CBSE Class 11th Physics Important Questions Chapter 10 तरलों के यांत्रिकी गुण

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
दाब से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
किसी तल के एकांक क्षेत्रफल पर तल के लंबवत् लगने वाले बल को दाब कहते हैं अर्थात्

$$\text{दाब } (P) = \frac{\text{तल के लंबवत् बल } (F)}{\text{तल का क्षेत्रफल } (A)}$$

इसका मात्रक SI पद्धति में न्यूटन/वर्ग मीटर है। इसे पास्कल भी कहते हैं। इसका विमीय सूत्र $[M^1L^{-1}T^{-2}]$ है।

प्रश्न 2.
तरल किसे कहते हैं ? तरल दाब से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
तरल वह पदार्थ है जिसकी कोई निश्चित आकृति नहीं होती है तथा जिसमें प्रवाह का गुण पाया जाता है। द्रव तथा गैसें तरल हैं।
प्रति इकाई क्षेत्रफल पर तरल द्वारा लगाये गये दाब को तरल दाब कहते हैं।

प्रश्न 3.
तरल दाब के संचरण सम्बन्धी पास्कल का नियम लिखिये तथा इसके उपयोग बताइये।
उत्तर:
पास्कल के नियमानुसार यदि किसी तरल पर कहीं भी बाहर से दाब लगाया जाता है तो यह दाब सभी दिशाओं में समान तथा उतना ही (बिना कम हुए) संचरित हो जाता है।
उपयोग – द्रव चालित प्रेस, द्रव चालित लिफ्ट।

प्रश्न 4.
समान गहराई के मिट्टी के तेल, पानी तथा पारे में से किसके कारण तली पर दाब अधिकतम होगा तथा क्यों ?
उत्तर:
पारे के कारण तली पर दाब अधिकतम होगा क्योंकि दाब ≈ hdg (अर्थात् समान गहराई के लिए दाब ∝ d) तथा इनमें से पारे का घनत्व सबसे अधिक है।

प्रश्न 5.
जलाशयों के बाँध की दीवारें तली में अधिक मोटी होती हैं, क्यों ?
उत्तर:
जलाशयों के बाँध की दीवारें तली में अधिक मोटी होती हैं क्योंकि गहराई बढ़ने से द्रव का दाब बढ़ता है अतः जलाशय की तली पर पानी का दाब अधिकतम होता है। इस अधिकतम दाब को सहन करने के लिए तली पर दीवारें अधिक मोटी होती हैं।

प्रश्न 6.
वायुमंडलीय दाब से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
पृथ्वी तल के प्रत्येक एकांक क्षेत्रफल पर वायु स्तंभ के कारण लगने वाले भार को वायुमंडलीय दाब कहते हैं।

प्रश्न 7.
मानक वायुमंडलीय दाब का मान कितना होता है ?
उत्तर:
1.013×10^5 न्यूटन /मीटर^2 है।

प्रश्न 8.
"वायुमंडलीय दाब 760 मिमी. पारा है।" इस कथन का क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
इसका तात्पर्य है कि वायुमंडलीय दाब 760 मिमी. ऊँचे पारे के स्तम्भ के दाब को संतुलित करता है।

प्रश्न 9.
वायुदाबमापी में पारे के तल पर क्या प्रभाव पड़ेगा यदि नली को तिरछा कर दिया जाये ?
उत्तर:
नली को तिरछा करने पर नली में पारा चढ़ेगा लेकिन नली में पारे के तल की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई समान रहेगी।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 10.
बैरोमीटर में पारे के तल पर क्या प्रभाव पड़ेगा यदि नली में ऊपर की ओर एक छोटा छिद्र कर दिया जाये ?
उत्तर:
नली में ऊपर की ओर एक छोटा छिद्र करने पर नली में पारे का तल एकदम नीचे गिर जायेगा।

प्रश्न 11.
बैरोमीटर में पारे के तल पर क्या प्रभाव पड़ेगा यदि नली में पानी की एक बूंद प्रविष्ट करा दी जाये ?
उत्तर:
नली में पानी की बूंद प्रविष्ट कराने पर नली में पारे का तल जलवाष्प के दाब के कारण थोड़ा नीचे गिर जायेगा।

प्रश्न 12.
बैरोमीटर में पारे के तल पर क्या प्रभाव पड़ेगा यदि इसे पहाड़ पर ले जायें ?
उत्तर:
चूंकि पहाड़ पर वायुदाब कम होता है अत: बैरोमीटर को पहाड़ पर ले जाने पर नली में पारे का . तल नीचे गिर जायेगा।

प्रश्न 13.
ऊँचाई के साथ वायुमंडलीय दाब किस प्रकार बदलता है तथा क्यों ?
उत्तर:
ऊँचाई के साथ वायुमंडलीय दाब घटता जाता है क्योंकि पृथ्वी तल से ऊपर जाने पर वायुमंडल के स्तंभ की ऊँचाई कम होती जाती है तथा वायु का घनत्व कम होता जाता है।

प्रश्न 14.
टॉरिसिली का निर्वात् किसे कहते हैं ?
उत्तर:
बैरोमीटर की नली में पारे के तल के ऊपर निर्वात् होता है जिसे टॉरिसिली का निर्वात् कहते हैं।

प्रश्न 15.
वायुदाबमापी में कौन-सा द्रव प्रयोग किया जाता है ?
उत्तर:
वायुदाबमापी में पारा प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 16.
ससंजक तथा आसंजक बलों का अर्थ स्पष्ट कीजिए।
उत्तर:
ससंजक बल – एकं ही पदार्थ के अणुओं के मध्य लगने वाला आकर्षण बल को ससंजक बल कहते हैं।
आसंजक बल – विभिन्न पदार्थों के अणुओं के मध्य लगने वाले आकर्षण बल को आसंजक बल कहते हैं।

प्रश्न 17.
पृष्ठ तनाव से क्या समझते हो?
उत्तर:
द्रवों का एक विशेष गुण जिसके कारण उनका स्वतंत्र पृष्ठ एक तनी हुई झिल्ली की भाँति व्यवहार करता है, पृष्ठ तनाव कहलाता है।

अथवा

किसी द्रव का पृष्ठ तनाव वह बल है जो कि द्रव के पृष्ठ पर खींची गई किसी काल्पनिक रेखा की एकांक लंबाई पर पृष्ठ के तल में तथा रेखा के लंबवत् लगता है। इसका SI मात्रक न्यूटन/मीटर तथा विमीय सूत्र $[M^1L^0T^{-2}$ है।

प्रश्न 18.
किसी द्रव के पृष्ठ तनाव को किस प्रकार कम किया जा सकता है ?
उत्तर:
ताप बढ़ाकर द्रव के पृष्ठ तनाव को कम किया जा सकता है क्योंकि ताप बढ़ने पर ससंजक बल कम हो जाता है।

प्रश्न 19.
गर्म सूप, ठण्डे की अपेक्षा अधिक स्वादिष्ट लगता है, क्यों?
उत्तर:
गर्म सूप का पृष्ठ तनाव ठण्डे सूप की अपेक्षा कम होता है। अत: गर्म सूप ठंडे की अपेक्षा जीभ के अधिक पृष्ठ क्षेत्रफल को घेरता है जिससे वह स्वादिष्ट लगता है।

प्रश्न 20.
स्पर्श कोण किसे कहते हैं ?
उत्तर:
द्रव के तल पर, ठोस के उस बिन्दु से जहाँ यह ठोस के स्पर्श में है, खींची गयी स्पर्श रेखा तथा द्रव के अन्दर डूबी हुई ठोस की सतह के बीच के कोण को उस द्रव का स्पर्श कोण कहते हैं।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 21.
केशिकत्व से आप क्या समझते हो?
उत्तर:
केशनली को किसी द्रव में डुबाने पर पृष्ठ तनाव के कारण द्रव का नली में ऊपर चढ़ना या नीचे उतरना केशिकत्व कहलाता है।
उदाहरण – लालटेन में बत्ती के धागों के बीच बनी केशनलियों द्वारा तेल ऊपर चढ़कर जलता है।

प्रश्न 22.
कपड़े पर मोम रगड़ने से कपड़ा वाटरप्रूफ बन जाता है, क्यों?
उत्तर:
कपड़े पर मोम रगड़ने से इसके धागों से बनी केशनलियों के सिरे बन्द हो जाते हैं, अतः कपड़ा वाटरप्रूफ बन जाता है।

प्रश्न 23.
थर्मामीटर की नली में पारा भरना कठिन होता है, क्यों?
उत्तर:
इसका कारण यह है कि पारे व काँच का स्पर्श कोण 135° होता है, अतः जब थर्मामीटर की नली के एक सिरे को पारे में डुबाते हैं तो उसमें पारे का तल नीचे गिरता है।

प्रश्न 24.
यदि निर्वात् में किसी केशनली को किसी द्रव में डुबोया जाये तो क्या उसमें द्रव ऊपर चढ़ेगा?
उत्तर:
नहीं, क्योंकि निर्वात् में वायुमंडलीय दाब शून्य है।

प्रश्न 25.
बैरोमीटर तथा मैनोमीटर में क्या अन्तर है ?
उत्तर:
बैरोमीटर की सहायता से वायुदाब का मापन होता है जबकि मैनोमीटर द्वारा किसी बर्तन के अन्दर की गैस का दाब मापा जाता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
स्पष्ट कीजिए क्यों-
(a) 6 किमी ऊँचाई पर वायुमण्डलीय दाब समुद्र तल पर वायुमण्डलीय दाब का लगभग आधा हो जाता है, यद्यपि वायुमण्डल का विस्तार 100 किमी से अधिक ऊँचाई तक है।
(b) यद्यपि दाब, प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाला बल होता है तथापि द्रव स्थैतिक दाब एक अदिश राशि है।
उत्तर:
(a) क्योंकि वायु का घनत्व 6 km के बाद कम होने लगता है।
(b) पास्कल नियम के अनुसार द्रव पर आरोपित दाब सभी दिशाओं में समान रूप से संचरित होता है अतः इसकी कोई निश्चित दिशा नहीं है।

प्रश्न 2.
पारे का काँच के साथ स्पर्शकोण अधिक होता है, जबकि जल का काँच के साथ स्पर्शकोण न्यून कोण होता है। स्पष्ट कीजिए क्यों?
उत्तर:
जब द्रव की एक बूंद किसी ठोस सतह पर डाली जाती है तब ठोस-हवा (T_{SA}) ठोस-द्रव (T_{SL}) एवं द्रव-हवा (T_{LA}) अन्तरापृष्ठों पर पृष्ठ तनाव कार्य करते हैं।द्रव का ठोस के साथ स्पर्श कोण निम्न सूत्र से दिया जाता है-
$\cos\theta = \frac{T_{SA} - T_{SL}}{T_{LA}}$
पारे-काँच के लिए $T_{SA} < T_{SL}$ अत: cosθ का मान ऋणात्मक है एवंθ का मान 90° से अधिक होता है।
जल-काँच के लिए $T_{SA} < T_{SL}$ अत: cosθ का मान धनात्मक होता है एवं θ का मान 90° से कम होता

प्रश्न 3.
स्पष्ट कीजिए क्यों-
(a) किसी द्रव का पृष्ठ तनाव पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है।
(b) यदि किसी बाह्य बल का प्रभाव न हो, तो दव बूंद की आकृति सदैव गोलाकार होती है।
उत्तर:
(a) पृष्ठ तनाव द्रव के सतह पर खींची काल्पनिक रेखा के इकाई लम्बाई पर कार्यरत लम्बवत् स्पर्शी बल के बराबर होता है, यह बल पृष्ठ के क्षेत्रफल से स्वतंत्र है । अतः पृष्ठ तनाव पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता।

https://www.evidyarthi.in/

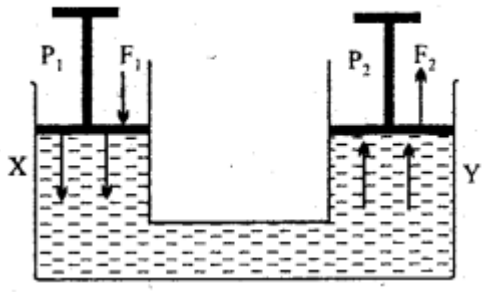
(b) बाह्य बल के अनुपस्थिति में द्रव पर केवल पृष्ठ तनाव के कारण बल कार्य करेगा जिसके कारण वह कम क्षेत्रफल घेरती है, गोलीय पृष्ठ का क्षेत्रफल दिए हुए आयतन के लिए न्यूनतम होता है, अतः द्रव की बूंद. गोलाकार होती है।

प्रश्न 4.
निम्नलिखित के कारण स्पष्ट कीजिए-
(a) किसी कागज की पट्टी को क्षैतिज रखने के लिए आपको कागज पर ऊपर की ओर हवा फूंकनी चाहिए, नीचे की ओर नहीं।
(b) जब हम किसी जल की टोंटी को अपनी ऊँगलियों द्वारा बंद करने का प्रयास करते हैं, तो ऊँगलियों के बीच की खाली जगह से तीव्र जलधाराएँ फूट निकलती हैं।
उत्तर:
(a) जब कागज के ऊपर फूंक मारें तो हवा का वेग बढ़ने के कारण बर्नूली प्रमेय के अनुसार दाब कम हो जाता है किन्तु कागज के नीचे वायुमण्डलीय दाब नियत बना रहता है एवं कागज की पट्टी क्षैतिज बना रहता है।

(b) सातत्य समीकरण $\left(v \propto \frac{1}{A}\right)$ के अनुसार जब हम जल की टोंटी को ऊँगलियों द्वारा बंद करते हैं तो उसके परिच्छेद का क्षेत्रफल कम हो जाता है और जल अधिक वेग से बाहर निकलने लगता है।

प्रश्न 5.
हाइड्रोलिक या द्रव चालित लिफ्ट का सिद्धांत समझाइये।

उत्तर:

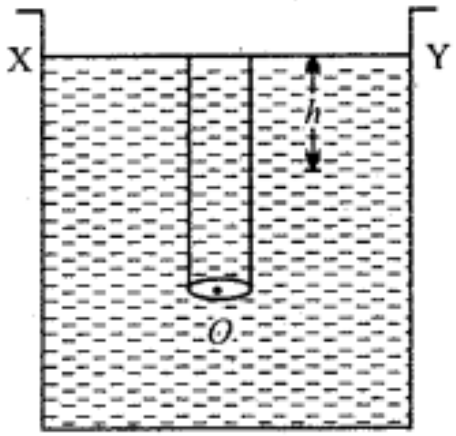


चित्र में X तथा Y दो बेलनाकार बर्तन हैं जो एक क्षैतिज नली T से आपस में जुड़े हैं। दोनों बर्तनों में वायुदाब पिस्टन P_1 तथा P_2 क्रमशः लगे हों तथा बर्तनों में द्रव भरा है। माना इनके अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल क्रमशः A_1 व A_2 है (जहाँ $A_1 < A_2$)।

अब यदि पिस्टन P_1 पर बल F_1 लगाया जाता है तो पिस्टन पर आरोपित दाब = $\frac{F_1}{A_1}$, यही दाब द्रव द्वारा पिस्टन P_2 पर संचरित हो जाता है जिसके फलस्वरूप पिस्टन P_2 पर ऊपर की ओर बल F_2 लगता है जिससे वह ऊपर उठता है अर्थात् पिस्टन P_2पर दाब = $\frac{F_1}{A_1}$
∴ पिस्टन P_2 पर बल F_2 = दाब × क्षेत्रफल
या $F_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2$ =
चूँकि $A_1 < A_2$अत: $F_2 > F_1$

अर्थात् कम क्षेत्रफल वाले पिस्टन पर कम दाब लगाकर अधिक क्षेत्रफल वाले पिस्टन पर अधिक बल लगाया जा सकता है। इस प्रकार पिस्टन के P_2 ऊपर यदि कोई बोझ रख दिया जाये तो उसे पिस्टन P_1 पर बहुत कम बल लगाकर ही ऊपर उठाया जा सकता है, यही हाइड्रोलिक लिफ्ट का सिद्धांत है।

प्रश्न 6.
d घनत्व वाले द्रव के भीतर द्रव तल से h गहराई पर द्रव के दाब के लिए सूत्र स्थापित कीजिये।
उत्तर:



चित्र में एक बर्तन में द्रव भरा है। माना द्रव के भीतर बिन्दु O के समीप किसी तल के क्षेत्रफल A के ऊपर h ऊँचाई का द्रव स्तम्भ है।
द्रव स्तम्भ का आयतन = आधार का क्षेत्रफल × ऊँचाई

= A.h
द्रव का द्रव्यमान = आयतन × घनत्व
= Ahd जहाँ d द्रव का घनत्व है।
द्रव स्तम्भ द्वारा तल पर लगाया गया बल द्रव स्तंभ का भार = A.hdg.

https://www.evidyarthi.in/

द्रव स्तम्भ का भार = A.hdg.

अतः दाब = $\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{\text{Ahdg}}{A}$ = hdg

= द्रव की गहराई × घनत्व × g.

प्रश्न 7.

जब एक समतल काँच की प्लेट पर शुद्ध जल गिरता है तो वह फैल जाता है लेकिन जब पारा गिरता है तो वह छोटी-छोटी गोलियाँ बनाता है, क्यों?

उत्तर:

इसका कारण यह है कि जल के अणुओं तथा काँच के अणुओं के मध्य आसंजक बल का मान जल के स्वयं के अणुओं के मध्य ससंजक बल की अपेक्षा अधिक होता है अतः जब जल काँच की प्लेट पर गिरता है तो वह फैल जाता है। इसके विपरीत पारे के अणुओं तथा काँच के अणुओं के मध्य आसंजक बल का मान, पारे के स्वयं के अणुओं के मध्य ससंजक दाब की अपेक्षा कम होता है अत: पारा प्लेट पर गिरने पर छोटीछोटी गोलियाँ बनाता है।

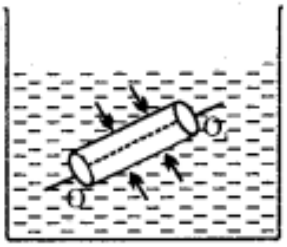
प्रश्न 8.

पास्कल का नियम क्या है ? लिखिए तथा सिद्ध कीजिए।

उत्तर:

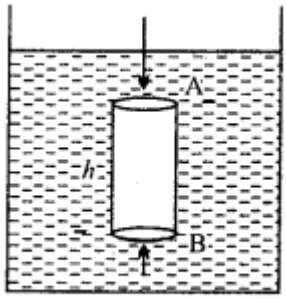
इस नियमानुसार "यदि कोई द्रव संतुलन में है तो उसके प्रत्येक भाग पर दाब एकसमान होता है (यदि गुरुत्व की उपेक्षा की जा सके)।

व्युत्पत्ति – माना किसी द्रव के अन्दर दो बिन्दु O_1 तथा O_2 हैं। O_1O_2 अक्ष वाले लंबवृत्तीय बेलन की कल्पना करो। इस बेलन के दोनों फलक वृत्तीय होंगे जिनके केन्द्र O_1 और O_2 हैं। बेलन के अन्दर द्रव संतुलन में है। अतः O_1 तथा O_2 केन्द्र वाले वृत्तीय फलकों पर लगने वाले बल बेलन की सतहों पर लगने वाले बलों के लंबवत् होंगे।



यदि O_1 केन्द्र वाले वृत्तीय फलक पर कार्य करने वाला बल F_1 हो, तो O_1 पर दाब $P_1 = \frac{F_1}{A}$
अतः $F_1 = P_1A$
इसी प्रकार यदि O_2 केन्द्र वाले वृत्तीय फलक पर लगने वाला बल F_2 हो, तो O_2 पर दाब $P_2 = \frac{F_2}{A}$
एवं $F_2 = P_2A$.
चूँकि द्रव संतुलनावस्था में है।
अतः $F_1 = F_2$
या $P_1A = P_2A$
$P_1 = P_2$
अत: O_1 तथा O_2 पर दाब एकसमान है।
चूँकि O_1 तथा O_2 कोई भी दो बिन्दु हैं अतः द्रव के प्रत्येक भाग (या बिन्दु) पर दाब एकसमान होता है।

प्रश्न 9.
पास्कल नियम पर गुरुत्व का प्रभाव दर्शाइए।
उत्तर:



माना किसी बर्तन में ρ घनत्व वाला एक द्रव भरा है। द्रव के अन्दर एक ही ऊर्ध्वाधर रेखा पर A तथा B दो बिन्दु हैं, A ऊपर तथा B नीचे है। उनके बीच की दूरी h है।

AB अक्ष वाले एक बेलन की कल्पना कीजिए जिसके प्रत्येक अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A तथा ऊँचाई h है।
इस काल्पनिक बेलन का भार = द्रव्यमान × g
= आयतन × घनत्व × g
= Ah.g
यह भार ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर कार्य करेगा। यदि बिन्दु A तथा B पर दाब क्रमशः P_1 तथा P_2 हों, तो ऊपर के फलक पर नीचे की ओर लगने वाला बल = दाब × क्षेत्रफल
$F_1 = P_1A$
इसी प्रकार निचले फलक पर ऊपर की ओर लगने वाला बल
$F_2 = P_2A$
चूँकि द्रव संतुलनावस्था में है,
अतः $F_1 + Ahg - F_2 = 0$
या $P_1A + Ahg - P_2A = 0$
अतः $(P_2 - P_1) A = Ahg$

https://www.evidyarthi.in/

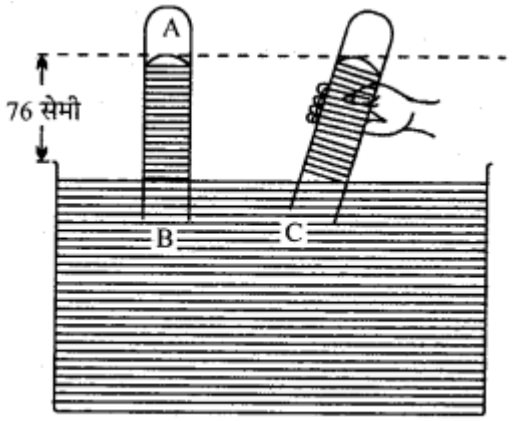
या $P_2 - P_1 = hg$
इस सूत्र से स्पष्ट है कि गुरुत्व के कारण द्रव के अन्दर एक ही ऊर्ध्वाधर रेखा पर स्थित बिन्दुओं में दाबान्तर होता है।

प्रश्न 10.
शुद्ध जल की बजाय साबुन के घोल से मैले कपड़े धोना आसान होता है, क्यों ?
उत्तर:
पानी में साबुन या डिटर्जेंट डालने से पानी का पृष्ठ तनाव शुद्ध पानी की तुलना में कम हो जाता है अतः साबुन के घोल की एक बूंद शुद्ध पानी की एक बूंद की अपेक्षा कपड़े के अधिक क्षेत्रफल को भिगोती है। इस प्रकार साबुन का घोल कपड़े के उन छोटे-छोटे छिद्रों में भी पहुँच पाता है जहाँ शुद्ध पानी नहीं पहुँच जाता तथा अपने साथ मैल चिपकाकर बाहर निकाल लाता है। अतः साबुन का घोल, शुद्ध पानी की अपेक्षा अधिक सफाई करता है।

प्रश्न 11.
किसान बरसात के बाद भूमि की जुताई करता है, क्यों?
उत्तर:
खेतों में पानी पौधों तथा पेड़ों के तनों में बनी केशनलियों द्वारा ऊपर चढ़कर टहनियों तथा पत्तियों तक पहुँचता है। पानी बरसने के बाद किसान मिट्टी की ऊपरी सतह को जोत डालते हैं जिससे मिट्टी में बनी केशनलियाँ टूट जाती हैं तथा नीचे का पानी पौधों के उपयोग में आ जाता है। यदि जुताई न की जाये तो पानी केशनलियों द्वारा सतह पर आ जायेगा और वाष्पन के कारण उड़कर व्यर्थ हो जायेगा।

प्रश्न 12.
यदि उपग्रह के अन्दर एक केशनली को जल में डुबाया जाये तो क्या होगा?
उत्तर:
उपग्रह में भारहीनता होती है। अर्थात् $g = 0$
अतः सूत्र $Rh = \frac{2T}{dg}$ से $Rh = \infty$
अर्थात् केशनली की पूरी लंबाई तक जल चढ़ जावेगा तथा जल का स्वतंत्र पृष्ठ समतल हो जावेगा। जल केशनली से बाहर नहीं निकलेगा।

प्रश्न 13.
टॉरिसिली के वायुदाब सम्बन्धी प्रयोग का वर्णन कीजिये। इससे वायुदाब कैसे मापा जाता है ?
उत्तर:



टॉरिसिली ने सर्वप्रथम वायुमंडलीय दाब को मापने के लिए ऐतिहासिक प्रयोग किया इसे टॉरिसिली का प्रयोग कहते हैं। वायुमंडलीय दाब को मापने के लिए प्रयुक्त उपकरण को बैरोमीटर या वायुदाबमापी कहते हैं।

इसमें मजबूत काँच की बनी एक मीटर लंबी नली होती है जिसका एक सिरा बन्द होता है। नली को पूर्णतः पारे से भर दिया जाता है। अब खुले सिरे को अँगूठे से दबाकर पारे से भरे बर्तन में इस प्रकार उलटकर रख देते हैं कि नली का खुला सिरा पारे के अन्दर हो। ध्यान रहे वायु का बुलबुला नली में प्रवेश न करने पाये। नली में पारे का तल धीरे-धीरे गिरने लगता है और एक निश्चित ऊँचाई पर आकर उसका गिरना रुक जाता है। इस स्थिति में बर्तन में पारे के तल से नली में पारे के तल की ऊँचाई अर्थात् नली में पारे के स्तम्भ की ऊँचाई 76 सेमी होती है। नली में पारे के स्तम्भ के ऊपर खाली स्थान में पूर्णतः निर्वात् होता है इसे टॉरिसिली का निर्वात कहते हैं।

नली में पारा अपने भार के कारण नीचे आता है। जबकि वायुमंडल की वायु उसे दबाकर ऊपर चढ़ाने का प्रयास करती है जब पारे के स्तम्भ के भार के कारण दाब वायुमंडलीय दाब के बराबर हो जाता है तो पारा ठहर जाता है। इस प्रकार नली में पारे के स्तम्भ की ऊँचाई से वायुमंडलीय दाब को मापा जाता है।

प्रश्न 14.
पृष्ठ तनाव को प्रभावित करने वाले कारक कौन-कौन से हैं ? वे पृष्ठ तनाव को किस प्रकार प्रभावित करते हैं ?
उत्तर:
पृष्ठ तनाव को प्रभावित करने वाले कारक निम्नलिखित हैं-
(1) द्रव में विलेय पदार्थ – यदि विलेय द्रव में अत्यधिक घुलनशील हो तो द्रव का पृष्ठ तनाव बढ़ जाता है किन्तु यदि विलेय द्रव में कम घुलनशील हो तो पृष्ठ तनाव घट जाता है। जैसे – पानी में साबुन डालने पर पानी का पृष्ठ तनाव घट जाता है।

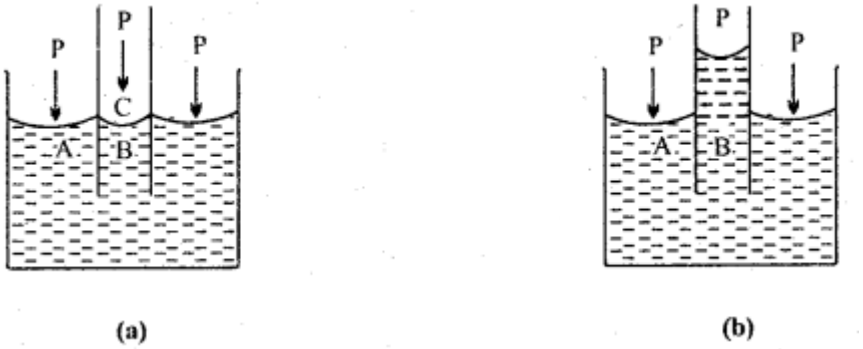
(2) द्रव के पृष्ठ का संदूषण – यदि द्रव के पृष्ठ पर धूल के कण या कोई चिकनाई, विद्यमान है तो द्रव का पृष्ठ तनाव घट जाता है।

(3) द्रव का ताप – सामान्यतया ताप बढ़ाने पर पृष्ठ तनाव कम हो जाता है क्योंकि ताप बढ़ाने पर ससंजक बल का मान कम हो जाता है।

https://www.evidyarthi.in/

सूत्र के रूप में $T = T_0(1 - \alpha.t)$
जहाँ T = t°C पर पृष्ठ तनाव, T_0 = 0°C पर पृष्ठ तनाव तथा α = पृष्ठ तनाव के लिए ताप गुणांक है।

प्रश्न 15.
समझाइये कि कोई द्रव केशनली में क्यों ऊपर चढ़ता है ?
उत्तर:
मानलो केशनली को ऐसे द्रव में डुबोया गया है जो काँच को भिगोता है। केशनली में इस द्रव का मेनिस्कस अवतल होता है। मानलो द्रव केशनली में ऊपर नहीं चढ़ता है। द्रव की सतह के ठीक नीचे बिन्दुओं A तथा B की कल्पना करो। मानलो एक अन्य बिन्दु C मेनिस्कस के ऊपर है।



मेनिस्कस की अवतल सतह की ओर दाब उत्तल सतह की ओर के दाब से अधिक होता है। इस दाब आधिक्य का मान $\frac{2T}{R}$ होता है जहाँ T पृष्ठ तनाव तथा R मेनिस्कस की वक्रता त्रिज्या है।

बिन्दु C पर दाब वायुमंडलीय दाब P के बराबर है। अतः बिन्दु B पर दाब = $P - \frac{2T}{R}$
बिन्दु A पर दाब वायुमंडलीय दाब P के बराबर है। बिन्दु A तथा बिन्दु B द्रव के अन्दर एक ही क्षैतिज रेखा पर हैं। अत: दोनों बिन्दुओं पर दाब समान होना चाहिए। स्पष्ट है कि केशनली में द्रव इतनी ऊँचाई तक चढ़ जायेगा जिससे कि बिन्दु B पर द्रव स्तम्भ का दाब $\frac{2T}{R}$ हो जाये। इस प्रकार बिन्दु B पर कुल दाब
$P - \frac{2T}{R} + \frac{2T}{R}$ = P होगा।

प्रश्न 16.
क्या कारण है कि तेज आँधी-तूफान में टिन की छतें उड़ जाती हैं ?
उत्तर:
जब आँधी में वायु बहुत तीव्र वेग से टिन की छत के ऊपर से प्रवाहित होती है तो बली की प्रमेयानुसार छत के ऊपर की वायु का दाब बहुत कम हो जाता है जबकि छत के नीचे कमरे के अन्दर की वायु के दाब में कोई परिवर्तन नहीं होता है। यह वायुमंडलीय दाब के बराबर बना रहता है अत: दाबान्तर के कारण टिन की छतें ऊपर उड़कर दूर जा गिरती हैं।

प्रश्न 17.
क्रान्तिक वेग क्या है ? यह किन-किन कारकों पर निर्भर करता है ? रेनॉल्ड्स संख्या के साथ इसका क्या सम्बन्ध है ?

उत्तर:
क्रान्तिक वेग-अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्रमांक 47 देखें।
रेनॉल्ड्स के अनुसार किसी केशनली में प्रवाह के लिए क्रान्तिक वेग का मान

1. द्रव के घनत्व d के व्युत्क्रमानुपाती,
2. केशनली की त्रिज्या r के व्युत्क्रमानुपाती तथा
3. द्रव की श्यानता η के अनुक्रमानुपाती होता है।
   अर्थात् क्रान्तिक वेग $v_c \propto \frac{\eta}{rd}$ या $v_c = \frac{K.\eta}{r.d}$
   जहाँ K = नियतांक है जिसे रेनॉल्ड संख्या कहते हैं। इसका मान केशनली के लिए लगभग 1000 होता है।

प्रश्न 18.
किसी द्रव के धारारेखीय तथा विक्षुब्ध प्रवाह में अन्तर समझाइये।
उत्तर:
धारारेखीय तथा विक्षुब्ध प्रवाह में अन्तर-

धारारेखीय प्रवाह	विक्षुब्ध प्रवाह
1. किसी बिन्दु से गुजरने वाले प्रत्येक कण का वेग परिमाण व दिशा में समान रहता है।	1. किसी बिन्दु से गुजरने वाले प्रत्येक कण का वेग भिन्न-भिन्न हो सकता है।
2. द्रव के प्रवाह का वेग क्रान्तिक वेग से कम होता है।	2. द्रव के प्रवाह का वेग क्रान्तिक वेग से अधिक होता है।
3. कणों का मार्ग सरल रेखीय या वक्रीय होता है।	3. कणों का मार्ग अनियमित तथा टेढ़ा-मेढ़ा होता है।

प्रश्न 19.
श्यानता सम्बन्धी न्यूटन का नियम लिखिए। इस नियम की सहायता से श्यानता गुणांक की परिभाषा लिखकर उसका मात्रक बताइये तथा इसका विमीय सूत्र भी लिखिये।
उत्तर:
न्यूटन के अनुसार, द्रव के किन्हीं दो परतों के बीच स्पर्शरखीय श्यान बल F-
(i) परतों के क्षेत्रफल A के अनुक्रमानुपाती होता है।
(ii) परतों के मध्य वेग प्रवणता $\frac{dv}{dx}$ के अनुक्रमानुपाती होता है।
इस प्रकार $F \propto A$
तथा $F \propto \frac{dv}{dx}$
दोनों को मिलाकर लिखने पर,

https://www.evidyarthi.in/

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

जहाँ η नियतांक है जिसे द्रव का श्यानता गुणांक कहते हैं। यह द्रव की प्रकृति पर निर्भर करता है । ऋण चिन्ह इसको दर्शाता है कि श्यान बल द्रव के प्रवाह की विपरीत दिशा में कार्य करता है।
उपर्युक्त सूत्र में यदि A = 1 तथा $\frac{dv}{dx}$ = 1 हो, तो
F = -η
अतः किसी द्रव का श्यानता गुणांक द्रव के अन्दर उस स्पर्शरेखीय बल के बराबर होता है, जो इकाई क्षेत्रफल वाली उन परतों के मध्य कार्य करता है जिनके मध्य वेग प्रवणता इकाई हो।

श्यानता गुणांक का SI मात्रक न्यूटन /मीटर x सेकण्ड है। इसका विमीय सूत्र $[M^1L^{-1}T^{-1}]$ है।

प्रश्न 20.
श्यानता गुणांक की विमाएँ ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
चूँकि

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

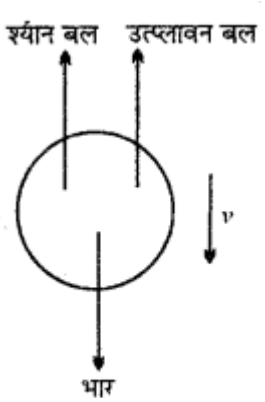
तब

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

अतः

$$[\eta] = \frac{[M^1L^1T^{-2}]}{[L^2].\frac{[LT^{-1}]}{[L]}} = [M^1L^{-1}T^{-1}].$$

प्रश्न 21.
सीमान्त वेग किसे कहते हैं ? किसी श्यान द्रव में गिरने वाले गोले के सीमान्त वेग की गणना कीजिये।
उत्तर:



सीमान्त वेग – किसी श्यान माध्यम में ऊर्ध्वाधर नीचे गिरते हुए पिण्ड के नियत वेग को सीमांत वेग कहते हैं।

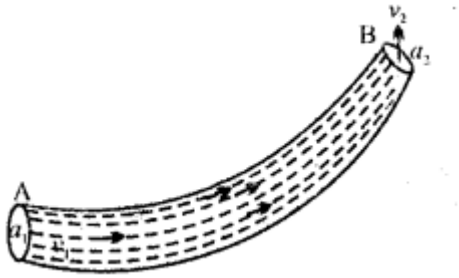
माना एक सूक्ष्म गोलाकार वस्तु जिसकी त्रिज्या a तथा जिसके पदार्थ का घनत्व d है, श्यानता गुणांकn तथा घनत्व σ वाले द्रव में गुरुत्व के अधीन स्वतंत्रतापूर्वक गिरती है। गिरती हुई वस्तु पर तीन बल कार्य करते हैं-

1. वस्तु का भार, जो ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर कार्य करता है।
2. द्रव का उत्प्लावन बल, जो ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर कार्य करता है।
3. श्यान बल, जो ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर कार्य करता है। अब

वस्तु का भार = आयतन × घनत्व × g
= $\frac{4}{3}\pi a^3 dg$
द्रव का उत्प्लावन बल = हटाये गये द्रव का भार
= $\frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$
अतः वस्तु का परिणामी भार = $\frac{4}{3}\pi a^3 dg - \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$
ऊपर की ओर कार्य करने वाला द्रव का श्यान बल
F = 6πηaν
यदि वस्तु सीमान्त वेग ν से नीचे गिरती हो तो,
श्यान बल = वस्तु का परिणामी भार
$6\pi\eta a\nu = \frac{4}{3}(d - \sigma)g$
अतः $\nu = \frac{2}{9}\frac{a^2(d-\sigma)g}{\eta}$

प्रश्न 22.
द्रव के प्रवाह का सातत्य समीकरण स्थापित कीजिए।
उत्तर:

https://www.evidyarthi.in/



माना कोई द्रव एक असमान अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली नली AB में धारारेखीय प्रवाह से प्रवाहित हो रहा है। द्रव का धनत्व d है, सिरे A पर नली के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल a_1 द्रव के प्रवाह का वेगv_1 एवं सिरे B पर नली के परिच्छेद का क्षेत्रफल a_2 तथा द्रव के प्रवाह का वेग v_2 है।

सिरे A से बहने वाला द्रव 1 सेकण्ड में v_1 दूरी तय करेगा अत: सिरे A से प्रति सेकण्ड प्रवेश करने वाले द्रव का आयतन = a_1v_1

अतः सिरे A से प्रति सेकण्ड प्रवेश करने वाले द्रव का द्रव्यमान = a_1v_1d
एवं सिरे B से प्रति सेकण्ड बाहर निकलने वाले द्रव का द्रव्यमान = a_2v_2d
चूँकि प्रवाह धारारेखीय है, अतः
$a_1v_1d = a_2v_2d$
या $a_1v_1 = a_2v_2$ = नियतांक
∴ a . v = नियतांक।

प्रश्न 23.
किसी बहते हुए द्रव में कौन-कौन-सी ऊर्जाएँ होती हैं ? एकांक आयतन के लिए इनके व्यंजक प्राप्त कीजिए।
उत्तर:
किसी बहते हुए द्रव में तीन प्रकार की ऊर्जाएँ होती हैं-
(i) गतिज ऊर्जा – यदि m द्रव्यमान का कोई द्रव v वेग से बह रहा हो तो उसकी गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}$ mv^2
द्रव के एकांक द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}\frac{mv^2}{m}$ $\frac{1}{2}v^2$
पुन: यदि m द्रव्यमान के इस द्रव का आयतन V हो तो द्रव के एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा
= $\frac{1}{2}\frac{mv^2}{m}$ = dgh
∴ $\frac{m}{V}$ = d = घनत्व
∴ एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}dv^2$.

(ii) स्थितिज ऊर्जा – यदि m द्रव्यमान का कोई द्रव, पृथ्वी तल से 1 ऊँचाई पर हो तो उसकी स्थितिज ऊर्जा = mgh.
अतः द्रव के एकांक द्रव्यमान की स्थितिज ऊर्जा = $\frac{mgh}{m}$ = gh.
द्रव के एकांक आयतन की स्थितिज ऊर्जा = $\frac{mgh}{V}$ = dgh.

(iii) दाब ऊर्जा – द्रव के प्रवाह के लिए द्रव पर दाब आरोपित किया जाता है जिसके कारण उनमें दाब ऊर्जा होती है।
यदि द्रव के क्षेत्रफल A पर P दाब आरोपित करने से द्रव x दूरी तक बहे तो
द्रव की दाब ऊर्जा = किया गया कार्य
= बल × दूरी = दाब × क्षेत्रफल × दूरी
= PAx
द्रव की दाब ऊर्जा = P.V.
जहाँ V = A.x = द्रव का आयतन
अतः द्रव के एकांक आयतन की दाब ऊर्जा = $\frac{P.V}{V}$ = P
एवं द्रव के एकांक द्रव्यमान की दाब ऊर्जा $= \frac{P.V}{m} = \frac{P}{\frac{m}{V}} = \frac{P}{d}$.

प्रश्न 24.
क्या कारण है कि एक पिंग-पोंग की गेंद फव्वारे से निकलती हुई पानी के तेज धारा के ऊपर टिकी रहती है ?
उत्तर:
बर्नूली के सिद्धांत के अनुसार जब फव्वारे से पानी की तेज धारा (अधिक वेग) से निकलती है तो उसके आसपास के स्थान पर दाब बहुत कम हो जाता है अत: पिंग-पोंग की गेंद तेज धारा को छोड़कर एक ओर (धारा के बाहर) गिरना चाहती है, लेकिन उसके चारों ओर की बाह्य हवा उसके पुनः तेज धारा की ओर (कम दाब के क्षेत्र में) दबा देती है और बाहर निकलकर गिरने से रोकती है अत: गेंद तेज धारा के ऊपर टिकी रहती है।

प्रश्न 25.
स्टोक नियम क्या है ? विमीय विश्लेषण की विधि से इसके व्यंजक की स्थापना कीजिए।
उत्तर:
स्टोक नियम – अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्रमांक 46 देखें।
माना श्यान बल F, गोले की त्रिज्या r की a घात पर उसके वेग ν की b घात पर तथा द्रव के श्यानता गुणांक η की c घात पर निर्भर करता है।
अर्थात् $F \propto r^a \nu^b \eta^c$
या $F = K.r^a \nu^b \eta^c$, जहाँ K = विमाहीन नियतांक है। ...(1)
दोनों ओर की राशियों के विमीय सूत्र लिखने पर,
$[M^1L^1T^{-2}] = [L]^a [LT^{-1}]^b [M^1L^{-1}T^{-1}]^c = [M]^c [L]^{a+b-c}[T]^{-b-c}$ दोनों ओर की विमाएँ बराबर करने पर,
c = 1
या a + b – c = 1
या -b -c = -2
अतः हल करने पर a = 1,b = 1,c=1
∴ समी. (1) में ये मान रखने पर,
F = K.η.

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 26.
उड़ने से पूर्व हवाई जहाज को हवाई पटरी पर कुछ दूर तक दौड़ाया जाता है, क्यों?
उत्तर:
ऐसा करने से इसके सम्पर्क की वायु का वेग बढ़ जाता है। अब हवाई जहाज की धारारेखीय आकृति के कारण, इसके ऊपर की वायु पर्तों का वेग, नीचे की वायु पर्तों के वेग की अपेक्षा अधिक हो जाता है अतः बर्नूली प्रमेय के अनुसार इसके ऊपर वायु का दाब, नीचे के वायुदाब की अपेक्षा कम हो जाता है तथा इस दाबान्तर के कारण हवाई जहाज पर एक उत्थापक बल (ऊपर की ओर) लगता है जिससे हवाई जहाज ऊपर उठने लगता है।