf$ (b) $4 \times 4 \times 4 \times 4\ gf$

(c) $5 \times 4 \times 4 \times 4\ gf$ (d) $4 \times 5 \times 5 \times 5\ gf$

7. एक घनाकार पिण्ड किसी द्रव में इस प्रकार तैर रहा है कि उसका आधा आयतन द्रव में डूबा है। यदि सम्पूर्ण निकाय ऊपर की ओर $g/3$ त्वरण से त्वरित हो, तो पिण्ड का वह भाग जो द्रव में डूबेगा, होगा



(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{3}{8}$

(c) $\frac{2}{3}$ (d) $\frac{3}{4}$

8. चाँदी का 2.1kg भार का टुकड़ा किसी धागे की सहायता से आपेक्षिक घनत्व 0.8 वाले द्रव में पूर्णतः डूबा है। धागे में तनाव (kg-wt में) क्या होगा, यदि चाँदी का आपेक्षिक घनत्व 1.05 है

(a) 1.6 (b) 1.94

(c) 3.1 (d) 5.25

9. धातु के किसी नमूने का भार वायु में 210 gm जल में 180 gm व किसी द्रव में 120 gm है तो आपेक्षिक घनत्व (RD) होगा

(a) धातु का 3 (b) धातु का 7

(c) द्रव का 3 (d) द्रव का $\frac{1}{3}$

10. दो ठोस A व B जल में तैर रहे हैं। A का आधा आयतन तथा B का 2/3 आयतन जल में डूबा है। A व B के घनत्वों की तुलना करो

(a) 4 : 3 (b) 2 : 3

(c) 3 : 4 (d) 1 : 3

11. V_0 आयतन व d_0 घनत्व का पिण्ड, d घनत्व वाले द्रव में तैर रहा है। पिण्ड के आयतन का वह भाग क्या होगा जो द्रव की सतह के ऊपर है

(a) $\frac{d_0}{d}$ (b) $\frac{dd_0}{d+d_0}$

(c) $\frac{d-d_0}{d}$ (d) $\frac{dd_0}{d-d_0}$

12. किसी बंद तरल के किसी बिन्दु पर आरोपित दाब, तरल के प्रत्येक बिन्दु पर समान रूप से वितरित हो जाता है। यह नियम सर्वप्रथम दिया था

(a) बरनौली ने (b) आर्किमिडीज ने

(c) बॉयल ने (d) पास्कल ने

13. स्टील के किसी पिण्ड का आकार $5\ cm \times 5\ cm \times 5\ cm$ है। स्टील का आपेक्षिक घनत्व 7 है पिण्ड को जल में तौला जाता है तो आभासी भार होगा [AFMC 1997]

(a) $6 \times 5 \times 5 \times 5\ gf$ (b) $4 \times 4 \times 4 \times 7\ gf$

(c) $5 \times 5 \times 5 \times 7\ gf$ (d) $4 \times 4 \times 4 \times 6\ gf$

14. एक वस्तु किसी द्रव की सतह पर ठीक तैर रही है। वस्तु का घनत्व द्रव के घनत्व के समान है। वस्तु थोड़ी सी द्रव में (नीचे) धकेली जाती है। वस्तु पर क्या प्रभाव पड़ेगा [AIIMS 1980]

(a) वह धीरे-धीरे पूर्वावस्था प्राप्त कर लेगी

(b) वह वहीं रह जाएगी जहाँ तक उसे धकेला गया है

(c) वह डूब जाएगी

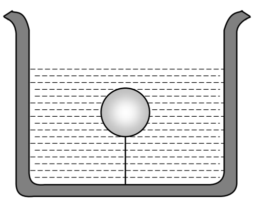
(d) तेजी से बाहर आ जाएगी

15. किसी कटोरे की तली में लगे स्प्रिंग पर कॉर्क का टुकड़ा रखकर जल में डुबोया जाता है। यदि कटोरा नीचे की ओर त्वरित किसी लिफ्ट में रखा जाए तो स्प्रिंग की लम्बाई

(a) बढ़ेगी (b) घटेगी

(c) अपरिवर्तित रहेगी (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

16. एक ठोस गोला जिसका घनत्व जल के घनत्व से $\eta\ (>1)$ गुना कम है। गोला, चित्रानुसार एक डोरी की सहायता से किसी पात्र के तली से संलग्न है। यदि गोले का द्रव्यमान m हो, तो डोरी में तनाव होगा



(a) $\left(\frac{\eta-1}{\eta}\right)mg$

(b) ηmg

(c) $\frac{mg}{\eta-1}$

(d) $(\eta-1)mg$

17. किसी खोखले गोले का आयतन V है। गोला जल में इस प्रकार तैर रहा है, कि इसका आधा आयतन जल में है। गोले में न्यूनतम कितना जल (आयतन में) भरा जाए कि यह डूब जाए

(a) $V/2$ (b) $V/3$

(c) $V/4$ (d) V

18. एक आयताकार पिण्ड का आकार $5\ cm \times 5\ cm \times 10 cm$ है। पिण्ड जल में इस प्रकार तैर रहा है कि $5\ cm$ भुजा ऊर्ध्वाधर है। यदि इसे जल में इस प्रकार रखें कि $10\ cm$ भुजा ऊर्ध्वाधर रहे, तो जल स्तर पर क्या प्रभाव पड़ेगा

(a) कोई परिवर्तन नहीं होगा

(b) जल स्तर उठ जाएगा

(c) जल स्तर गिर जाएगा

(d) यह पिण्ड के घनत्व पर निर्भर करेगा

19. किसी गेंद का घनत्व $0.4 \times 10^3\ kg/m^3$ है। यदि यह गेंद $9\ cm$ ऊँचाई से जल में गिरायी जाती है, तो वह कितनी गहराई तक जाएगी

(a) $9\ cm$ (b) $6\ cm$

(c) $4.5\ cm$ (d) $2.25\ cm$

20. दो ठोस A व B जल में तैर रहे हैं। A का $\frac{1}{2}$ आयतन जल में है व B का $\frac{1}{4}$ आयतन जल के बाहर है। A व B के घनत्वों का अनुपात होगा

(a) 4 : 3 (b) 2 : 3

(c) 3 : 4 (d) 1 : 2

21. जल में तैरती किसी नाव में स्टील की कुछ गेंदें रखीं हैं। गेंद एक-एक करके जल में फेंकी जाती हैं। जल स्तर [J&K CET 2005]

(a) अपरिवर्तित रहेगा (b) बढ़ जाएगा

(c) गिर जाएगा (d) पहले बढ़ेगा फिर गिर जाएगा

22. धातु के दो टुकड़े जल में डुबोने पर उन पर समान उत्प्लावन बल लगता है तो

(a) दोनों टुकड़ों के भार समान हैं

(b) दोनों टुकड़ों के घनत्व समान हैं

(c) दोनों टुकड़ों के आयतन समान हैं

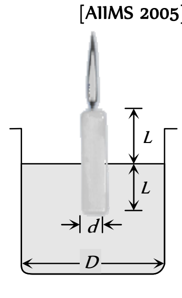
(d) दोनों समान गहराई में तैर रहे हैं

23. लकड़ी का एक लट्ठा जल में इस प्रकार ऊर्ध्वाधर तैर रहा है कि उसकी आधी लम्बाई जल में हैं। तो लकड़ी का घनत्व

(a) जल के घनत्व के तुल्य है (b) जल के घनत्व का आधा है

(c) जल के घनत्व का दोगुना है (d) प्रश्न अधूरा है

24. D व्यास वाले किसी बेलनाकार पात्र में भरे हुए जल में d व्यास की एक मोमबत्ती $D\ (D>>d)$ तैर रही है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। यदि मोमबत्ती के जलने की दर 2 सेमी / घंटा हो, तब मोमबत्ती का शीर्ष भाग [AIIMS 2005]



(a) उतनी ही ऊँचाई पर रहता है

(b) 1 सेमी/घंटा की दर से गिरता है

(c) 2 सेमी/घंटा की दर से गिरता है

(d) 1 सेमी/घंटा की दर से ऊपर उठता है

25. किसी बर्फ के गुटके में काँच की गेंद रखी है। जब किसी जल से भरे पात्र में जब यह बर्फ पिघलती है, तब जल का स्तर [AFMC 2005]

(a) बढ़ता है

(b) घटता है

(c) अपरिवर्तित रहता है

(d) पहले बढ़ता है, तथा फिर घटता है

26. एक बड़ा जहाज जल में तैर सकता है, किन्तु स्टील की बनी हुई सुई डूब जाती है। इसक कारण है [AFMC 2005]

(a) श्यानता (b) पृष्ठ तनाव

(c) घनत्व (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

27. पनडुब्बी का निमार्ण किस सिद्धांत पर आधारित है [Kerala PMT 2005]

(a) आर्किमिडीज का सिद्धांत (b) बरनौली प्रमेय

(c) पास्कल का नियम (d) न्यूटन का नियम

तरल प्रवाह

1. निम्न में से किस स्थिति में नली में द्रव का प्रवाह अधिक रेखीय होगा [Pb. CET 2005]

(a) कम त्रिज्या की नली से अधिक श्यान व उच्च घनत्व का द्रव बहे

(b) कम त्रिज्या की नली से अधिक श्यान व कम घनत्व का द्रव बहे

(c) ज्यादा त्रिज्या की नली से कम श्यानता व कम घनत्व का द्रव बहे

(d) ज्यादा त्रिज्या की नली से कम श्यानता व कम घनत्व का द्रव बहे

2. 2 *cm* व 4 *cm* व्यास की दो नलियाँ जल की प्रमुख वितरण नली से जोड़ी गयी है। 2 *cm* व्यास की नली में जल प्रवाह का वेग [MNR 1980]

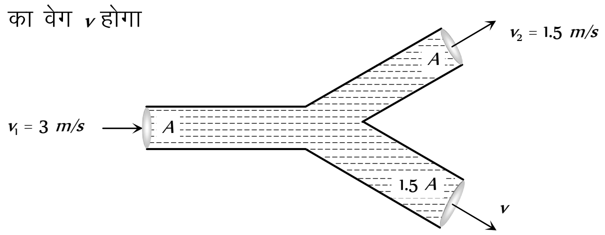
(a) दूसरी नली की तुलना में 4 गुना होगा

(b) दूसरी नली की तुलना में $\frac{1}{4}$ गुना होगा

(c) दूसरी नली की तुलना में 2 गुना होगा

(d) दूसरी नली की तुलना में $\frac{1}{2}$ गुना होगा

3. एक असम्पीड्य द्रव, चित्रानुसार क्षैतिज नली से बह रहा है। द्रव का वेग v होगा



(a) 3.0 *m/s* (b) 1.5 *m/s*

(c) 1.0 *m/s* (d) 2.25 *m/s*

4. किसी बेलनाकार नली *AB* के सिरे *A* पर, जल v_1 वेग से प्रवेश करता है व सिरे *B* पर, v_2 वेग से बाहर निकलता है। नली सदैव जल से पूर्णतः भरी रहती है। स्थिति I में नली क्षैतिज व स्थिति II में ऊर्ध्वाधर (*A* ऊपर) व स्थिति III में ऊर्ध्वाधर (*B* ऊपर) रहती है। तो हमें $v_1 = v_2$ प्राप्त होगा

(a) स्थिति I में (b) स्थिति II में

(c) स्थिति III में (d) प्रत्येक स्थिति में

5. किसी नली से जल 5.18 ms^{-1} वेग से बह रहा है। नली का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल 4.20 cm^2 है। जल धीरे-धीरे 9.66 *m* नीचे आता है जहाँ नली का क्षेत्रफल 7.60 cm^2 हो जाता है। निम्न बिन्दु पर जल के प्रवाह का वेग होगा

(a) 3.0 ms^{-1} (b) 5.7 ms^{-1}

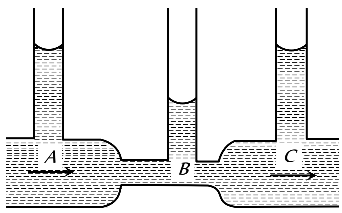
(c) 3.82 ms^{-1} (d) 2.86 ms^{-1}

6. किसी क्षैतिज नली में केरोसिन तेल का प्रवाह वेग 5 *m/s* है। यदि $g = 10 m/s^2$ हो, तो तेल का वेग शीर्ष होगा

(a) 1.25 *m* (b) 12.5 *m*

(c) 0.125 *m* (d) 125 *m*

7. संलग्न चित्र में, क्षैतिज नली में द्रव प्रवाहित हो रहा है। नली के खण्ड *A*, *B* तथा *C* की त्रिज्याएँ क्रमशः 2 *cm*, 1 *cm* व 2 *cm* हैं। यह कहा जा सकता है कि



(a) नली *A* में द्रव स्तम्भ की ऊँचाई अधिकतम होगी

(b) नली *A* व *B* में द्रव स्तम्भ की ऊँचाई समान होगी

(c) सभी नलियों में द्रव स्तम्भों की ऊँचाई समान होगी

(d) नलियों *A* व *C* में द्रव स्तम्भों की ऊँचाई समान होगी

8. बंद नल से संलग्न दाबमापी का पाठयांक 3.5×10^5 N/m^2 है। जब नल को खोला जाता है तो दाबमापी का पाठ गिरकर 3.0×10^5 N/m^2 हो जाता है, तो जल के प्रवाह का वेग होगा

(a) 100 *m/s* (b) 10 *m/s*

(c) 1 *m/s* (d) $10\sqrt{10}$ *m/s*

9. वायुयान के पंख के ऊपर व नीचे से वायु क्रमशः 120 *m/s* व 90 *m/s* के क्षैतिज वेग से बह रही है। वायु का घनत्व 1.3 kg/m^3 है। पंख की लम्बाई 10 *m* व औसत चौड़ाई 2 *m* है। पंख के दोनों ओर दाबांतर होगा

(a) 4095.0 पास्कल (b) 409.50 पास्कल

(c) 40.950 पास्कल (d) 4.0950 पास्कल

10. एक बड़ा पात्र 'h' ऊँचाई तक जल से भरा है। उसके पेंदे में छेद करके खाली करने पर, जल स्तर h से $\frac{h}{2}$ व $\frac{h}{2}$ से 0 होने में लगे समयों का अनुपात होगा [EAMCET (Engg.) 2003]

(a) $\sqrt{2}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(c) $\sqrt{2}-1$ (d) $\frac{1}{\sqrt{2}-1}$

11. 20 मीटर ऊँचा बेलनाकार पात्र पूर्णतः जल से भरा है। पात्र के तल के एकदम समीप दीवार में छिद्र से निकलने वाले द्रव का बहिःस्राव वेग (m/s) होगा [AIEEE 2002]

(a) 10 (b) 20

(c) 25.5 (d) 5

12. जल से भरे पात्र के तली में एक छिद्र है। तली पर कुल दाब 3 atm (1 $atm = 10^5 N/m^2$) है। छिद्र से निकलने वाले जल का वेग होगा

(a) $\sqrt{400}\ m/s$ (b) $\sqrt{600}\ m/s$

(c) $\sqrt{60}\ m/s$ (d) उपरोक्त में से कोई नही

13. बेलनाकार पात्र के तल में A त्रिज्या का छिद्र है। पात्र में जल h ऊँचाई तक भरा जाए, तो, पात्र t सैकण्ड में खाली हो जाता है। यदि जल $4h$ ऊँचाई तक भर दिया जाए, तो पात्र खाली होने में लगा समय होगा [MP PMT 1997]

(a) t (b) $4t$

(c) $2\ t$ (d) $t/4$

14. किसी बेलनाकार पात्र के तल में 1 cm^2 क्षेत्रफल का छेद है। पात्र में किसी नली की सहायता से 70 cm^3/sec की दर से पानी भरा जा रहा है। वह अधिकतम ऊँचाई जहाँ तक पात्र में पानी भरा जा सकता है, होगी

(a) 2.5 cm (b) 5 cm

(c) 10 cm (d) 0.25 cm

15. एक वर्गाकार प्लेट (प्रत्येक भुजा 0.1 m) किसी दूसरी वर्गाकार प्लेट के समांतर 0.1 m/s के वेग से गति करती है। दोनों प्लेटें जल में डुबी हुयी हैं। यदि श्यानता गुणांक 0.01 पॉइज व श्यान बल 0.002 N हो तो प्लेटों के मध्य दूरी मीटर में होगी

[EAMCET (Med.) 2003]

(a) 0.1 (b) 0.05

(c) 0.005 (d) 0.0005

16. 'r' त्रिज्या की गोलाकार गेंद, 'η' श्यानता वाले द्रव में 'v' वेग से गिर रही है। गेंद पर कार्यरत मंदक श्यान बल [AIEEE 2004]

(a) त्रिज्या 'r' के व्युत्क्रमानुपाती व वेग 'v' के समानुपाती होगा

(b) त्रिज्या 'r' व वेग 'v' दोनों के समानुपाती होगा

(c) त्रिज्या 'r' व वेग 'v' दोनों के व्युत्क्रमानुपाती होगा

(d) त्रिज्या 'r' के समानुपाती व वेग 'v' के व्युत्क्रमानुपाती होगा

17. m द्रव्यमान का छोटा गोला अत्यधिक ऊँचाई से गिराया जाता है। 10 m गिरने के पश्चात् यह क्रांतिक वेग प्राप्त कर लेता है व फिर इसी वेग से गिरता है। वायु के घर्षण द्वारा पिण्ड के प्रारम्भिक 100 m गिरने में किया गया कार्य होगा [MP PMT 1990]

(a) वायु घर्षण द्वारा पिण्ड के अगले 100 m गिरने के विरुद्ध किये कार्य से अधिक

(b) वायु घर्षण द्वारा पिण्ड के अगले 100 m गिरने के विरुद्ध किये कार्य से कम

(c) 100 mg के तुल्य

(d) 100 mg से अधिक

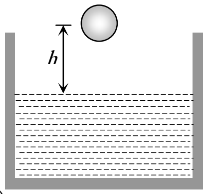
18. समान त्रिज्या की दो बूँदें वायु में गिर रही हैं। उनके क्रांतिक वेग 5 cm/sec हैं। यदि बूँदें परस्पर जुड़ जायें, तो क्रांतिक वेग होगा

[MP PMT 1990]

(a) 10 सेमी/सै (b) 2.5 सेमी/सै

(c) $5\times(4)^{1/3}$ सेमी/सै (d) $5\times\sqrt{2}$ सेमी/सै

19. एक गेंद जिसकी त्रिज्या r व घनत्व ρ है, गुरुत्व के अधीन मुक्त रूप से गिर रही है। h ऊँचाई से गिरने के पश्चात् वह जल में प्रवेश करती है। जल में प्रवेश करने के पश्चात् भी उसकी चाल नियत बनी रहती है। जल की श्यानता η हो, तो h का मान होगा [CPMT 2002]



(a) $\frac{2}{9}r^2\left(\frac{1-\rho}{\eta}\right)g$ (b) $\frac{2}{81}r^2\left(\frac{\rho-1}{\eta}\right)g$

(c) $\frac{2}{81}r^4\left(\frac{\rho-1}{\eta}\right)^2 g$ (d) $\frac{2}{9}r^4\left(\frac{\rho-1}{\eta}\right)^2 g$

20. किसी r त्रिज्या व l लम्बाई की केशनली के सिरों पर दाबान्तर P है व इससे प्रति सैकण्ड प्रवाहित द्रव का आयतन V है। यह नली समान लम्बाई व आधी त्रिज्या की किसी अन्य नली के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ी जाती है। तो प्रति सैकण्ड प्रवाहित द्रव का आयतन होगा। (यदि पूरे श्रेणीक्रम के सिरों पर दाबांतर P है)

[EAMCET (Engg.) 2003]

(a) $\frac{V}{16}$ (b) $\frac{V}{17}$

(c) $\frac{16V}{17}$ (d) $\frac{17V}{16}$

21. एक समान क्षैतिज केशनली से एक द्रव प्रवाहित हो रहा है। नली के सिरों पर दाबांतर P है। किस दाब पर नली की त्रिज्या तथा लम्बाई दुगुनी करने पर, प्रवाह वेग भी दो गुना हो जाएगा

[EAMCET 2001]

(a) P (b) $\frac{3P}{4}$

(c) $\frac{P}{2}$ (d) $\frac{P}{4}$

22. हमारे पास दो पतली केशनलियाँ T_1 व T_2 हैं। उनकी लम्बाइयाँ l_1 व l_2 तथा त्रिज्याएँ क्रमशः r_1 व r_2 हैं। नली T_1 से दाबांतर P पर द्रव प्रवाह

की दर $8 cm^3/sec$ है। यदि $l_1 = 2l_2$ तथा $r_1 = r_2$ हो, तो दोनों नलियों को श्रेणी क्रम में जोड़ने पर द्रव प्रवाह की दर क्या होगी, जबकि उनके सिरों पर दाबांतर पूर्ववत् (P) रहे

(a) $4\ cm^3/sec$ (b) $(16/3)\ cm^3/sec$

(c) $(8/17)\ cm^3/sec$ (d) उपरोक्त में से कोई नही

23. पटलित प्रवाह (Laminar flow) में, नली की दीवार के साथ सम्पर्क में द्रव का वेग होगा

(a) शून्य (b) अधिकतम

(c) शून्य व अधिकतम के मध्य (d) क्रांतिक वेग के तुल्य

24. विक्षुब्ध प्रवाह में नली की दीवार के साथ सम्पर्क में द्रव के अणुओं का वेग होगा

(a) शून्य

(b) अधिकतम

(c) क्रांतिक वेग के तुल्य

(d) कोई भी मान ग्रहण कर सकता है

25. किसी प्रवाह में, रेनाल्ड संख्या अनुपात है

(a) गुरुत्व व श्यान बल का (b) गुरुत्व व दाब बल का

(c) जड़त्व व श्यान बल का (d) श्यान बल व दाब बल का

26. असमान परिच्छेद की एक नली से जल प्रवाहित हो रहा है। नली के प्रवेश सिरे व निर्गम सिरे की त्रिज्याओं का अनुपात 3 : 2 है। तो प्रवेश व निर्गम सिरे पर जल के प्रवाह वेग का अनुपात होगा [RPMT 2001]

(a) 4 : 9 (b) 9 : 4

(c) 8 : 27 (d) 1 : 1

27. असमान परिच्छेद की क्षैतिज नली से जल प्रवाहित हो रहा है। नली के संकीर्णतम भाग में जल का [MP PMT 1992]

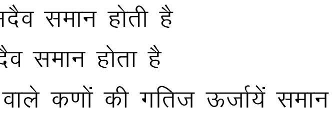
(a) वेग अधिकतम व दाब न्यूनतम होगा

(b) दाब अधिकतम व वेग न्यूनतम होगा

(c) दाब व वेग दोनों अधिकतम होंगे

(d) दाब व वेग दोनों न्यूनतम होंगे

28. चित्रानुसार, किसी नली में द्रव बाँयी से दाँयी ओर बह रहा है। दो भिन्न स्थानों पर नली के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A_1 व A_2 हैं, तो वेगों v_1 व v_2 का अनुपात होगा



(a) A_1 / A_2 (b) A_2 / A_1

(c) $\sqrt{A_2} / \sqrt{A_1}$ (d) $\sqrt{A_1} / \sqrt{A_2}$

29. धारा रेखीय प्रवाह में

(a) किसी कण की चाल सदैव समान होती है

(b) किसी कण का वेग सदैव समान होता है

(c) किसी बिन्दु पर पहुँचने वाले कणों की गतिज ऊर्जायें समान होती हैं

(d) किसी बिन्दु पर पहुँचने वाले कणों के आघूर्ण समान होते हैं

30. तरल प्रवाह के लिये बरनौली प्रमेय का एक अनुप्रयोग है [IIT-JEE (Screening) 1994]

(a) वायुयान का गतिक उन्नयन (Dynamic lift)

(b) श्यानता मापी

(c) केशकीय उन्नयन

(d) हाइड्रोलिक प्रेस

31. कणित्र का सिद्धान्त आधारित है [MP PMT 1992; AFMC 2005]

(a) बरनौली प्रमेय पर (b) बॉयल नियम पर

(c) आर्किमिडीज नियम पर (d) न्यूटन नियम पर

32. भौतिक तुला के पलड़े साम्य में हैं। दाँये पलड़े के नीचे वायु प्रवाहित करने पर वह

(a) ऊपर उठेगा (b) नीचे जाएगा

(c) अस्थिर हो जाएगा (d) समान स्तर पर ही रहेगा

33. बरनौली समीकरण के अनुसार, $\frac{P}{\rho g} + h + \frac{1}{2}\frac{v^2}{g} =$ नियतांक। पद A, B व C प्रायः कहलाते हैं

(a) क्रमशः गुरुत्व शीर्ष, दाब शीर्ष व वेग शीर्ष

(b) क्रमशः गुरुत्व, गुरुत्व शीर्ष व वेग शीर्ष

(c) क्रमशः दाब शीर्ष, गुरुत्व शीर्ष व वेग शीर्ष

(d) क्रमशः गुरुत्व, दाब व वेग शीर्ष

34. किस वेग पर जल की धारा का वेग शीर्ष, पारे के 40 cm स्तम्भ के दाब के तुल्य होगा

(a) 282.8 cm/sec (b) 432.6 cm/sec

(c) 632.6 cm/sec (d) 832.6 cm/sec

35. वायु में उड़ते वायुयान का भार संतुलित होता है

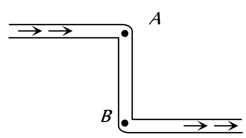
(a) वायु के उत्प्लावन के कारण जो कि वायुयान द्वारा विस्थापित वायु के भार के तुल्य होगा

(a) पंखों के ऊपर व नीचे वायु की पर्तों के विभिन्न वेगों के कारण उत्पन्न दाबांतर के कारण

(c) पंखों के नीचे टकराने वाली वायु धाराओं के कारण लगने वाले बल के ऊर्ध्वाधर घटक के कारण

(d) घूमते प्रोपेलर से निकलने वाली गैसों के प्रतिक्रिया बल के कारण

36. संलग्न चित्र में, नली से एक आदर्श द्रव प्रवाहित हो रहा है। नली का परिच्छेद एक समान है। बिन्दु A व B पर द्रव के वेग क्रमशः v_A व v_B तथा दाब क्रमशः P_A व P_B हैं। तब



(a) $v_A = v_B$

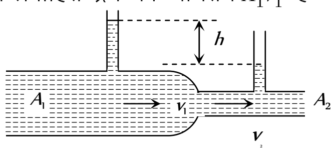
(b) $v_B > v_A$

(c) $P_A = P_B$

(d) $P_B > P_A$

37. किसी क्षैतिज नली से एक द्रव प्रवाहित हो रहा है। अनुप्रस्थ परिच्छेद A_1 व A_2 वाले भागों में द्रव के वेग क्रमशः v_1 व v_2 हैं। ऊर्ध्वाधर नलियों में द्रव स्तरों का अंतर h है तो

(a) एकांक समय में नली से प्रवाहित द्रव का आयतन $A_1 v_1$ है



(b) $v_2 - v_1 = \sqrt{2gh}$

(c) $v_2^2 - v_1^2 = 2gh$

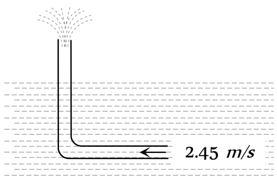
(d) नली के प्रत्येक खण्ड में द्रव की प्रति एकांक द्रव्यमान ऊर्जा समान होगी

38. गैसोलिन से भरे टैंक में गैसोलिन की सतह से 53.0 *m* नीचे एक गोली दागी जाती है जो टैंक में एक छिद्र बना देती है। टैंक 3.10 वायुमण्डलीय दाब पर सील किया गया था। यदि गैसोलिन का घनत्व 660 *kgm* हो तो गैसोलिन किस वेग से छिद्र से बाहर आएगा

(a) $27.8\,ms^{-1}$ (b) $41.0\,ms^{-1}$

(c) $9.6\,ms^{-1}$ (d) $19.7\,ms^{-1}$

39. L-आकार की एक नली चित्रानुसार जल की बहती धारा में रखी है। नली का ऊपरी सिरा द्रव सतह से 10.6 *cm* ऊपर है। नली से बाहर ऊपर की ओर निकलने वाली धारा की ऊँचाई क्या होगी ? जल धारा का वेग 2.45 *m/s* है



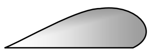
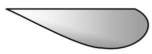
(a) शून्य

(b) 20.0 *cm*

(c) 10.6 *cm*

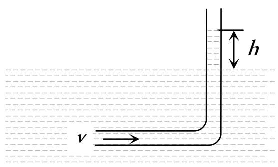
(d) 40.0 *cm*

40. चित्र क्षैतिजतः गतिशील वायुयान के पंखों की ऊर्ध्वाधर काट प्रदर्शित करता है। किस स्थिति में ऊपर की ओर एक बल कार्य करेगा

(a)  (b) 

(c) (d)

41. L-आकार की काँच की नली बहते जल में चित्रानुसार डूबी है। नीचे का निचला खुला सिरा जल धारा के विपरीत ओर है। यदि जल धारा का वेग *v* हो तो



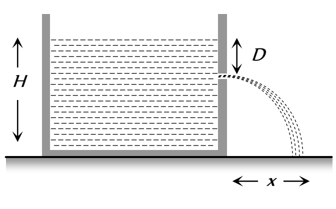
(a) नली में जल $\frac{v^2}{2g}$ ऊँचाई तक उठेगा

(b) नली में जल $\frac{g}{2v^2}$ ऊँचाई तक उठेगा

(c) नली में जल नहीं चढ़ेगा

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

42. किसी पात्र में *H* ऊँचाई तक जल भरा है। जल की मुक्त सतह से *D* गहराई पर छिद्र *P* से जल बह रहा है। क्षैतिज परास *x* को *H* व *D* के पदों में किस सम्बन्ध द्वारा व्यक्त किया जायेगा **[MNR 1992; CPMT 2004]**



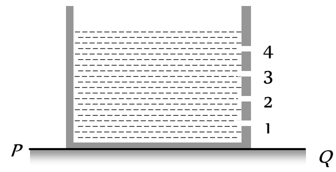
(a) $x = \sqrt{D(H-D)}$

(b) $x = \sqrt{\frac{D(H-D)}{2}}$

(c) $x = 2\sqrt{D(H-D)}$

(d) $x = 4\sqrt{D(H-D)}$

43. 90 *cm* ऊँचा बेलनाकार पात्र ऊपर तक भरा है। इसकी दीवार पर चार छिद्र 1, 2, 3, 4 क्षैतिज तल *PQ* से क्रमशः 20 *cm*, 30 *cm*, 45 *cm* व 50 *cm* ऊँचाई पर है, किस छिद्र से निकली धारा की क्षैतिज परास अधिकतम होगी **[CPMT 1989]**



(a) छिद्र क्रमांक 4

(b) छिद्र क्रमांक 3

(c) छिद्र क्रमांक 2

(d) छिद्र क्रमांक 1

44. जल से पूरा भरा आयताकार पात्र तली में उपस्थित छिद्र से जल बहने के कारण 10 मिनिट में खाली हो जाता है। यदि पात्र आधा भरा हो तो इसे खाली होने में कितना समय लगेगा

(a) 9 मिनिट (b) 7 मिनिट

(c) 5 मिनिट (d) 3 मिनिट

45. धारारेखीय आकार का एक पिण्ड वायु में *h* ऊँचाई से गिरकर द्रव सतह पर आता है। द्रव व पिण्ड के घनत्व क्रमशः *D* व *d* $(D > d)$ हैं। वह समय जिसके पश्चात् पिण्ड क्षणिक विराम में आएगा, होगा

(a) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ (b) $\sqrt{\frac{2h}{g}}.\frac{D}{d}$

(c) $\sqrt{\frac{2h}{g}}.\frac{d}{D}$ (d) $\sqrt{\frac{2h}{g}}\left(\frac{d}{D-d}\right)$

46. किसी बड़े पात्र में *H* ऊँचाई तक जल भरा है। पात्र के तले में एक छोटा छिद्र है। जल स्तर $\frac{H}{\eta}(\eta > 1)$ तक होने में लगा समय T_1 है। तथा शेष जल बहने में लगा समय T_2 है यदि $T_1 = T_2$ हो, तो η का मान होगा

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) $2\sqrt{2}$

47. नदी में जल धारा का वेग **[CBSE PMT 1988]**

(a) सभी जगह समान होगा

(b) मध्य में ज्यादा व किनारों पर कम होगा

(c) मध्य में कम व किनारों पर ज्यादा होगा

(d) एक किनारे से दूसरे किनारे तक बढ़ेगा

48. जल के ताप में वृद्धि करने पर श्यानता

(a) अपरिवर्तित रहेगी

(b) घटेगी

(c) बढ़ेगी

(d) घटेगी अथवा बढ़ेगी यह बाह्य दाब पर निर्भर होगा

49. गर्म वायु का श्यानता गुणांक होगा

(a) ठण्डी वायु के श्यानता गुणांक से अधिक

(b) ठण्डी वायु के श्यानता गुणांक से कम

(c) ठण्डी वायु के श्यानता गुणांक के समान

(d) कम अथवा ज्यादा हो सकता है यह बाह्य दाब पर निर्भर करेगा

50. एक अच्छे स्नेहक के लिए होना चाहिए

(a) उच्च श्यानता (b) कम श्यानता

(c) मध्यवर्ती श्यानता (d) उच्च घनत्व

51. तीन पात्र *A*, *B* व *C* क्रमशः ग्लिसरीन, जल व केरोसिन तेल से भरे हैं। पात्रों को हिलाकर क्षैतिज टेबल पर रख दिया जाता है। कौन सा द्रव सबसे पहले स्थिर हो जाएगा

(a) ग्लिसरीन (b) जल
(c) केरोसिन तेल (d) सभी एक साथ स्थिर होंगे

52. जल की बूँद, वायु में अत्यधिक ऊँचाई *h* से गिरती है। उसका अंतिम वेग होगा

(a) $\propto \sqrt{h}$ (b) $\propto h$
(c) $\propto (1/h)$ (d) *h* पर निर्भर नहीं होगी

53. त्रिज्या *r* व लम्बाई *l* की नली के सिरों पर दाबांतर *P* है। यदि नली से प्रवाहित द्रव की प्रवाह दर $V = \frac{\pi Q P r^4}{\eta l}$ हो, जहाँ η श्यानता गुणांक है, तो *Q* का मान होगा [DCE 2002]

(a) 8 (b) $\frac{1}{8}$
(c) 16 (d) $\frac{1}{16}$

54. श्यानता ज्ञात करने की पॉइजुली की विधि में किस भौतिक राशि का मापन अधिक यथार्थतापूर्वक करना होता है [EAMCET 2001]

(a) दाबांतर (b) संग्रहित द्रव का आयतन
(c) केशनली की लम्बाई (d) केशनली की आंतरिक त्रिज्या

55. समान लम्बाई की दो केशनलियों की त्रिज्यायें r_1 व r_2 हैं। नलियाँ किसी पात्र के तल में समांतर क्रम में संलग्न हैं। दाब शीर्ष *P* है। उस एकल नली की त्रिज्या क्या होगी जो दोनों नलियों के स्थान पर लगायी जाए तो द्रव प्रवाह की दर समान रहे

(a) $r_1 + r_2$ (b) $r_1^2 + r_2^2$
(c) $r_1^4 + r_2^4$ (d) उपरोक्त में से कोई नही

56. दो केशनलियों की लम्बाईयाँ समान हैं, परन्तु त्रिज्याओं का अनुपात 1 : 2 है। नलियाँ श्रेणी क्रम में संलग्न हैं। उनसे धारारेखीय स्थिति में द्रव प्रवाहित किया जाता है। यदि संयुक्त नली के सिरों पर दाबांतर जल स्तम्भ के 1 *m* दाब के तुल्य हो, तो प्रथम नली के सिरों पर दाबांतर होगा

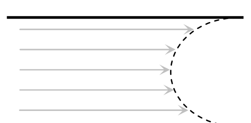
(a) 9.4 *m* (b) 4.9 *m*
(c) 0.49 *m* (d) 0.94 *m*

57. किसी केशनली (त्रिज्या *a*) से जल धारारेखीय स्थिति में प्रवाहित हो रहा है। दाबांतर *P* व प्रवाह दर *Q* है। यदि त्रिज्या *a*/2 व दाब 2*P* कर दें, तो प्रवाह दर होगी

(a) 4*Q* (b) *Q*
(c) $\frac{Q}{4}$ (d) $\frac{Q}{8}$

58. किसी बेलनाकार नलिका से एक श्यान द्रव बह रहा है। द्रव के वेग वितरण को उचित रूप से निम्न चित्र द्वारा दर्शाया जा सकता है [BCECE 2005]

(a)

(b)

(c)

(d) इनमें से कोई नहीं

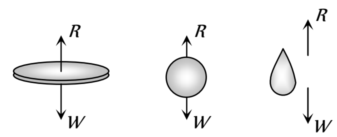
59. 4 सेमी व्यास के एक पाइप से प्रवाहित हो रहे जल का वेग 3 मी/सै है। तत्पश्चात जल 2 सेमी व्यास की नलिका में प्रवेश करता है। नलिका में प्रवाहित जल का वेग है [BCECE 2005]

(a) 3 मी/सै (b) 6 मी/सै
(c) 12 मी/सै (d) 8 मी/सै

60. दो केशनलियाँ जिनकी लंबाईयाँ क्रमशः *L* तथा 2*L* तथा त्रिज्याऐं क्रमशः *R* तथा 2*R* हैं, परस्पर श्रेणीक्रम में जुड़ी हैं। इनसे प्रवाहित होने वाले द्रव के प्रवाह की कुल दर होगी (एक केशनली से द्रव के प्रवाह की दर $X = \pi P R^4 / 8\eta L$) [DCE 2005]

(a) $\frac{8}{9}X$ (b) $\frac{9}{8}X$
(c) $\frac{5}{7}X$ (d) $\frac{7}{5}X$

61. जब कोई वस्तु वायु में गिरती है, तब वस्तु पर लगने वाला वायु प्रतिरोध मुख्यतः वस्तु की आकृति पर निर्भर करता है। तीन विभिन्न आकृतियाँ चित्र में प्रदर्शित हैं। वायु-प्रतिरोधों का कौन सा संयोग भौतिक स्थिति को वास्तविक रूप से दर्शाता है। (वस्तुओं का अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल समान है) [KCET 2005]



(1) चकती (2) गेंद (3) सिगार की आकृति

(a) 1 < 2 < 3 (b) 2 < 3 < 1
(c) 3 < 2 < 1 (d) 3 < 1 < 2

62. जब किसी नल से जल धारारेखीय प्रवाह से नीचे गिरता है, तब [Orissa JEE 2005]

(a) क्षेत्रफल घटता है (b) क्षेत्रफल बढ़ता है
(c) वेग समान रहता है (d) क्षेत्रफल समान रहता है

63. किसी बन्द नल से जुड़े हुए मैनोमीटर का पाठ्यांक 4.5×10^5 पास्कल है। जब नल को खोल दिया जाता है, तब मैनोमीटर का पाठ्यांक गिरकर 4×10^5 पास्कल हो जाता है। जल के प्रवाह का वेग है [Kerla PET 2005]

(a) 7 मी / सै (b) 8 मी / सै
(c) 9 मी / सै (d) 10 मी / सै

64. किसी टैंक में भरे हुए द्रव में गिरती हुई *r* त्रिज्या की एक धात्विक गेंद का उस क्षण वेग क्या होगा, जब इसका त्वरण मुक्त रूप से

गिरती हुई वस्तु के त्वरण का आधा है (धातु तथा द्रव के घनत्व क्रमशः ρ तथा σ हैं तथा द्रव की श्यानता η है) [Kerala PET 2005]

(a) $\frac{r^2 g}{9\eta}(\rho - 2\sigma)$ (b) $\frac{r^2 g}{9\eta}(2\rho - \sigma)$

(c) $\frac{r^2 g}{9\eta}(\rho - \sigma)$ (d) $\frac{2r^2 g}{9\eta}(\rho - \sigma)$

65. बरनौली प्रमेय के अनुसार $P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h = K$ (नियतांक)

K/P की विमाऐं निम्न में से किसके समान होगी [AFMC 2005]

(a) प्रणोद (b) दाब

(c) कोण (d) श्यानता

66. एक असंपीड्य द्रव किसी बेलनाकार पाइप से स्थायी रूप से बहता है। पाइप की त्रिज्या बिन्दु A पर $2r$ तथा प्रवाह की दिशा में ही स्थित एक अन्य बिन्दु *B* पर r है। यदि बिन्दु *A* पर वेग *v* है, तब बिन्दु *B* पर वेग होगा [Kerala PMT 2005]

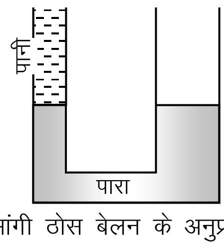
(a) 2*v* (b) *v*

(c) *v*/2 (d) 4*v*

Critical Thinking

Objective Questions

1. एक U-नली जिसकी बांयी भुजा के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल दांयी भुजा के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल का एक चौथाई है। U-नली में पारा (घनत्व 13.6 *g/cm*)भरा है। पतली नली में पारा नली के ऊपरी सिरे से 36 *cm* नीचे है। दांयी ओर की नली में पारे की ऊँचाई कितनी बढ़ जाएगी यदि बांयी नली में ऊपरी सिरे तक पानी भर दिया जाए



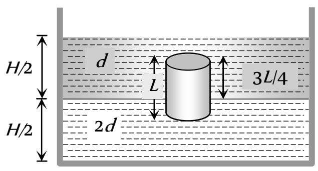
(a) 1.2 *cm*

(b) 2.35 *cm*

(c) 0.56 *cm*

(d) 0.8 *cm*

2. $L(L < H/2)$ लम्बाई के एक समांगी ठोस बेलन के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $A/5$ है। बेलन द्रव-द्रव सम्पर्क सतह पर तैर रहा है। बेलन का अक्ष ऊर्ध्वाधर है। चित्रानुसार, बेलन की $L/4$ लम्बाई अधिक घनत्व वाले द्रव में डूबी है तथा कम घनत्व वाला द्रव वायुमण्डल में खुला है। वायुमण्डलीय दाब P_0 हो तो ठोस का घनत्व होगा [IIT-JEE 1995]

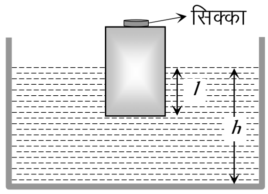


(a) $\frac{5}{4}d$ (b) $\frac{4}{5}d$

(c) d (d) $\frac{d}{5}$

3. लकड़ी का एक गुटका पानी में चित्रानुसार तैर रहा है। उसके उच्च तल पर एक सिक्का रखा है। दूरियाँ *l* व *h* प्रदर्शित हैं। यदि कुछ समय पश्चात् सिक्का पानी में गिर जाये तो

[IIT-JEE (Screening) 2002]



(a) *l* का मान घटेगा व *h* बढ़ेगा

(b) *l* का मान बढ़ेगा व *h* घटेगा

(c) *l* व *h* दोनों बढ़ेंगे

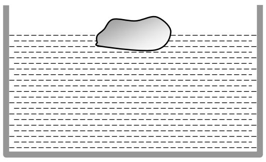
(d) *l* व *h* दोनों घटेंगे

4. किसी पात्र में पारे (घनत्व = 13.6 *gm/cm*) के ऊपर तेल (घनत्व = 0.8 *gm/cm*) भरा है। एक समांगी गोला इसमें इस प्रकार तैर रहा है कि उसका आधा आयतन पारे व आधा तेल में डूबा है। गोले के पदार्थ का घनत्व *gm/cm* में होगा [IIT-JEE 1988]

(a) 3.3 (b) 6.4

(c) 7.2 (d) 12.8

5. किसी बीकर में रखे द्रव में कोई पिण्ड तैर रहा है। सम्पूर्ण निकाय (चित्रानुसार) गुरुत्व के अधीन मुक्त रूप से गिर रहा है। द्रव के कारण पिण्ड पर उत्प्लावक बल होगा [IIT-JEE 1982]



(a) शून्य

(b) प्रतिस्थापित द्रव के भार के तुल्य

(c) वायु में पिण्ड के भार के तुल्य

(d) पिण्ड के द्रव में डूबे भाग के भार के तुल्य

6. किसी बेलनाकार पात्र में द्रव रखा हैं। पात्र आधार के केन्द्र से गुजरने वाले ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घुमाया जा रहा है । पात्र की त्रिज्या *r* व कोणीय वेग ω है, तब पात्र के केन्द्र व किनारों पर द्रव की ऊँचाई में अंतर होगा

(a) $\frac{r\omega}{2g}$ (b) $\frac{r^2\omega^2}{2g}$

(c) $\sqrt{2gr\omega}$ (d) $\frac{\omega^2}{2gr^2}$

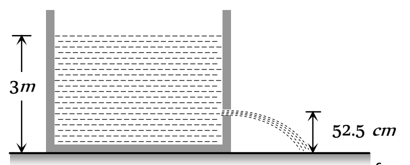
7. एक बेलनाकार बर्तन में पानी 3*m* की ऊँचाई तक भरा है। बर्तन के पेंदे में स्थित छिद्र (Orifice) एवं बीकर (बर्तन) के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल का अनुपात 0.1.है। छिद्र से बाहर निकलने वाले द्रव के वेग के वर्ग का मान है, (*g* = 10 *m/s*) [IIT JEE 2004]

(a) 50 *m/s*

(b) 50.5 *m/s*

(c) 51 *m/s*

(d) 52 *m/s*

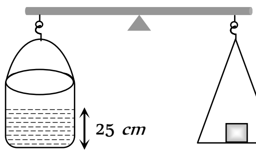


8. किसी बड़े खुले पात्र की दीवार पर दो छिद्र हैं। एक छिद्र वर्गाकार (भुजा *L*) तथा द्रव की मुक्त सतह से *y* गहराई पर है एवं दूसरा छिद्र वृत्ताकार तथा (त्रिज्या *R*) द्रव की मुक्त सतह से 4*y* गहराई पर है। यदि छिद्रों से प्रति सैकण्ड समान मात्रा में जल प्रवाहित हो तो *R* का मान होगा [IIT-JEE (Screening) 2000]

(a) $2\pi L$ (b) $\frac{L}{\sqrt{2\pi}}$

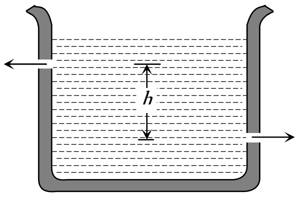
(c) L (d) $\frac{L}{2\pi}$

9. एक बेलनाकार पात्र में 25 *cm* ऊँचाई तक जल भरा है। इसकी तली में $\frac{1}{4}cm^2$ क्षेत्रफल का छिद्र है । पात्र किसी भौतिक तुला पर संतुलित है जब जल बहने लगे तो संतुलन भार में प्रारम्भिक परिवर्तन होगा



(a) 12.5 ग्राम-भार वृद्धि
(b) 6.25 ग्राम -भार वृद्धि
(c) 12.5 ग्राम -भार कमी
(d) 6.25 ग्राम -भार कमी

10. किसी द्रव (घनत्व ρ) से भरे पात्र की दीवारों में विपरीत ओर समान क्षेत्रफल a के दो छिद्र (चित्रानुसार) हैं। छिद्रों की ऊँचाईयों में अंतर h है। पात्र क्षैतिज घर्षण रहित तल पर रखा है। वह क्षैतिज बल जो पात्र को साम्यावस्था में रखने के लिए आवश्यक है, होगा



(a) $gh\rho a$
(b) $\frac{2gh}{\rho a}$
(c) $2\rho agh$
(d) $\frac{\rho gh}{a}$

11. आपस में चित्रानुसार जुड़े दो पात्रों में पारा भरा है। एक पात्र का व्यास दूसरे के व्यास का n गुना है। बांये पात्र में h ऊँचाई तक जल भरा जाये तो दाँये पात्र में पारे का स्तर कितना ऊँचा हो जाएगा (s =पारे का आपेक्षिक घनत्व, ρ = जल का घनत्व)

(a) $\frac{n^2h}{(n+1)^2s}$ (b) $\frac{h}{(n^2+1)s}$
(c) $\frac{h}{(n+1)^2s}$ (d) $\frac{h}{n^2s}$

12. एक एकसमान छड़ जिसका घनत्व ρ है, ρ_0 घनत्व के $\rho_0 > \rho$ द्रव से भरे हुये एक टैंक में रखी है। टैंक में द्रव छड़ की लम्बाई से आधी ऊँचाई तक भरा है। छड़ इस प्रकार साम्यावस्था में है कि उसका निचला सिरा टैंक के पेंदें को छू रहा है व छड़ क्षैतिज से $60°$ कोण बना रही है। तो

(a) $\sin\theta = \frac{1}{2}\sqrt{\rho_0/\rho}$ (b) $\sin\theta = \frac{1}{2}.\frac{\rho_0}{\rho}$
(c) $\sin\theta = \sqrt{\rho/\rho_0}$ (d) $\sin\theta = \rho_0/\rho$

13. बर्फ का टुकड़ा 1.2 घनत्व वाले द्रव में तैर रहा है यदि बर्फ पूर्ण रूप से पिघल जाए तो द्रव स्तर [IIT-JEE 1994]

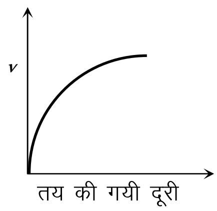
(a) अप्रभावित रहेगा (b) बढ़ेगा
(c) घटेगा (d) (a), (b) अथवा (c)

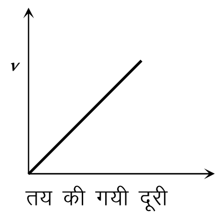
14. अनुप्रस्थ परिच्छेद A का एक पात्र H ऊँचाई तक भरा है। पात्र के तल में a क्षेत्रफल का छिद्र है। द्रव स्तर H_1 से H_2 होने में लगा समय होगा

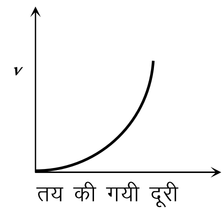
(a) $\frac{A}{a}\sqrt{\frac{2}{g}}[\sqrt{H_1}-\sqrt{H_2}]$ (b) $\sqrt{2gh}$
(c) $\sqrt{2gh(H_1-H_2)}$ (d) $\frac{A}{a}\sqrt{\frac{g}{2}}[\sqrt{H_1}-\sqrt{H_2}]$

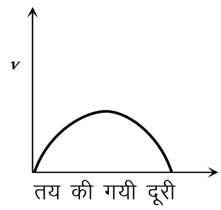
GQ Graphical Questions

1. सीसे का एक गोला (व्यास 1*mm*) ग्लिसरीन से भरी लम्बी नली में गिराया जाता है। तो उसके वेग v में, दूरी के साथ परिवर्तन का सही प्रदर्शन है [AIIMS 2003]

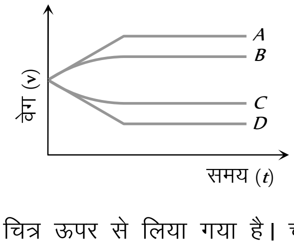
(a)


(b)


(c)


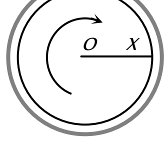
(d)


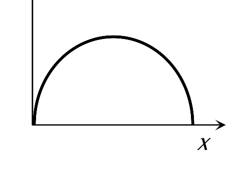
2. किसी श्यान द्रव में काफी ऊँचाई से एक गोलाकार ठोस गेंद गिर रही है। उसके वेग में समय के साथ परिवर्तन का सही प्रदर्शन करने वाला वक्र है [CPMT 1988]

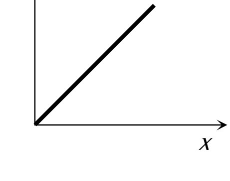


(a) वक्र A
(b) वक्र B
(c) वक्र C
(d) वक्र D

3. चित्र में, चाय के कप का चित्र ऊपर से लिया गया है। चाय को हिलाकर छोड़ने पर वह धारा रेखीय घूर्णन करती है। किस ग्राफ में बिन्दु O से दूरी X के साथ द्रव कणों की चाल में परिवर्तन प्रदर्शित है

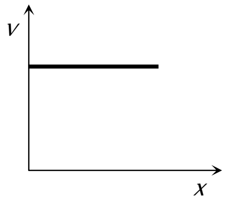


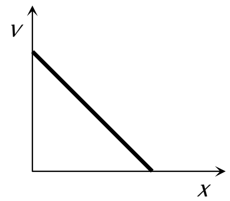




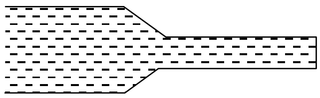
(a)

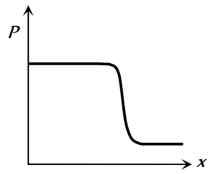
(b)

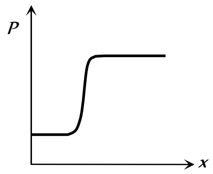
(c) 

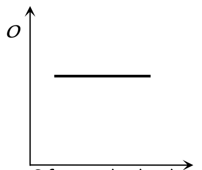
(d) 

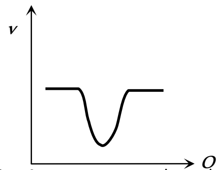
4. किसी घर्षणहीन नली (duct), जिसका अनुप्रस्थ परिच्छेद चित्रानुसार परिवर्तित हो रहा है, से जल प्रवाहित होता है। अक्ष के अनुदिश बिन्दुओं पर दाब p का परिवर्तन निम्न वक्र से प्रदर्शित किया जाता है



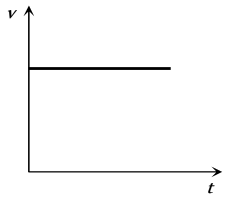
(a) 

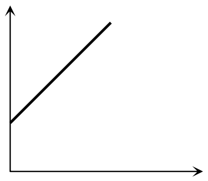
(b) 

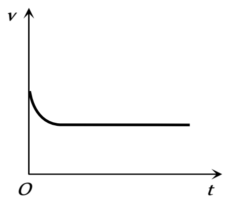
(c) 

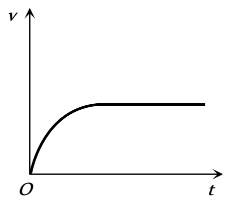
(d) 

5. निम्न प्रदर्शित वक्रों में से कौन सा वक्र किसी श्यान द्रव के लंबे स्तंभ में उर्ध्वाधरतः नीचे गिरते हुए छोटे आकार के गोले के वेग के समय के साथ परिवर्तन को पूर्णतया दर्शाता है [CPMT 1990]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

AR Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है

(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है

(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है

(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं

(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : हाइड्रोलिक लिफ्ट पास्कल नियम के सिद्धान्त पर आधारित है।

   कारण : दाब प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले बल के बराबर होता है।

2. प्रक्कथन : मनुष्यों का रक्त दाब दिमाग की तुलना में पैरों पर अधिक रहता है।

   कारण : किसी बिन्दु पर द्रव का दाब ऊँचाई, द्रव के घनत्व तथा गुरुत्वीय त्वरण के समानुपाती होता है।

3. प्रक्कथन : द्रव स्थैतिक दाब (Hydrostatic pressure) एक सदिश राशि है।

   कारण : दाब, बल तथा क्षेत्रफल के अनुपात के तुल्य होता है, तथा बल एक सदिश राशि है।

4. प्रक्कथन : तैरने के लिए, एक वस्तु को अपने वास्तविक भार से अधिक भार के द्रव को विस्थापित करना चाहिए।

   कारण : तैरने की प्रक्रिया में, वस्तु नीचे की ओर किसी बल का अनुभव नहीं करती।

5. प्रक्कथन : किसी तालाब में तैरती हुई नाव में एक व्यक्ति बैठा हुआ है। यदि व्यक्ति तालाब से थोड़ा सा पानी पी लेता है, तब तालाब में जल का स्तर घट जाता है।

   कारण : आर्किमिडीज के सिद्धान्त के अनुसार वस्तु द्वारा हटाए गए जल का भार वस्तु के वास्तविक भार के बराबर होता है।

6. प्रक्कथन : एक बर्फ का टुकड़ा पानी में तैर रहा है। बर्फ के पूर्णतया पिघलने पर जल का स्तर अपरिवर्तित रहता है।

   कारण : आर्किमिडीज के सिद्धान्त के अनुसार द्रव में तैरती हुई वस्तु के भार में कमी, वस्तु के डूबे हुए भाग द्वारा विस्थापित किए गए द्रव के भार के बराबर होती है।

7. प्रक्कथन : जब जल किसी चौड़े पाइप से संकरे पाइप में प्रवेश करता है, तब उसका वेग बढ़ जाता है।

   कारण : सांतत्य समीकरण के अनुसार क्षेत्रफल तथा वेग का गुणनफल सदैव नियत रहता है।

8. प्रक्कथन : पैराशूट की सहायता से कूदने वाले व्यक्ति का वेग प्रारंभ में बढ़ता है तथा फिर नियत हो जाता है।

   कारण : व्यक्ति के गिरने के नियत वेग को सीमान्त वेग कहते हैं।

9. प्रक्कथन : किसी द्रव का दाब अधिक होने पर उसके प्रवाह का वेग कम होता है तथा इसका विलोम भी सत्य है।

कारण : बरनॉली की प्रमेय के अनुसार किसी आदर्श द्रव के धारारेखीय प्रवाह के लिए प्रति इकाई द्रव्यमान में कुल ऊर्जा का मान नियत रहता है।

10. प्रक्कथन : किसी वाहन की आकृति इस प्रकार बनाई जाती है, कि इसका सामने का भाग द्रव्य के धारा रेखीय प्रवाह को इंगित करता है, जिसमें यह गतिशील होता है।

कारण : द्रव्य द्वारा अधिकतम प्रतिरोध लगाया जाता है।

11. प्रक्कथन : इंजेक्शन लगाने की प्रक्रिया में डॉक्टर द्वारा लगाए गए अंगूठे के दाब की तुलना में सिरिंज की सुई का आकार प्रवाह की दर को भलीभाँति नियंत्रित करता है।

कारण : प्रवाह की दर डॉक्टर द्वारा आरोपित अंगूठे के दाब से स्वतंत्र होती है।

12. प्रक्कथन : किसी बर्तन में स्थित छोटे से छिद्र द्वारा बहता हुआ द्रव बर्तन पर पीछे की ओर प्रणोद लगाता है।

कारण : सांतत्य समीकरण के अनुसार, क्षेत्रफल तथा वेग के गुणनफल का मान नियत रहता है।

13. प्रक्कथन : किसी तैरती हुई वस्तु के स्थायी रूप से साम्यावस्था में रहने के लिए, इसका उत्प्लावन केंद्र गुरुत्व केंद्र के ऊपर स्थित होना चाहिए।

कारण : किसी वस्तु के भार तथा ऊपर की ओर लगने वाले प्रणोद बल द्वारा उत्पन्न बल आघूर्ण वस्तु को इसकी विचलित अवस्था से पूर्वावस्था में ले आते हैं।

14. प्रक्कथन : जल शहद की तुलना में अधिक तेजी से बहता है।

कारण : जल का श्यानता गुणांक शहद से कम होता है।

15. प्रक्कथन : ताप बढ़ने के साथ द्रवों की श्यानता भी तेजी से बढ़ती है।

कारण : किसी द्रव की श्यानता उसकी वह प्रकृति है, जिसके कारण यह अपनी विभिन्न पर्तों के बीच आपेक्षिक गति का विरोध करता है।

16. प्रक्कथन : उड़ान भरने से पूर्व वायुयान रन वे (हवाई पट्टी) पर दौड़ते हैं, ताकि वायुयान आवश्यक उठाव प्राप्त कर सके।

कारण : बरनॉली प्रमेय के अनुसार, जैसे ही वेग बढ़ता है, दाब घट जाता है अथवा इसका विपरीत भी सत्य होता है।

17. प्रक्कथन : किसी स्थान पर दाब का अचानक कम हो जाना तूफान का संकेत देता है।

कारण : वायु उच्च दाब से कम दाब वाले स्थानों की ओर प्रवाहित होती है।

18. प्रक्कथन : मशीनों के कलपुर्जे सर्दियों में जाम हो जाते हैं।

कारण : मशीनों के कलपुर्जों में प्रयुक्त स्नेहक की श्यानता कम ताप पर बढ़ती है।

19. प्रक्कथन : जल से भरे हुए टैंक में एक लकड़ी का गुटका तैर रहा है। लकड़ी के गुटके का आभासी भार शून्य होगा।

कारण : क्योंकि जल के उत्प्लावक बल द्वारा गुटके के संपूर्ण भार को संतुलित किया जाता है।

20. प्रक्कथन : कुछ ऊँचाई तक गिरने के बाद वर्षा की बूँद नियत वेग प्राप्त कर लेती है।

कारण : नियत वेग होने पर, श्यान बल का मान इसके भार के बराबर हो जाता है।

21. प्रक्कथन : पेपर पिनों के सिरों को नुकीला बनाया जाता है।

कारण : क्योंकि पिन के नुकीले सिरे का क्षेत्रफल बहुत कम होता है, अतः कम बल लगाने पर भी सतह पर अधिक दाब लगाया जा सकता है।

22. प्रक्कथन : रेलगाड़ी की पटरियाँ छोटे आकार के लकड़ी के स्लीपरों पर बिछाई जाती हैं।

कारण : छोटे आकार के लकड़ी के स्लीपर प्रयोग करने से ट्रेन पटरियों पर अधिक दाब लगाती है, जिससे ट्रेन पटरियों से नहीं उतरती।

23. प्रक्कथन : अधिक ऊँचाई पर शरीर के घाव से रक्त स्त्राव को रोकना अत्यंत कठिन होता है।

कारण : अधिक ऊँचाई पर वायुमण्डलीय दाब रक्त दाब से कम होता है।

24. प्रक्कथन : किसी तेल की टंकी को खाली करने के लिए टंकी में दो छिद्र किए जाते हैं।

कारण : तेल दोनों छिद्रों से बहता है अतः टंकी शीघ्र खाली हो जाती है।

25. प्रक्कथन : सीमान्त वेग तथा क्रांतिक वेग दोनों समान होते हैं।

कारण : किसी श्यान द्रव में गिरने वाली वस्तु के नियत वेग को सीमान्त वेग कहते हैं।

26. प्रक्कथन : जब अत्यंत समीप स्थित दो नाव परस्पर समान्तर तथा एक ही दिशा में तैरती हैं, तो वे एक दूसरे की ओर खिंचती हैं।

कारण : v चाल से गतिशील किसी गोलाकार वस्तु पर लगने वाला श्यान बल, v के समानुपाती होता है।

27. प्रक्कथन : कार तथा वायुयान धारारेखीय होते हैं।

कारण : ऐसा वायुमण्डल के पीछे की ओर लगने वाले श्यान बल को कम करने के लिए किया जाता है।

28. प्रक्कथन : बरनॉली प्रमेय असंपीड्य तथा अश्यान तरलों पर लागू होती है।

कारण : $\frac{v^2}{2g}$ को वेग शीर्ष कहते हैं।

Answers

दाब तथा घनत्व

1	b	2	c	3	b	4	b	5	c
6	b	7	c	8	b	9	d	10	c
11	c	12	c	13	a	14	d	15	a
16	b	17	a	18	b	19	d	20	b
21	c	22	a	23	b	24	b	25	b
26	b	27	d	28	a	29	c	30	c
31	d								

पास्कल का नियम तथा आर्किमिडीज का सिद्धांत

1	c	2	a	3	c	4	c	5	b
6	d	7	a	8	b	9	bc	10	c
11	c	12	d	13	a	14	b	15	b
16	d	17	a	18	a	19	b	20	b
21	c	22	c	23	b	24	b	25	b
26	d	27	a						

तरल प्रवाह

1	b	2	a	3	c	4	d	5	d
6	a	7	d	8	b	9	a	10	c
11	b	12	a	13	c	14	a	15	d
16	b	17	b	18	c	19	c	20	b
21	d	22	b	23	a	24	d	25	c
26	a	27	a	28	b	29	a	30	a
31	a	32	b	33	c	34	a	35	b
36	ad	37	acd	38	b	39	b	40	a
41	a	42	c	43	b	44	b	45	d
46	c	47	b	48	b	49	a	50	a
51	a	52	d	53	b	54	d	55	d
56	d	57	d	58	c	59	c	60	a
61	c	62	a	63	d	64	c	65	c
66	d								

Critical Thinking Questions

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

ग्राफीय प्रश्न

1	a	2	b	3	d	4	a	5	d

प्रक्कथन एवं कारण

1	b	2	a	3	e	4	c	5	e
6	a	7	a	8	b	9	a	10	c
11	c	12	a	13	a	14	a	15	e
16	a	17	a	18	a	19	a	20	a
21	a	22	d	23	a	24	c	25	e
26	b	27	a	28	b				

Answers and Solutions

दाब तथा घनत्व

1. (b) झील के तली पर दाब = $P_0 + h\rho g$

झील की आधी गहराई पर दाब $= P_0 + \frac{h}{2}\rho g$

दिये गये प्रश्नानुसार

$$P_0 + \frac{1}{2}h\rho g = \frac{2}{3}(P_0 + h\rho g) \Rightarrow \frac{1}{3}P_0 = \frac{1}{6}h\rho g$$

$$\Rightarrow h = \frac{2P_0}{\rho g} = \frac{2 \times 10^5}{10^3 \times 10} = 20m$$

2. (c) आभासी भार $= V(\rho - \sigma)g = \frac{m}{\rho}(\rho - \sigma)g$

जहाँ $m =$ वस्तु का द्रव्यमान

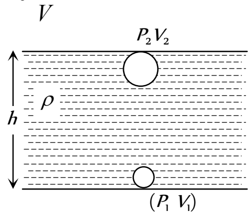
$\rho =$ पिण्ड का घनत्व, $\sigma =$ पानी का घनत्व

यदि दो वस्तुयें संतुलन (साम्य) की स्थिति में हैं, तो उनके आभासी भार समान होंगे

$$\therefore \frac{m_1}{\rho_1}(\rho_1 - \sigma) = \frac{m_2}{\rho_2}(\rho_2 - \sigma)$$

$\Rightarrow \frac{36}{9}(9-1) = \frac{48}{\rho_2}(\rho_2 - 1)$ हल करने पर $\rho_2 = 3$

3. (b) बॉयल के नियम के अनुसार, दाब तथा आयतन एक दूसरे के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं अर्थात् $P \propto \frac{1}{V}$



$\Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow (P_0 + h\rho_w g)V_1 = P_0V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \left(1 + \frac{h\rho_w g}{P_0}\right)V_1$$

$$\Rightarrow V_2 = \left(1 + \frac{47.6 \times 10^2 \times 1 \times 1000}{70 \times 13.6 \times 1000}\right) V_1$$

$$\Rightarrow V_2 = (1+5)50\ cm^3 = 300\ cm^3$$

[$P_2 = P_0 =$ पारे का $70 cm$ $Hg = 70 \times 13.6 \times 1000$]

4. (b) आधार पर आरोपित बल

$F = P \times A = hdgA = 0.4 \times 900 \times 10 \times 2 \times 10^{-3} = 7.2$ न्यूटन

5. (c) चूँकि दोनों बिन्दु द्रव की सतह पर हैं तथा मुक्त वायुमण्डल में है। अतः दोनों बिन्दुओं पर दाब समान होगा तथा यह दाब 1 *atm* होगा। अतः दाब अंतर शून्य होगा।

6. (b) समुद्र तल तथा पहाड़ी के शीर्ष के मध्य दाबांतर

$\Delta P = (h_1 - h_2) \times \rho_{Hg} \times g = (75 - 50) \times 10^{-2} \times \rho_{Hg} \times g$ ...(i)

तथा h मीटर वायु के कारण दाबांतर

$\Delta P = h \times \rho_{\text{वायु}} \times g$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को हल करने पर हमें ज्ञात होता है

$$h \times \rho_{\text{वायु}} \times g = (75 - 50) \times 10^{-2} \times \rho_{\text{पारा}} \times g$$

$$\therefore h = 25 \times 10^{-2}\left(\frac{\rho_{\text{पारा}}}{\rho_{\text{वायु}}}\right) = 25 \times 10^{-2} \times 10^4 = 2500\ m$$

$\therefore$ पहाड़ी की ऊँचाई = 2.5 *km*

7. (c) बर्फ का आयतन $= \frac{M}{\rho}$, पानी का आयतन $= \frac{M}{\sigma}$

$\therefore$ आयतन में परिवर्तन $= \frac{M}{\rho} - \frac{M}{\sigma} = M\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\sigma}\right)$

8. (b) यदि समान द्रव्यमान परंतु भिन्न-भिन्न घनत्व के द्रवों को एक साथ मिलाया जाता है, तो मिश्रण का घनत्व

$$\rho = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{2 \times 1 \times 2}{1+2} = \frac{4}{3}$$

9. (d) माना कि $M_0 =$ निर्वात में वस्तु का भार

वायु में वस्तु का आभासी भार = मानक भारों का वायु में आभासी भार

= वास्तविक भार – हटायी गयी वायु के कारण उत्प्लावन बल

$$\Rightarrow M_0 g - \left(\frac{M_0}{d_1}\right)dg = Mg - \left(\frac{M}{d_2}\right)dg$$

$$\Rightarrow M_0 = \frac{M\left[1 - \frac{d}{d_2}\right]}{\left[1 - \frac{d}{d_1}\right]}$$

10. (c) $P = h\rho g$ अर्थात् दाब तल पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है।

11. (c) $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (P_0 + h + g) \times \frac{4}{3}\pi r^3 = P_0 \times \frac{4}{3}\pi(2r)^3$

जहाँ, h = झील की गहराई

$$\Rightarrow h\rho g = 7P_0 \Rightarrow h = 7 \times \frac{H\rho g}{\rho g} = 7H$$

12. (c) $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (P_0 + h\rho g)V = P_0 \times 3V$

$$\Rightarrow h\rho g = 2P_0 \Rightarrow h = \frac{2 \times 75 \times 13.6 \times g}{\frac{13.6}{10} \times g} = 15\ m$$

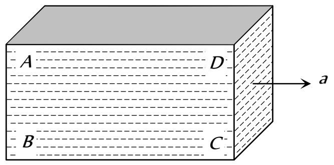
13. (a) $h = \frac{P}{\rho g} \Rightarrow h \propto \frac{1}{g}$ (P तथा ρ नियत हैं)

यदि g का मान 2% घटा दिया जाये, तो h का मान 2% बढ़ जायेगा।

14. (d) $h = \frac{P}{\rho g} \Rightarrow h \propto \frac{1}{g}$ यदि लिफ्ट किसी त्वरण से ऊपर की ओर गति कर रही है, तो g का प्रभावी मान बढ़ता है, इसलिए

h का मान घट जाता है, अर्थात् पाठ्यांक 76 सेमी से कम होगा।

15. (a)



दाँयी ओर त्वरण के कारण, बाँयी ओर एक छद्म बल कार्य करेगा। इस कारण आगे की तुलना में (बिन्दु D से C) पीछे की ओर (बिन्दु A तथा B) दाब अधिक होगा।

तथा द्रव स्तंभ के कारण भी दाब शीर्ष (बिन्दु A तथा D) की अपेक्षा तल (बिन्दु B तथा C) पर अधिक होगा।

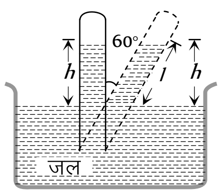
इस तरह कुल मिलाकर अधिकतम दाब बिन्दु B पर तथा न्यूनतम दाब बिन्दु D पर होगा।

16. (b) तली के समीप कुल दाब

$P = P_0 + h\rho g$

चूँकि पात्र से वायु निरंतर बाहर ली जा रही है, P_0 घटेगा अतः P का मान बढ़ेगा।

17. (a) $\cos 60° = \dfrac{h}{l}$



$\Rightarrow l = \dfrac{h}{\cos 60°} = \dfrac{76}{1/2}$

$\therefore\ l = 152\ cm$

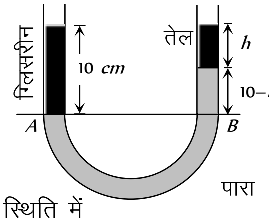
18. (b) तली पर दाब = $h\rho g$

ऊर्ध्वाधर पृष्ठ पर दाब = $\dfrac{1}{2}h\rho g$

अब प्रश्नानुसार तली पर बल = ऊर्ध्वाधर पृष्ठ पर बल

$\Rightarrow\ h\rho g \times \pi r^2 = \dfrac{1}{2}h\rho g \times 2\pi r h\ \Rightarrow\ h = r$

19. (d)



संतुलन की स्थिति में

बिन्दु A पर दाब = बिन्दु B पर दाब

$P_A = P_B \Rightarrow\ 10 \times 1.3 \times g = h \times 0.8 \times g + (10 - h) \times 13.6 \times g$

हल करने पर हमें ज्ञात होता है h = 9.7 सेमी

20. (b) त्रिभुजाकार पटल (Lamina) पर प्रणोद (Thrust)

=केन्द्रक पर दाब × क्षेत्रफल = $\dfrac{h\rho g}{3} \times A = \dfrac{1}{3}A\rho gh$

21. (c) $\rho = \dfrac{\text{कुल द्रव्यमान}}{\text{कुल आयतन}} = \dfrac{2m}{V_1 + V_2} = \dfrac{2m}{m\left(\dfrac{1}{\rho_1} + \dfrac{1}{\rho_2}\right)}$

$\therefore \rho = \dfrac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

22. (a) $\rho = \dfrac{\text{कुल द्रव्यमान}}{\text{कुल आयतन}} = \dfrac{m_1 + m_2}{2V} = \dfrac{V(\rho_1 + \rho_2)}{2V} = \dfrac{\rho_1 + \rho_2}{2}$

23. (b) आयतन प्रत्यास्थता गुणांक, $B = -V_0\dfrac{\Delta p}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = -V_0\dfrac{\Delta p}{B}$

$\Rightarrow\ V = V_0\left[1 - \dfrac{\Delta p}{B}\right]$

$\therefore$ घनत्व, $\rho = \rho_0\left[1 - \dfrac{\Delta p}{B}\right]^{-1} = \rho_0\left[1 + \dfrac{\Delta p}{B}\right]$

जहाँ, $\Delta p = p - p_0 = h\rho_0 g$

= समुद्र की सतह तथा गहराई y के मध्य दाबांतर

$\therefore\ \rho = \rho_0\left[1 + \dfrac{\rho_0 g y}{B}\right]$ $\quad (h = y)$

24. (b) चूँकि तापमान में वृद्धि के साथ दी हुयी वस्तु का आयतन बढ़ता है, जबकि द्रव्यमान नियत रहता है, इसलिये वस्तु का घनत्व घटता है।

अर्थात $\dfrac{\rho}{\rho_0} = \dfrac{m/V}{m/V_0} = \dfrac{V_0}{V} = \dfrac{V_0}{V_0(1 + r\Delta\theta)} = (1 - \gamma\Delta\theta)$

$\Rightarrow\ \rho = \rho_0(1 - \gamma\Delta\theta)$

25. (b) $\rho_{mix} = \dfrac{m_1 + m_2 + m_3}{3V} = \dfrac{V(d + 2d + 3d)}{3V} = 2d$

26. (b) $\rho_{mix} = \dfrac{3m}{V_1 + V_2 + V_3} = \dfrac{3m}{\dfrac{m}{d} + \dfrac{m}{2d} + \dfrac{m}{3d}} = \dfrac{3 \times 6}{11}d = \dfrac{18}{11}d$

27. (d) दाब = $h\rho g$, अर्थात् तली पर दाब टैंक के तल पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं है। यह टैंक में भरे हुये पानी की ऊँचाई पर निर्भर करता है। चूँकि दोनों टैंकों में पानी का स्तर समान है अतः तली पर दाब भी समान होगा।

28. (a)

29. (c) बाँध (dam) की दीवार पर एक बल आघूर्ण कार्य करता है, जो बाँध को आगे की ओर धकेलने का प्रयास करता है। इसलिये बाँध को स्थिरता प्रदान करने के लिये उसके तल को अधिक चौड़ा बनाया जाता है।

30. (c)

31. (d)

पास्कल का नियम तथा आर्किमिडीज का सिद्धान्त

1. (c) माना कि वर्फ की चट्टान (Ice-berg) का आयतन V है तथा इसका घनत्व ρ है। यदि इस चट्टान का तैरते समय पानी के अंदर आयतन V_{in} है तो

$V_{in}\sigma g = V\rho g\ \Rightarrow\ V_{in} = \left(\dfrac{\rho}{\sigma}\right)V$ $\quad$ [σ = पानी का घनत्व]

अथवा $V_{out} = V - V_{in} = \left(\dfrac{\sigma - \rho}{\sigma}\right)V$

$\Rightarrow\ \dfrac{V_{out}}{V} = \left(\dfrac{\sigma - \rho}{\sigma}\right) = \dfrac{1000 - 900}{1000} = \dfrac{1}{10}$

$\therefore\ V_{out} = V$ का 10%

2. (a) लकड़ी के लट्ठे का आयतन $V = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{घनत्व}} = \frac{120}{600} = 0.2\ m$

माना कि लकड़ी के टुकड़े पर x भार रखा जा सकता है

अतः वस्तु का भार $= (120 + x) \times 10\ N$

हटाये गये द्रव का भार $= V\sigma g = 0.2 \times 10^3 \times 10\ N$

वस्तु पानी में डूब जायेगी यदि वस्तु का भार उसके द्वारा हटाये गये द्रव के भार के बराबर हो

$\therefore (120 + x) \times 10 = 0.2 \times 10^3 \times 10 \Rightarrow x = 80$ किग्रा

3. (c) कटोरे का भार $= mg = V\rho g = \frac{4}{3}\pi\left[\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{d}{2}\right)^3\right]\rho g$

जहाँ $D =$ बाहरी व्यास, $d =$ भीतरी व्यास ρ = कटोरे का घनत्व

कटोरे द्वारा हटाये गये द्रव का भार $= V\sigma g = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 \sigma g$

जहाँ σ द्रव का घनत्व है।

तैरने के लिये, $\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 \sigma g = \frac{4}{3}\pi\left[\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{d}{2}\right)^3\right]\rho g$

$\Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 \times 1.2 \times 10^3 = \left[\left(\frac{1}{2}\right)^3 - \left(\frac{d}{2}\right)^3\right] 2 \times 10^4$

हल करने पर हमें ज्ञात होगा $d = 0.98$ मी

4. (c) मिश्रधातु का विशिष्ट गुरुत्व (Specific gravity)

$= \frac{\text{मिश्रधातु का घनत्व}}{\text{पानी का घनत्व}}$

$= \frac{\text{मिश्रधातु का द्रव्यमान}}{\text{मिश्रधातु का आयतन} \times \text{पानी का घनत्व}}$

$= \frac{m_1 + m_2}{\left(\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}\right) \times \rho_w} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1 / \rho_w} + \frac{m_2}{\rho_2 / \rho_w}} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{s_1} + \frac{m_2}{s_2}}$

$\left[\text{चूँकि पानी का विशिष्ट गुरुत्व} = \frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{पानी का घनत्व}}\right]$

5. (b) माना कि कंक्रीट तथा बुरादे (Saw-dust) का विशिष्ट गुरुत्व क्रमशः ρ_1 तथा ρ_2 है। तैरने के लिये आवश्यक है कि,

पूरे गोले का भार = गोले पर उत्प्लावन

$\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)\rho_1 g + \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 g = \frac{4}{3}\pi R^3 \times 1 \times g$

$\Rightarrow R^3\rho_1 - r^3\rho_1 + r^3\rho_2 = R^3$

$\Rightarrow R^3(\rho_1 - 1) = r^3(\rho_1 - \rho_2) \Rightarrow \frac{R^3}{r^3} = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 - 1}$

$\Rightarrow \frac{R^3 - r^3}{r^3} = \frac{\rho_1 - \rho_2 - \rho_1 + 1}{\rho_1 - 1}$

$\Rightarrow \frac{(R^3 - r^3)\rho_1}{r^3\rho_2} = \left(\frac{1 - \rho_2}{\rho_1 - 1}\right)\frac{\rho_1}{\rho_2}$

$\Rightarrow \frac{\text{कंक्रीट का द्रव्यमान}}{\text{बुरादे का द्रव्यमान}} = \left(\frac{1 - 0.3}{2.4 - 1}\right) \times \frac{2.4}{0.3} = 4$

6. (d) आभासी भार $= V(\rho - \sigma)g = l \times b \times h \times (5 - 1) \times g$

$= 5 \times 5 \times 5 \times 4 \times g$ डाइन $= 4 \times 5 \times 5 \times 5\ gf$

7. (a) द्रव में डूबे भाग का आयतन $V_{in} = \left(\frac{\rho}{\sigma}\right)V$

अर्थात् यह ब्लॉक तथा द्रव के घनत्व पर निर्भर करेगा।

अतः यदि निकाय ऊपर की ओर अथवा नीचे की ओर नियत वेग अथवा त्वरण से गति करे इसे पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

8. (b) आभासी भार $= V(\rho - \sigma)g = \frac{M}{\rho}(\rho - \sigma)g = M\left(1 - \frac{\sigma}{\rho}\right)g$

$= 2.1\left(1 - \frac{0.8}{10.5}\right)g = 1.94\ g\ N = 1.94$ किग्रा भार

9. (b, c) धातु का घनत्व $= \rho$, द्रव का घनत्व $= \sigma$

यदि नमूने का आयतन V है, तो प्रश्नानुसार

$210 = V\rho g$ ...(i)

$180 = V(\rho - 1)g$ ...(ii)

$120 = V(\rho - \sigma)g$ ...(iii)

समीकरण (i), (ii) तथा (iii) को हल करने पर,

$\rho = 7$ तथा $\sigma = 3$

10. (c) यदि दो भिन्न-भिन्न वस्तुयें A तथा B समान द्रव में तैर रही हैं तो

$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{(f_{in})_A}{(f_{in})_B} = \frac{1/2}{2/3} = \frac{3}{4}$

11. (c) तैरने के लिये $V_0 d_0 g = V_{in}\ d\ g \Rightarrow V_{in} = V_0 \frac{d_0}{d}$

$\therefore\ V_{out} = V_0 - V_{in} = V_0 - V_0\frac{d_0}{d} = V_0\left[\frac{d - d_0}{d}\right]$

$\Rightarrow \frac{V_{out}}{V_0} = \frac{d - d_0}{d}$

12. (d)

13. (a) आभासी भार $= V(\rho - \sigma)g$

$= 5 \times 5 \times 5(7 - 1)g = 6 \times 5 \times 5 \times 5\ gf$

14. (b)

15. (b) प्रभावी भार $W' = m(g - a)$, जो कि वास्तविक भार mg से कम है। इसलिये स्प्रिंग की लम्बाई घटती है।

16. (d) स्प्रिंग में तनाव T = उत्प्लावन बल – गोले का भार

$= V\sigma g - V\rho g = V\eta\rho g - V\rho g$ (चूँकि $\sigma = \eta\rho$)

$= (\eta - 1)V\rho g = (\eta - 1)mg$

17. (a) जब वस्तु (गोला) आधी डूबी है, तो उत्प्लावन = गोले का भार

$\Rightarrow \frac{V}{2} \times \rho_{\text{द्रव}} \times g = V \times \rho \times g\ \therefore\ \rho = \frac{\rho_{\text{द्रव}}}{2}$

जब वस्तु (गोला) पूरी डूबी है, तो

उत्प्लावन = गोले का भार + गोले में भरे गये पानी का भार

$\Rightarrow V \times \rho_{\text{द्रव}} \times g = V \times \rho \times g + V' \times \rho_{\text{द्रव}} \times g$

$\Rightarrow V \times \rho_{\text{द्रव}} = \frac{V \times \rho_{\text{द्रव}}}{2} + V' \times \rho_{\text{द्रव}} \Rightarrow V' = \frac{V}{2}$

18. (a) चूँकि हटाये गये पानी के द्रव्यमान में कोई परिवर्तन नहीं है अतः पानी का स्तर समान ही रहेगा।

19. (b) पानी की सतह पर प्रवेश करने से पहले गेंद का वेग

$v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2g\times 9}$

जब गेंद पानी में प्रवेश करती है तो पानी के उत्प्लावन बल के कारण उसका वेग कम होता है, इसलिये

मंदन $a=\frac{\text{आभासी भार}}{\text{गेंद का द्रव्यमान}}$

$=\frac{V(\rho-\sigma)g}{V\rho}=\left(\frac{\rho-\sigma}{\rho}\right)g=\left(\frac{0.4-1}{0.4}\right)\times g=-\frac{3}{2}g$

यदि गेंद h गहराई तक डूबती है, तो

$0-v^2=2\times\left(-\frac{3}{2}g\right)\times h\Rightarrow 2g\times 9=3gh\Rightarrow h=6\ cm$

20. (b) उत्प्लावन बल = वस्तु का भार

A के लिये, $\frac{V_A}{2}\times\rho_W\times g=V_A\times\rho_A\times g\Rightarrow\rho_A=\frac{\rho_W}{2}$

B के लिये, $\frac{3}{4}V_B\times\rho_W\times g=V_B\times\rho_B\times g\Rightarrow\rho_B=\frac{3}{4}\rho_W$

(चूँकि B का 1/4 आयतन पानी की सतह के ऊपर है)

$\therefore\ \frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\rho_W/2}{3/4\ \rho_W}=\frac{2}{3}$

21. (c)

22. (c) चूँकि, उत्प्लावन बल $(F)=V\sigma g$ अर्थात् $F\propto V$

23. (b) $V\rho g=\frac{V}{2}\sigma g\ \therefore\ \rho=\frac{\sigma}{2}$ (σ = पानी का घनत्व)

24. (b)

25. (b)

26. (d)

27. (a)

तरल प्रवाह

1. (b) धारा रेखीय प्रवाह के लिये, रेनाल्ड संख्या $N_R\propto\frac{r\rho}{\eta}$ का मान कम होना चाहिये। N_R के कम मान के लिये त्रिज्या व घनत्व का मान कम होना चाहिए तथा श्यानता का मान अधिक होना चाहिये।

2. (a) $d_A=2cm$ तथा $d_B=4\ cm\ \Rightarrow r_A=1\ cm$ तथा $r_B=2\ cm$

सांतत्य समीकरण के अनुसार, av = नियत

$\Rightarrow\frac{v_A}{v_B}=\frac{a_B}{a_A}=\frac{\pi(r_B)^2}{\pi(r_A)^2}=\left(\frac{2}{1}\right)^2\Rightarrow v_A=4v_B$

3. (c) यदि द्रव असंपीड्य है, तो बाँये सिरे से प्रवेश करने वाले द्रव का द्रव्यमान दाँये सिरे से निकलने वाले द्रव के द्रव्यमान के बराबर होना चाहिये।

अतः $M=m_1+m_2\ \Rightarrow\ Av_1=Av_2+1.5A.v$

$\Rightarrow A\times 3=A\times 1.5+1.5A.v\ \Rightarrow\ v=1\ m/s$

4. (d) यह सांतत्य समीकरण के अनुसार घटित होता है तथा यह समीकरण द्रव्यमान के संरक्षण सिद्धान्त पर आधारित है। यह सभी स्थितियों में (नली क्षैतिज हो अथवा ऊर्ध्वाधर) सत्य होता है।

5. (d) $a_1v_1=a_2v_2$

$\Rightarrow 4.20\times 5.18=7.60\times v_2\Rightarrow v_2=2.86\ m/s$

6. (a) वेग शीर्ष $h=\frac{v^2}{2g}=\frac{(5)^2}{2\times 10}=1.25\ m$

7. (d) चूँकि दोनों नलियों (A तथा C) के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल समान हैं तथा नली क्षैतिज है। अतः सांतत्य समीकरण के अनुसार $v_A=v_C$ तथा बरनॉली की प्रमेय के अनुसार $P_A=P_C$ अर्थात् दोनों नलियों A तथा C में द्रव की ऊँचाई समान होगी।

8. (b) द्रव के एकाँक द्रव्यमान के लिये, बरनॉली की प्रमेय

$\frac{P}{\rho}+\frac{1}{2}v^2=$ नियत

जैसे ही द्रव प्रवाहित होना शुरू करता है, इसकी दाब ऊर्जा कम हो जाती है

$\frac{1}{2}v^2=\frac{P_1-P_2}{\rho}\Rightarrow\frac{1}{2}v^2=\frac{3.5\times 10^5-3\times 10^5}{10^3}$

$\Rightarrow v^2=\frac{2\times 0.5\times 10^5}{10^3}\Rightarrow v^2=100\Rightarrow v=10\ m/s$

9. (a) बरनॉली की प्रमेय के अनुसार

$P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)=\frac{1}{2}\times 1.3\times[(120)^2-(90)^2]$

$=4095\ N/m^2$ अथवा पास्कल

10. (c) जल स्तर H ऊँचाई से H' तक गिरने में लगा समय

$t=\frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{H}-\sqrt{H'}\right]$

प्रश्नानुसार h से $\frac{h}{2}$ तक जल स्तर गिरने में लगा समय

$t_1=\frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{h}-\sqrt{\frac{h}{2}}\right]$

तथा इसी प्रकार $\frac{h}{2}$ से शून्य तक जल स्तर गिरने में लगा

समय $t_2=\frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{\frac{h}{2}}-0\right]\Rightarrow\frac{t_1}{t_2}=\frac{1-\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{\sqrt{2}}-0}=\sqrt{2}-1$

11. (b) $v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times 10\times 20}=20\ m/s$

12. (a) टैंक के तल पर दाब $P=h\rho g=3\times 10^5\ \frac{N}{m^2}$

द्रव स्तंभ के कारण दाब $P_l=3\times 10^5-1\times 10^5=2\times 10^5$

तथा पानी का वेग $v=\sqrt{2gh}$

$\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2P_l}{\rho}}=\sqrt{\frac{2\times 2\times 10^5}{10^3}}=\sqrt{400}\ m/s$

13. (c) टैंक को खाली करने के लिये आवश्यक समय $t=\frac{A}{A_0}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$\Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} = \sqrt{\frac{4h}{h}} = 2$ अतः $t_2 = 2t$

14. (a) जब टैंक में प्रवाहित होने वाले पानी के आयतन की दर, टैंक से बाहर प्रवाहित होने वाले पानी के आयतन की दर के बराबर होगी तब टैंक में पानी की ऊँचाई अधिकतम होगी।

प्रति सैकण्ड बाहर आने वाले पानी का आयतन

$= Av = A\sqrt{2gh}$ ...(i)

प्रति सैकण्ड भीतर जाने वाले पानी का आयतन

$= 70\ cm^3/sec$ ...(ii)

समीकरण (i) व (ii) से

$A\sqrt{2gh} = 70 \Rightarrow 1 \times \sqrt{2gh} = 70$

$\Rightarrow 1 \times \sqrt{2 \times 980 \times h} = 70 \Rightarrow h = \frac{4900}{1960} = 2.5\ cm$

15. (d) $A = (0.1)^2 = 0.01 m^2$, $\eta = 0.01$ पोइज $= 0.001$ डेकापोइज (MKS मात्रक), $dv = 0.1\ m/s$ तथा $F = 0.002\ N$

$F = \eta A \frac{dv}{dx} \Rightarrow \quad dx = \frac{\eta A dv}{F} = \frac{0.001 \times 0.01 \times 0.1}{0.002} = 0.0005 m$

16. (b) $F = 6\pi\eta rv$

17. (b) पहले 100 m में वस्तु विराम से शुरू करती है तथा इसका वेग बढ़ता चला जाता है और 100 m के बाद यह अपना अधिकतम वेग (सीमांत वेग) प्राप्त कर लेती है। वायु का घर्षण अर्थात् श्यान बल जो कि वेग के अनुक्रमानुपाती है शुरू में कम तथा बाद में $v = v_T$ पर अधिकतम होगा।

अतः पहले 100 m में वायु घर्षण द्वारा किया गया कार्य अगले 100 m में किये गये कार्य से कम होगा।

18. (c) यदि समान त्रिज्या r की दो बूँदें आपस में मिल जाती हैं, तथा नई बूँद की त्रिज्या R है तो,

$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 + \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R^3 = 2r^3 \Rightarrow R = 2^{1/3} r$

यदि r त्रिज्या की कोई बूँद श्यान माध्यम में गिरती है, तो यह क्रांतिक वेग v प्राप्त कर लेती है तथा $v \propto r^2$

$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \left(\frac{2^{1/3} r}{r}\right)^2$

$\Rightarrow v_2 = 2^{2/3} \times v_1 = 2^{2/3} \times (5) = 5 \times (4)^{1/3} m/s$

19. (c) पानी की सतह से टकराते समय गेंद का वेग

$v = \sqrt{2gh}$ ...(i)

पानी के भीतर गेंद का सीमांत वेग (Terminal velocity)

$v = \frac{2}{9} r^2 g \frac{(\rho - 1)}{\eta}$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को समान करने पर, हमें प्राप्त होता है

$\sqrt{2gh} = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{\eta} (\rho - 1) \Rightarrow h = \frac{2}{81} r^4 \left(\frac{\rho - 1}{\eta}\right)^2 g$

20. (b) द्रव के प्रवाह की दर $V = \frac{P}{R}$

जहाँ द्रव प्रतिरोध (Liquid resistance) $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$

दूसरी नली के लिये द्रव प्रतिरोध

$R' = \frac{8\eta l}{\pi \left(\frac{r}{2}\right)^4} = \frac{8\eta l}{\pi r^4}.16 = 16R$

श्रेणी क्रम के लिये $V_{नया} = \frac{P}{R + R'} = \frac{P}{R + 16R} = \frac{P}{17R} = \frac{V}{17}$

21. (d) $V = \frac{P\pi r^4}{8\eta l}$ से $\Rightarrow P = \frac{V 8\eta l}{\pi r^4}$

$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^4 = 2 \times 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{4} = \frac{P}{4}$

22. (b) $V = \frac{\pi \Pr^4}{8\eta l} = \frac{8 cm^3}{\sec}$

संयुक्त नली के लिये

$V_1 = \frac{P\pi r^4}{8\eta\left(l + \frac{l}{2}\right)} = \frac{2}{3} \frac{\pi P r^4}{8\eta l} = \frac{2}{3} \times 8 = \frac{16}{3} \frac{cm^3}{\sec}$

$\left[\because l_1 = l = 2l_2 \text{ अथवा } l_2 = \frac{l}{2}\right]$

23. (a)

24. (d)

25. (c)

26. (a) यदि प्रवेश तथा निर्गम बिन्दुओं पर पानी का वेग क्रमशः v_1 तथा v_2 है तो सांतत्य समीकरण के अनुसार

$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$

27. (a)

28. (b)

29. (a)

30. (a)

31. (a)

32. (b) बरनौली प्रमेय के अनुसार

33. (c)

34. (a) $\frac{v^2}{2g} = h \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2 \times 10^3 \times 40} = 2\sqrt{2} \times 10^2 = 282.8\ cm/s$

35. (b)

36. (a,d)

37. (a,c,d) सांतत्य समीकरण के अनुसार, एकाँक समय में नली से बहने वाले पानी का आयतन नियत रहता है

अर्थात् $A_1 v_1 = A_2 v_2$, अतः विकल्प (a) सही है।

बरनौली की प्रमेय के अनुसार,

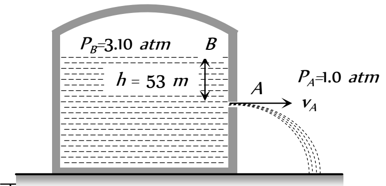
$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$\Rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right) \Rightarrow h\rho g = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)$

$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2gh$ अतः विकल्प (c) सही है।

बरनौली की प्रमेय के अनुसार विकल्प (d) भी सही है।

38. (b)



बरनौली की प्रमेय के अनुसार

$$P_B + h\rho g = P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 \qquad (\text{चूँकि } v_A >> v_B)$$

$$3.10P + 53 \times 660 \times 10 = P + \frac{1}{2} \times 660 v_A^2$$

$$\Rightarrow 2.1 \times 1.01 \times 10^5 + 3.498 \times 10^5 = \frac{1}{2} \times 660 \times v_A^2$$

$$\Rightarrow 5.619 \times 10^5 = \frac{1}{2} \times 660 \times v_A^2$$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2 \times 5.619 \times 10^5}{660}} = 41 \; m/s$$

39. (b) बरनौली की प्रमेय के अनुसार $h = \frac{v^2}{2g}$

$\Rightarrow h = \frac{(2.45)^2}{2 \times 10} = 0.314 = 31.4 \; cm$ अतः छिद्र से बाहर आती धारा की ऊँचाई $= 31.4 - 10.6 = 20.8 \; cm$

40. (a)

41. (a)

42. (c) पानी को तली तक पहुंचने में लगा समय $= t = \sqrt{\frac{2(H-D)}{g}}$

तथा छिद्र से बाहर आते पानी का वेग $v = \sqrt{2gD}$

$\therefore$ चली गई क्षैतिज दूरी $x = v \times t$

$= \sqrt{2gD} \times \sqrt{\frac{2(H-D)}{g}} = 2\sqrt{D(H-D)}$

43. (b) क्षैतिज परास अधिकतम होगी जब $h = \frac{H}{2} = \frac{90}{2}$

$= 45 \; cm$, अर्थात् तीसरा छिद्र

44. (b) h ऊँचाई तक खाली करने में लगा समय $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

तथा $\frac{h}{2}$ ऊँचाई के लिये, $t' = \sqrt{\frac{2h/2}{g}} = \sqrt{\frac{h}{g}}$

$\therefore \frac{t'}{t} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow t' = \frac{t}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7$ मिनट

45. (d) उत्प्लावन बल – वस्तु का भार = आभासी भार

$$VDg - Vdg = Vda \Rightarrow a = \left(\frac{D-d}{d}\right)g$$

जहाँ a = वस्तु का मंदन

हवा में h ऊँचाई तक गिरने के पश्चात् गेंद के द्वारा प्राप्त वेग $v = \sqrt{2gh}$ अतः विराम तक आने में लगा समय

$$t = \frac{v}{a} = \frac{\sqrt{2gh} \times d}{(D-d)g} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \times \frac{d}{(D-d)}$$

46. (c) $t = \frac{A}{a}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}\right]$

अब, $T_1 = \frac{A}{a}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{H} - \sqrt{\frac{H}{\eta}}\right]$

तथा $T_2 = \frac{A}{a}\sqrt{\frac{2}{g}}\left[\sqrt{\frac{H}{\eta}} - \sqrt{0}\right]$

प्रश्नानुसार $T_1 = T_2$

$$\therefore \sqrt{H} - \sqrt{\frac{H}{\eta}} = \sqrt{\frac{H}{\eta}} - 0 \Rightarrow \sqrt{H} = 2\sqrt{\frac{H}{\eta}} \Rightarrow \eta = 4$$

47. (b)

48. (b)

49. (a)

50. (a)

51. (a)

52. (d)

53. (b)

54. (d)

55. (d) $V = V_1 + V_2 \Rightarrow \frac{\pi P r^4}{8\eta l} = \frac{\pi P r_1^4}{8\eta l} + \frac{\pi P r_2^4}{8\eta l} \Rightarrow r^4 = r_1^4 + r_2^4$

$\Rightarrow r = (r_1^4 + r_2^4)^{1/4}$

56. (d) दिया है $l_1 = l_2 = 1$, तथा $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$

$$V = \frac{\pi P_1 r_1^4}{8\eta l} = \frac{\pi P_2 r_2^4}{8\eta l} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4 = 16 \Rightarrow P_1 = 16P_2$$

चूँकि दोनों नली श्रेणीक्रम में जुड़ी हैं अतः संयोजन के लिये दाबांतर $P = P_1 + P_2 \Rightarrow 1 = P_1 + \frac{P_1}{16} \Rightarrow P_1 = \frac{16}{17} = 0.94m$

57. (d) $V = \frac{\pi p r^4}{8\eta l} \Rightarrow V \propto P r^4$ (η और l नियत है)

$$\therefore \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4 = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{8} \therefore V_2 = \frac{Q}{8}$$

58. (c)

59. (c) $a_1 v_1 = a_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow v_2 = 3 \times (2)^2 = 12 \; m/s$

60. (a) द्रव प्रतिरोध $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$ से दिया जाता है।

जब समान आकार की दो केश नलियों को समांतर क्रम में जोड़ा जाता है, तो तुल्य प्रतिरोध होगा

$$R_{तुल्य} = R_1 + R_2 = \frac{8\eta L}{\pi r^4} + \frac{8\eta \times 2L}{\pi (2R)^4} = \left(\frac{8\eta L}{\pi r^4}\right) \times \frac{9}{8}$$

तुल्य प्रतिरोध $\frac{9}{8}$ गुना हो जाता है अतः द्रव प्रवाह की दर भी $\frac{8}{9}$ गुना होगी।

61. (c) एक धारा रेखीय आकृति की वस्तु के लिये वायु के कारण प्रतिरोध कम होता है।

62. (a)

63. (d) $\frac{P_1 - P_2}{\rho g} = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \frac{4.5 \times 10^5 - 4 \times 10^5}{10^3 \times g} = \frac{v^2}{2g}$ $\therefore$ $v = 10\, m/s$

64. (c)

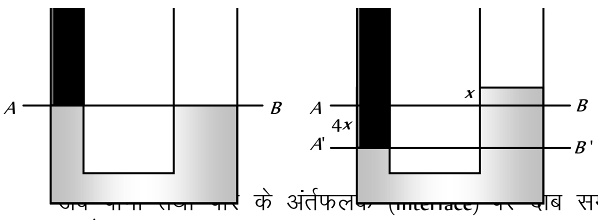
65. (c)

66. (d)

Critical Thinking Questions

1. (c) यदि दाँयी भुजा में पारे का स्तर x *cm* उठा हुआ है तो बाँयी भुजा में पारे का स्तर $4x$ *cm* गिरा हुआ होगा क्योंकि दाँयी भुजा की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल, बाँयी भुजा के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल का 4 गुना है।

$\therefore$ बाँयी भुजा में पानी का स्तर $(36 + 4x)$ *cm* है



जब पानी तथा पारे के अंतर्फलक (interface) पर दाब समान करने पर

$(36 + 4x) \times 1 \times g = 5x \times 13.6 \times g \Rightarrow x = 0.56$ *cm*

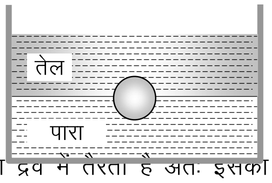
2. (a) बेलन का भार = दोनों द्रवों के कारण उत्प्लावन बल

$$V \times D \times g = \left(\frac{A}{5} \times \frac{3}{4} L\right) \times d \times g + \left(\frac{A}{5} \times \frac{L}{4}\right) \times 2d \times g$$

$$\Rightarrow \left(\frac{A}{5} \times L\right) \times D \times g = \frac{A \times L \times d \times g}{4} \Rightarrow \frac{D}{5} = \frac{d}{4} \quad \therefore D = \frac{5}{4} d$$

3. (d) सिक्के के पानी में गिरते ही ब्लॉक ऊपर उठेगा तथा l का मान घटेगा इसी प्रकार h का मान भी कम होगा क्योंकि जब सिक्का पानी के अंदर होगा तो यह सिर्फ अपने आयतन के बराबर पानी हटायेगा।

4. (c)



चूँकि गोला द्रव में तैरता है अतः इसका भार इस पर आरोपित उत्प्लावन बल के बराबर है

गोले का भार $= \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$ ...(i)

तेल तथा पारे के कारण उत्प्लावन बल

$= \frac{2}{3}\pi R^3 \times \sigma_{oil} g + \frac{2}{3}\pi R^3 \sigma_{Hg} g$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) से

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \frac{2}{3}\pi R^3 0.8g + \frac{2}{3}\pi R^3 \times 13.6g$$

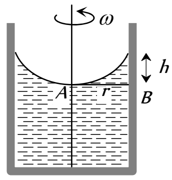
$$\Rightarrow 2\rho = 0.8 + 13.6 = 14.4 \Rightarrow \rho = 7.2$$

5. (a) उत्प्लावन बल $= V\rho_{द्रव}(g - a)$

जहाँ, a = नीचे की दिशा में त्वरण, V = हटाये गये द्रव का आयतन

परन्तु मुक्त रूप से गिरने के लिये $a = g$ अतः उत्प्लावन बल = 0

6. (b) बरनॉली प्रमेय से



$$P_A + \frac{1}{2}dv_A^2 + dgh_A = P_B + \frac{1}{2}dv_B^2 + dgh_B$$

यहाँ, $h_A = h_B$

$$\therefore P_A + \frac{1}{2}dv_A^2 = P_B + \frac{1}{2}dv_B^2$$

$$\Rightarrow P_A - P_B = \frac{1}{2}d[v_B^2 - v_A^2]$$

अब, $v_A = 0, v_B = r\omega$ तथा $P_A - P_B = hdg$

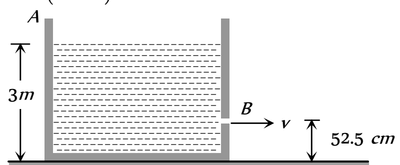
$\therefore$ $hdg = \frac{1}{2}dr^2\omega^2$ अथवा $h = \frac{r^2\omega^2}{2g}$

7. (a) माना कि A = टैंक की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

a = छिद्र का अनुप्रस्थ काट

V = वह वेग जिससे स्तर घटता है

v = बहिःस्राव (Efflux) का वेग



सांतत्य समाकरण के अनुसार $av = AV \Rightarrow V = \frac{av}{A}$

प्रति एकाँक आयतन ऊर्जा के लिये बरनॉली प्रमेय का प्रयोग करने पर,

बिन्दु A पर प्रति एकाँक आयतन ऊर्जा

= बिन्दु B पर प्रति एकाँक आयतन ऊर्जा

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

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2gh}{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2} = \frac{2 \times 10 \times (3 - 0.525)}{1 - (0.1)^2} = 50 (m/\sec)^2$$

8. (b) जब छिद्र h गहराई पर है, तो बहिःस्राव का वेग, $v = \sqrt{2gh}$

वर्गाकार छिद्र से प्रवाहित पानी की दर

$Q_1 = a_1 v_1 = L^2\sqrt{2gy}$,वृत्ताकार छिद्र से प्रवाहित पानी की दर $Q_2 = a_2 v_2 = \pi R^2 \sqrt{2g(4y)}$

प्रश्नानुसार $Q_1 = Q_2$

$$\Rightarrow L^2\sqrt{2gy} = \pi R^2 \sqrt{2g(4y)} \Rightarrow R = \frac{L}{\sqrt{2\pi}}$$

9. (c) माना A = छिद्र की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

v = बहिःस्राव का प्रारंभिग वेग, d = पानी का घनत्व

प्रति सैकण्ड प्रवाहित पानी का प्रारंभिक आयतन = Av

प्रति सैकण्ड प्रवाहित पानी का प्रांरभिक द्रव्यमान = Avd

संवेग परिवर्तन की दर= Adv

प्रवाहित पानी पर नीचे की दिशा में प्रांरभिक बल = Adv

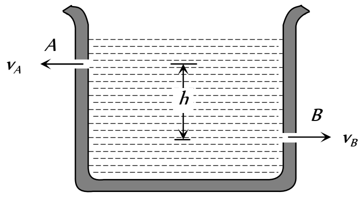
इसलिये बेलन पर समान मात्रा में प्रतिक्रिया ऊपर की ओर आरोपित होगी

$\therefore$ ऊपर की ओर प्रारंभिक त्वरण = Adv^2 $[v = \sqrt{2gh}]$

$\therefore$ भार में प्रारंभिक कमी = $Ad(2gh)$

$= 2Adgh = 2 \times \left(\frac{1}{4}\right) \times 1 \times 980 \times 25 = 12.5$ *gm-wt*

10. (c)



परिणामी बल (प्रतिक्रिया)= $F = F_B - F_A = \frac{dp_B}{dt} - \frac{dp_A}{dt}$

$= av_B\rho \times v_B - av_A\rho \times v_A \Rightarrow F = a\rho(v_B^2 - v_A^2)$ ...(i)

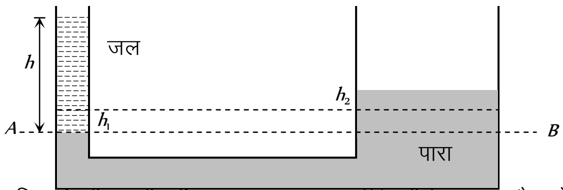
बरनॉली प्रमेय के अनुसार

$p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho gh = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + 0$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) = \rho gh \Rightarrow v_B^2 - v_A^2 = 2gh$

समीकरण (i) से, $F = 2a\rho gh$

11. (b)



यदि संकरी नली में जल स्तर h_1 ऊँचाई नीचे जाता है, तो चौड़ी नली में जल स्तर h_2 ऊँचाई ऊपर जाता है।

अब, $\pi r^2 h_1 = \pi(nr)^2 h_2 \Rightarrow h_1 = n^2 h_2$

अब, बिन्दु A पर दाब = बिन्दु B पर दाब

$h\rho g = (h_1 + h_2)\rho' g$

$\Rightarrow h = (n^2 h_2 + h_2)sg$ $\left(\text{चूँकि } s = \frac{\rho'}{\rho}\right) \Rightarrow h_2 = \frac{h}{(n^2+1)s}$

12. (a) माना $L = PQ$ = छड़ की लंबाई $\Rightarrow SP = SQ = \frac{L}{2}$

छड़ का भार, $W = Al\rho g$, बिन्दु S पर कार्यरत है।

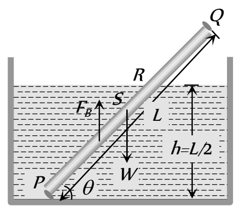
तथा उत्प्लावन बल (Force of Buoyancy),

$F_B = Al\rho_0 g$, [$l = PR$]

जो कि PR के मध्य बिन्दु पर आरोपित होगा।

घूर्णीय संतुलन के लिये,

$Al\rho_0 g \times \frac{l}{2}\cos\theta = AL\rho g \times \frac{L}{2}\cos\theta$



$\Rightarrow \frac{l^2}{L^2} = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow \frac{l}{L} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$

चित्र से, $\sin\theta = \frac{h}{l} = \frac{L}{2l} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}}$

13. (b) तैरती हुयी बर्फ के द्वारा हटाये गये द्रव का आयतन $V_D = \frac{M}{\sigma_L}$

बर्फ के गलने से बने पानी का आयतन $V_F = \frac{M}{\sigma_W}$

यदि $\sigma_L > \sigma_W$, तो $\frac{M}{\sigma_L} < \frac{M}{\sigma_W}$ अर्थात् $V_D < V_F$

अर्थात् बर्फ के गलने के कारण बने पानी का आयतन हटाये गये पानी के आयतन से अधिक है अतः जल स्तर बढ़ेगा।

14. (a)

ग्राफीय प्रश्न

1. (a)

2. (b)

3. (d) जब हम केन्द्र से परिधि की ओर जाते हैं तो द्रव का वेग घटता जाता है तथा अंततः यह शून्य हो जाता है।

4. (a) जब डक्ट (Duct) की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल घटाया जाता है, तो पानी का वेग बढ़ जाता है, तब बरनौली की प्रमेय के अनुसार, उस स्थान पर दाब P घट जाता है।

5. (d)

प्रक्कथन एवं कारण

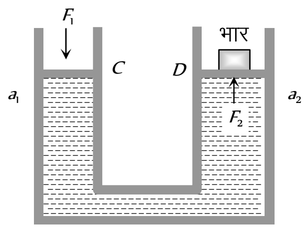
1 (b) पास्कल के नियम के अनुसार यदि गुरुत्व का प्रभाव नगण्य माना जाये, तो विराम की साम्यावस्था में द्रव के प्रत्येक बिन्दु पर दाब समान होगा।

$P_1 = P_2$ अर्थात्

$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} \Rightarrow F_2 = \frac{a_2}{a_1}F_1$

चूँकि $a_2 >> a_1$

$\Rightarrow F_2 >> F_1$



यह दर्शाता है, कि छोटे पिस्टन (क्षेत्रफल a) पर आरोपित न्यून (कम) बल बड़े पिस्टन पर बहुत अधिक बल के रूप में कार्यरत होगा।

2 (a) मानव शरीर के अंदर रुधिर स्तंभ की ऊँचाई दिमाग की अपेक्षा पैरों पर अधिक होती है। चूँकि $P = h\rho g$ अतः रुधिर (blood) दिमाग की अपेक्षा पैरों पर अधिक बल आरोपित करता है।

3 (e) चूँकि द्रव पर आरोपित बल के कारण, द्रव के भीतर सभी दिशाओं में दाब समान रूप से आरोपित होगा। इसलिये द्रव के कारण दाब की कोई विशेष अथवा निश्चित दिशा नहीं होती।

अतः द्रव स्थैतिक दाब (Hydrostatic pressure) अदिश राशि है।

4 (c) परिणामी बल = वास्तविक भार – उत्प्लावन बल

= वास्तविक भार – हटाये गये द्रव का भार

वस्तु द्रव की सतह से तब तक ऊपर रहती है, जब तक कि वस्तु के डूबे हुये भाग द्वारा हटाये पानी का भार वस्तु के भार के बराबर न हो जाये। अतः जब वस्तु पर उत्प्लावन बल, वस्तु के भार से अधिक हो तो वस्तु द्रव में तैरती है। इस विशेष स्थिति में ठोस वस्तु का घनत्व, द्रव के घनत्व से कम है।

5 (e) जल स्तर परिवर्तित नहीं होगा। क्योंकि, मनुष्य द्वारा (माना m gm) पानी पीने पर, मनुष्य का भार भी $m\ gm$ बढ़ जायेगा। अतः मनुष्य द्वारा हटाये गये पानी का भार $m\ gm$ बढ़ेगा जो कि जल स्तर बढ़ाने की कोशिश करेगा, जबकि इतना पानी मनुष्य पहले ही पी चुका है। अतः तालाब का जल स्तर समान रहेगा।

6 (a)

7 (a) द्रव के धारा रेखीय प्रवाह में, सांतत्य समीकरण के अनुसार $av =$ नियत

जहाँ v, द्रव प्रवाह का वेग तथा a अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल है। जब चौड़े पाइप से बहता हुआ पानी संकरे पाइप में प्रवेश करता है तो अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल कम हो जाता है अतः पानी के प्रवाह का वेग अधिक हो जायेगा।

8 (b) जैसे ही मनुष्य ऊँचाई पर पैराशूट के साथ हवा में कूदता है तो पहले इसका वेग बढ़ता है क्योंकि गुरुत्व बल, वायु के श्यान बल (Visicous drag) तथा उत्प्लावन बल से अधिक प्रभावी होता है। जैसे जैसे वेग बढ़ता है, वायु का श्यान बल भी बढ़ता है तथा एक स्थिति ऐसी आ जाती है जब वायु का श्यान बल तथा उत्प्लावन बल गुरुत्व खिंचाव को संतुलित कर देते हैं अथवा उसके बराबर हो जाते हैं। तब पैराशुट एक नियत वेग से नीचे गिरता है जिसे हम सीमान्त वेग कहते हैं।

9 (a) बरनॉली की प्रमेय के अनुसार, $P+\frac{1}{2}\rho v^2 =$ नियत, अर्थात्

किसी क्षैतिज नली से आदर्श द्रव प्रवाहित होता है तो जब वेग अधिक होता है तब दाब कम होता है।

10 (c) जब कोई वस्तु द्रव में गति करती है, तो इसकी गति द्रव घर्षण के द्वारा बाधित होती है जो कि वस्तु की चाल के साथ-साथ बढ़ता जाता है। जब कार तथा हवाई जहाज तेज गति से हवा में गति करते हैं तो वायु घर्षण उनकी गति का विरोध करता है तथा यह वस्तु की आकृति पर निर्भर करता है। इसी कारण से कार अथवा हवाई-जहाज को धारा रेखीय (Stream lined shape) आकृति प्रदान की जाती है, ताकि उन पर लगने वाला वायु घर्षण न्यूनतम हो।

इसके अलावा धारा रेखीय वस्तु के ऊपर की तरफ तथा नीचे की तरफ वायु की सतहों की गति वस्तु को एक बल प्रदान करती है जो कि कार की चाल बढ़ाने में सहायक होता है।

11 (c) बरनॉली के समीकरण के अनुसार,

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

अतः इंजेक्टेबल (सुई द्वारा प्रविष्ट कराने वाली) दवाओं की कुल ऊर्जा वेग की दूसरी घात तथा दाब की पहली घात पर निर्भर करती है। अर्थात् इंजेक्टेबल दवाओं की कुल ऊर्जा उसके वेग पर अधिक निर्भर है। इसलिये डॉक्टर दवा के प्रवाह को अगूंठे के दबाब की बजाय सुई का आकार बदलकर अनुकूल करते हैं।

12 (a) छिद्र की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल कम होने के कारण, द्रव पात्र से अधिक वेग से प्रवाहित होता है अतः इसका रेखीय संवेग अधिक होगा। चूँकि निकाय पर कोई बाहरी बल कार्यरत नहीं है अतः रेखीय संवेग संरक्षण के अनुसार पात्र पीछे की दिशा में वेग प्राप्त कर लेगा अथवा पात्र पर पीछे की दिशा में प्रणोद (Thrust) आरोपित होगा।

13 (a) तैरती हुयी वस्तु की स्थिरता, वस्तु के गुरुत्व केन्द्र जहाँ वस्तु का भार कार्यरत है तथा हटाये गये पानी के गुरुत्व केन्द्र, जो कि उत्पलावन केन्द्र कहलाता है एवं जहां प्रणोद कार्यरत होता है, की सापेक्षिक स्थिति पर निर्भर करती है।

14 (a)

15 (e) ताप बढ़ाने पर द्रव की श्यानता तेजी से बढ़ती है। ताप के साथ श्यानता में यह परिवर्तन निम्न सूत्र से दिया जाता है।

$\eta_t = \eta_0(1+\alpha t+\beta t^2)$

जहाँ η_t तथा η_0, क्रमशः $t^\circ C$ ताप तथा $0^\circ C$ ताप पर द्रव के श्यानता गुणांक है तथा α एवं β नियतांक हैं।

16 (a) बरनॉली की प्रमेय के अनुसार, जब हवाई जहाज के पंखो (Wings) के ऊपर की हवा का वेग, पंखों के नीचे की हवा के वेग से अधिक होता है तो पंखों के ऊपर हवा का दाब, पंखों के नीचे हवा के दाब से कम हो जाता है। यह हवाई-जहाज को आवश्यक उठाव (बल) प्रदान करता है।

17 (a)

18 (a) तरल पदार्थ की श्यानता तापमान पर विशेष रूप में निर्भर करती है। गैसों की श्यानता ताप बढ़ाने पर बढ़ जाती है जब कि द्रव की श्यानता ताप बढ़ाने पर कम हो जाती है। अतः इंजन स्नेहन के लिये तेल चुनते अथवा बनाते समय यह प्रमुख रूप से ध्यान रखा जाता है कि तापमान के साथ श्यानता में परिवर्तन, जहां तक संभव हो कम होना चाहिये।

19 (a)

20 (a) जब वस्तु श्यान माध्यम में गिरती है, तो अंततः सीमान्त वेग प्राप्त कर लेती है। इस वेग पर पानी की बूँद का भार श्यान बल द्वारा संतुलित होता है।

21 (a) क्षेत्रफल जितना कम होगा बल द्वारा आरोपित दाब उतना ही अधिक होगा।

22 (d) रेल की पटरियां बड़े आकार के लकड़ी के स्लीपरों (Sleeper) पर बिछायी जाती हैं। स्लीपरों का आकार बड़ा होने के कारण पटरी का भार अधिक बड़े क्षेत्रफल पर आरोपित होता है। अतः आरोपित बल पर्याप्त रूप से कम हो जाता है।

23 (a)

24 (c) जब टीन के पात्र में दो छिद्र किये जाते हैं, तो दूसरे छिद्र से हवा निरंतर प्रवेश करती रहती है जो कि पात्र के भीतर दाब को वायुमण्डलीय दाब से कम नहीं होने देती। ऐसा होता यदि पात्र में सिर्फ एक ही छिद्र होता तो उसमें दाब कम हो जाता।

25 (e) सीमांत वेग तथा क्रांतिक वेग भिन्न होते हैं। किसी तरल के प्रवाह का वह अधिकतम वेग जब तक कि उसका प्रवाह धारारेखीय रहता है क्रान्तिक वेग कहलाता है।

26 (b)

27 (a)

28 (b)

तरल यांत्रिकी

SET Self Evaluation Test - 11

1. 5 मी ऊँची एक टंकी आधी पानी से भरी है तथा शेष आधी तेल (घनत्व 0.85 gm/cm^3) से भरी है। इन द्रवों के कारण टंकी की तली पर दाब होगा

(a) 1.85 gm/cm^2 (b) 89.25 gm/cm^2

(c) 462.5 gm/cm^2 (d) 500 gm/cm^2

2. ρ_1 व ρ_2 घनत्व के दो पदार्थ समान आयतन में मिलाये जायें तो मिश्रण का आपेक्षिक घनत्व 4 हो जाता है। जब इनको समान द्रव्यमान में मिलाया जाये तो मिश्रण का आपेक्षिक घनत्व 3 हो जाता है। ρ_1 तथा ρ_2 के मान होंगे

(a) $\rho_1 = 6$ तथा $\rho_2 = 2$ (b) $\rho_1 = 3$ तथा $\rho_2 = 5$

(c) $\rho_1 = 12$ तथा $\rho_2 = 4$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

3. 1000 cm^3 आयतन का लकड़ी का गुटका स्प्रिंग तुला से लटका है। वायु में इसका भार 12 N है। यह जल में इस प्रकार लटकाया जाता है कि आधा गुटका जल सतह के नीचे रहे। स्प्रिंग तुला का पाठ्यांक होगा

(a) 10 N (b) 9 N

(c) 8 N (d) 7 N

4. समान त्रिज्याओं की दो नलियों से दो भिन्न द्रव बह रहे हैं। द्रवों के श्यानता गुणांकों का अनुपात 52:49 व घनत्वों का अनुपात 13:1 है। उनके क्रांतिक वेगों का अनुपात होगा

(a) 4 : 49 (b) 49 : 4

(c) 2 : 7 (d) 7 : 2

5. समान त्रिज्या परन्तु l_1 व l_2 लम्बाईयों की दो केशनलियाँ किसी पात्र के तली में समान्तर क्रम में संयोजित हैं। दाब शीर्ष P है। उस एकल नली की लम्बाई क्या हो कि पहले वाली दोनों नलियों के स्थान पर उसे लगाने पर द्रव प्रवाह समान बना रहे

(a) $l_1 + l_2$ (b) $\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2}$

(c) $\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$ (d) $\frac{1}{l_1 + l_2}$

6. नियत दाबशीर्ष व्यवस्था में एक नली क्षैतिजतः संलग्न की गयी है। यदि केशनली की त्रिज्या 10% बढ़ायी जाये तो द्रव प्रवाह की दर में प्रतिशत परिवर्तन होगा

(a) + 10% (b) + 46%

(c) – 10% (d) – 40%

7. 2 cm^2 व 3 cm^2 क्षेत्रफल की दो तनी हुई झिल्लियाँ द्रव में समान गहराई पर रखी जाती हैं। उन पर दाब का अनुपात होगा

(a) 1 : 1 (b) 2 : 3

(c) 3 : 2 (d) $2^2 : 3^2$

8. तीन एकसमान पात्र,समान ऊँचाई तक तीन भिन्न द्रवों A, B व $C (\rho_A > \rho_B > \rho_C)$ से भरे हैं, उनके आधार पर दाब

(a) समान होगा (b) पात्र A में अधिकतम होगा

(c) पात्र B में अधिकतम होगा (d) पात्र C में अधिकतम होगा

9. तीन समान पात्रों में तीन भिन्न द्रवों A, B व $C (\rho_A > \rho_B > \rho_C)$ के समान द्रव्यमान भरे हैं, उनके आधार पर दाब

(a) समान होगा (b) पात्र A में अधिकतम होगा

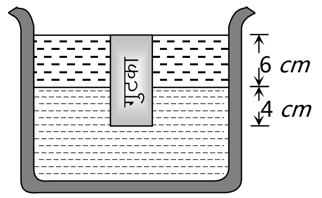
(c) पात्र B में अधिकतम होगा (d) पात्र C में अधिकतम होगा

10. हाइड्रोलिक प्रेस में प्रयुक्त एक पिस्टन (अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 100 cm^2) जल पर 10^7 dyne बल आरोपित करता है। दूसरे पिस्टन के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल क्या होगा जो 2000 kg की वस्तु को संभालता है

(a) 100 cm^2 (b) $10^9 cm^2$

(c) $2 \times 10^4 cm^2$ (d) $2 \times 10^{10} cm^2$

11. लकड़ी का एक घनाकार गुटका (प्रत्येक भुजा 10 cm) जल–तेल संपर्क सतह पर चित्रानुसार तैर रहा है। इसका निचला तल क्षैतिज है व संपर्क सतह से 4 cm नीचे है। तेल का घनत्व $0.6 gmcm^{-1}$ है तो लकड़ी के गुटके का द्रव्यमान होगा



(a) 706 gm

(b) 607 *gm*

(c) 760 *gm*

(d) 670 *gm*

12. किसी गोलाकार गेंद की त्रिज्या r व आपेक्षिक घनत्व 0.5 है। गेंद जल में इस प्रकार साम्य में है कि उसका आधा भाग डूबा है। गेंद को जल में पूर्णतः ठीक डुबोने के लिए ऊर्ध्वाधर बल द्वारा कितना कार्य करना होगा (जहाँ ρ = जल का घनत्व)

(a) $\frac{5}{12}\pi r^4 \rho g$ (b) $0.5\rho rg$

(c) $\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$ (d) $\frac{2}{3}\pi r^4 \rho g$

13. यदि ρ घनत्व की किसी वस्तु का भार W है, तो वायु (घनत्व σ) में इसका आभासी भार होगा

(a) $\frac{W\rho}{\sigma}$ (b) $W\left(\frac{\rho}{\sigma}-1\right)$

(c) $\frac{W}{\rho}\sigma$ (d) $W\left(1-\frac{\sigma}{\rho}\right)$

14. विक्षुब्ध प्रवाह का अभिलक्षण नही है

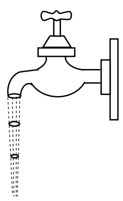
(a) क्रांतिक वेग से अधिक वेग

(b) क्रांतिक वेग से कम वेग

(c) अनियमित प्रवाह

(d) अणुओं का एक पर्त से दूसरी पर्त में जाना

15. नल से निकलकर ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर धारा रेखीय प्रवाहित जल स्तम्भ का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल, चित्रानुसार घटता जाता है इसकी सर्वाधिक उपयुक्त व्याख्या है



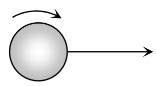
(a) जैसे–जैसे जल नीचे जाता है चाल बढ़ती है व दाब घटता तो जल स्तम्भ वायुमण्डलीय दाब से सम्पीड़ित होता है

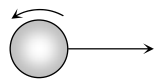
(b) गिरता हुआ जल क्रांतिक वेग प्राप्त करने का प्रयास करता है। अतः अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल घटकर ऊपर व नीचे की ओर लगने वाले बलों को संतुलित करता है

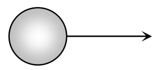
(c) किसी अनुप्रस्थ काट से बहने वाले जल का द्रव्यमान नियत रहता है। साथ ही जल लगभग असम्पीड्य है, अतः आयतन प्रवाह की दर (वेग × क्षेत्रफल) नियत रखने के लिए वेग बढ़ने पर क्षेत्रफल घटता है

(d) पृष्ठ तनाव के कारण पृष्ठ क्षेत्रफल लगातार घटता है

16. अधिकतम उड़ान के लिए गेंद किस प्रकार से फेंकना चाहिए

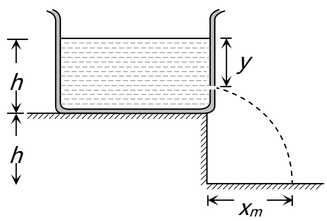
(a) 

(b) 

(c) 

(d) (a), (b) अथवा (c) किसी भी प्रकार से

17. एक पात्र h ऊँचाई तक भरा है व h ऊँचाई पर रखा है (चित्र देखें)। अधिकतम क्षैतिज परास x_m प्राप्त करने के लिए पात्र की दीवार में द्रव की मुक्त सतह से y गहराई पर एक छिद्र किया गया है तब



(a) $x_m = 2h$

(b) $x_m = 1.5h$

(c) $y = h$

(d) $y = 0.75h$

18. किसी तरल की दो क्रमागत पर्तों का आपेक्षिक वेग 8 *cm/s* है। यदि पर्तों के मध्य लम्बवत् दूरी 0.1 *cm* हो तो वेग प्रवणता होगी

(a) 8 sec^{-1} (b) 80 sec^{-1}

(c) 0.8 sec^{-1} (d) 0.08 sec^{-1}

19. दाब शीर्ष नियत रखने पर किसी केशनली से द्रव के प्रवाह की दर V है। यदि केशनली की लंबाई को दुगुना तथा नली का व्यास आधा कर दिया जाए, तब प्रवाह दर हो जाएगी

(a) $V/4$ (b) $16\ V$

(c) $V/8$ (d) $V/32$

Answers and Solutions

(SET - 11)

1. (c) तली पर दाब $P = (h_1 d_1 + h_2 d_2)\frac{g}{cm^2}$

$= [250 \times 1 + 250 \times 0.85] = 250\ [1.85]\frac{g}{cm^2}$

$= 462.5\frac{g}{cm^2}$

2. (a) जब पदार्थ के समान आयतन मिलाये जाते हैं,

तो घनत्व $= \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 4 \Rightarrow \rho_1 + \rho_2 = 8$ ....(i)

जब पदार्थ के समान द्रव्यमान मिलाये जाते हैं,

तो घनत्व $= \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 3$

$\Rightarrow 2\rho_1\rho_2 = 3(\rho_1 + \rho_2)$ ....(ii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर $\rho_1 = 6$ तथा $\rho_2 = 2$

3. (d) स्प्रिंग तुला का पाठ्यांक = ब्लॉक का आभासी भार

= वास्तविक भार – उत्प्लावन $= 12 - V_{in}\sigma g$

$= 12 - 500 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 10 = 12 - 5 = 7N.$

4. (a) क्रांतिक वेग $v = N_R \frac{\eta}{\rho r}$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\eta_1}{\eta_2} \times \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{52}{49} \times \frac{1}{13} = \frac{4}{49}$

5. (c) समांतर क्रम में संयोजन के लिये $\frac{1}{R_{\text{प्रभावी}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$\Rightarrow \frac{\pi r^4}{8\eta l} = \frac{\pi r^4}{8\eta l_1} + \frac{\pi r^4}{8\eta l_2} \Rightarrow \frac{1}{l} = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \quad \therefore l = \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

6. (b) $V = \frac{P\pi r^4}{8\eta l} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4$

$\Rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{110}{100}\right)^4 = V_1(1.1)^4 = 1.4641\,V$

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V_2 - V_1}{V} = \frac{1.4641\,V - V}{V} = 0.46$ अथवा 46%

7. (a) दाब अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है।

8. (b) $P \propto \rho$

9. (a) $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$

$V = \frac{\pi p r^4}{8\eta l} \Rightarrow V \propto \frac{r^4}{l} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4 \times \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 \times \frac{1}{2}$

$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{32} = \frac{V}{32}$

***

10. (c) $P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{10^7}{10^2} = \frac{2000 \times 10^3 \times 10^3}{A_2}$

$\therefore A_2 = 2 \times 10^4 cm^2$ $\quad (g = 980 \approx 10^3 cm/s^2)$

11. (c) ब्लॉक का भार

= हटाये गये तेल का भार + हटाये गये पानी का भार

$\Rightarrow mg = V_1\rho_0 g + V_2\rho_W g$

$\Rightarrow m = (10 \times 10 \times 6) \times 0.6 + (10 \times 10 \times 4) \times 1$ = 760 *gm.*

12. (a)

13. (d) वायु में आभासी भार = W – उत्प्लावन बल = $V\rho g - V\sigma g$

= $V\rho g\left(1 - \frac{\sigma}{\rho}\right)$ = $W\left(1 - \frac{\sigma}{\rho}\right)$

14. (b)

15. (c)

16. (b)

17. (a,c) छिद्र से प्रवाहित पानी का वेग $v = \sqrt{2gy}$

तथा जमीन तक पहुँचने में लिया गया समय

$t = \sqrt{\frac{2(h + h - y)}{g}} = \sqrt{\frac{2(2h - y)}{g}}$

$\therefore$ द्रव द्वारा चली गयी क्षैतिज दूरी

$x = v.t. = \sqrt{2gy} \times \sqrt{\frac{2(2h - y)}{g}} = \sqrt{4y(2h - y)}$

$\Rightarrow x^2 = 4y(2h - y) \Rightarrow \frac{d(x)^2}{dy} = 8h - 8y$

x को अधिकतम होने के लिये, $\frac{d}{dy}(x^2) = 0$

$\Rightarrow 0\ 8h - 8y = 0$ अथवा $h = y$

अतः $x_m = \sqrt{4h(2h - h)} = 2h$

18. (b) $\frac{dv}{dx} = \frac{8}{0.1} = 80\,s^{-1}$

19. (d) नियत दाब शीर्ष के अंतर्गत प्रवाह दर