



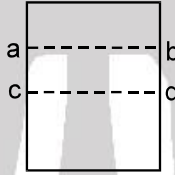
Exercise-1

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

खण्ड (A) : पृष्ठ तनाव, पृष्ठ ऊर्जा तथा केशिकात्व उठाव

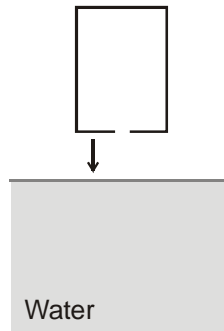
- A-1.** 1 mm व्यास की नली 0.8 g/cm^3 घनत्व के द्रव से भरे पात्र में डूबी है। इस द्रव का पृष्ठ तनाव 30 dyne/cm तथा स्पर्श कोण शून्य है। वह लम्बाई ज्ञात करो, जहां तक द्रव केशनली में चढ़ता है, यदि नली (a) ऊर्ध्वाधर (b) ऊर्ध्वाधर से 30° झुकी हुई अवस्था में हो।
- A-2.** साबुन की फिल्म, आयताकार ऊर्ध्वाधर तार के फ्रेम में चित्रानुसार खींची जाती है। साम्यावस्था में कौनसे बल भाग abcd को संतुलित करेंगे ?



- A-3.** 1 cm त्रिज्या की पारे की बूंद समान आकार की 10^6 सूक्ष्म बूंदों में टूट जाती है। उत्सर्जित ऊर्जा ज्ञात करो (पारे का पृष्ठ तनाव $= 32 \times 10^{-2} \text{ N/m}$)
- A-4.** दो सीधे समान्तर तारों प्रत्येक की लम्बाई 10 cm तथा इनके बीच की दूरी 0.5 cm है, के बीच पानी की फिल्म बनती है। तारों के बीच की दूरी 1 mm बढ़ाने के लिए आवश्यक कार्य की गणना करो। पृष्ठ तनाव $= 72 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ है।

खण्ड (B) : बूंदों तथा बुलबुले में दाब आधिक्य

- B-1.** R त्रिज्या तथा S पृष्ठ तनाव के साबुन के बुलबुले की त्रिज्या को, बिना तापमान परिवर्तन के दुगुना करने के लिए आवश्यक ऊर्जा का मान क्या होगा।
- B-2.** V आयतन का बुलबुला फुलाने में किया गया कार्य W है तो 2V आयतन का बुलबुला फुलाने में किया गया कार्य कितना होगा?
- B-3.** निम्न में दाब आधिक्य ज्ञात कीजिए। पारे की बूंद जिसकी 2 mm त्रिज्या है एवं 4 mm त्रिज्या के साबुन के बुलबुले में तथा पानी की टंकी के अन्दर बने हुए 4 mm त्रिज्या वाले वायु के बुलबुले में। पारे का पृष्ठतनाव 0.465 N/m है। साबुन के घोल तथा पानी का पृष्ठ तनाव क्रमशः, 0.03 N/m तथा 0.076 N/m है।
- B-4.** दो एक समान साबुन के बुलबुले प्रत्येक की त्रिज्या r तथा पृष्ठ तनाव T है, को मिलाकर एक नया साबुन का बुलबुला बनाया जाता है जिसकी त्रिज्या R है। दोनों बुलबुलो के अन्दर की हवा का ताप समान है। यदि वायुमण्डलीय दाब p_0 हो तो पृष्ठ तनाव T का मान p_0 , r तथा R के पदों में ज्ञात कीजिए। मानिए कि प्रक्रम समतापीय है।
- B-5.** पानी की गोलाकार बूंद की त्रिज्या 1 mm है। यदि पानी का पृष्ठ तनाव $50 \times 10^{-3} \text{ न्यूटन / मीटर}$ है, तब गोलाकार बूंद के अन्दर तथा बाहर के दाब में अन्तर ज्ञात करो।
- B-6.** एक खाली पात्र के तली में r त्रिज्या का वृत्ताकार छिद्र है। पात्र को पानी में धीरे-धीरे चित्रानुसार धकेला जाता है। पात्र की नीचे वाली सतह को (पानी की सतह से) कितनी अधिकतम गहराई तक धकेल सकते हैं, ताकि पानी पात्र में प्रवेश न करें ?



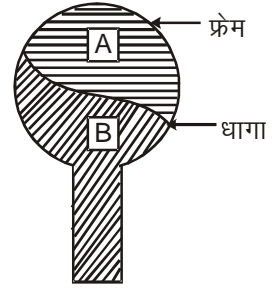
(पानी का पृष्ठ तनाव = T, पानी का घनत्व = ρ)



भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

खण्ड (A) : पृष्ठ तनाव, पृष्ठ ऊर्जा तथा केशिकात्व उठाव

A-1. चित्रानुसार फ्रेम में एक धागे को हल्का सा ढीला बांधा जाता है तथा इस फ्रेम को साबुन के घोल में डालकर बाहर निकालते हैं। फ्रेम सम्पूर्ण रूप से फिल्म द्वारा घिर जाता है। जब A भाग को पिन से तोड़ा जाय तो, धागा –



- (A) A की तरफ उत्तल हो जाएगा।
 (B) A की तरफ अवतल हो जाएगा।
 (C) प्रारम्भिक अवस्था में रहेगा।
 (D) या तो (A) या (B), जो कि B की तुलना में A के आकार पर निर्भर होगा।

A-2. केशनली के साथ पृष्ठ तनाव प्रयोग में पानी 0.1 m तक चढ़ता है। यदि इस प्रयोग को कृत्रिम उपग्रह पर दोहराया जाये, जोकि पृथ्वी के चारों तरफ चक्कर लगा रहा है, तो केशनली में पानी किस ऊँचाई तक चढ़ेगा :

- (A) 0.1 m (B) 0.2 m (C) 0.98 m (D) नली की सम्पूर्ण ऊँचाई तक

A-3. r त्रिज्या की धातु की पतली चकती पानी की सतह पर तैर रही है तथा परिधि के अनुदिश सतह, ऊर्ध्वाधर से θ कोण पर नीचे की तरफ झुकी हुई है। यदि चकती द्वारा हटाये गये पानी का भार W तथा पानी का पृष्ठतनाव T हो, तो धातु की चकती का भार होगा :

- (A) $2\pi rT + W$ (B) $2\pi rT \cos\theta - W$ (C) $2\pi rT \cos\theta + W$ (D) $W - 2\pi rT \cos\theta$

A-4. द्रव का पृष्ठ तनाव 5 न्यूटन प्रति मीटर है। यदि 0.02 मीटर² क्षेत्रफल की वलय में फिल्म उपस्थित है तो इसकी पृष्ठीय ऊर्जा होगी –

- (A) 5×10^{-2} J (B) 2.5×10^{-2} J (C) 2×10^{-1} J (D) 3×10^{-1} J

A-5. U-नली के दो स्तम्भों की त्रिज्याएँ क्रमशः r_1 तथा r_2 है। जब ρ घनत्व के द्रव (स्पर्श कोण 0°) को इसमें भरा जाता है तो इसके दोनों स्तम्भों में द्रव स्तरों की ऊँचाई में अन्तर h है। द्रव का पृष्ठ तनाव होगा : ($g =$ गुरुत्व के कारण त्वरण) :

- (A) $\frac{\rho g h r_1 r_2}{2(r_2 - r_1)}$ (B) $\frac{\rho g h (r_2 - r_1)}{2r_1 r_2}$ (C) $\frac{2(r_2 - r_1)}{\rho g h r_1 r_2}$ (D) $\frac{\rho g h}{2(r_2 - r_1)}$

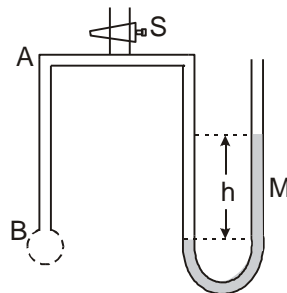
A-6. केशनली में पानी h ऊँचाई तक चढ़ता है। यह h से ज्यादा ऊँचाई तक चढ़ेगा –

- (A) सूर्य सतह पर (B) नीचे की तरफ त्वरित गति करती लिफट में
 (C) ध्रुवों पर (D) ऊपर की तरफ त्वरित गति करती लिफट में

A-7. पानी की सतह पर कीट चल सकते हैं क्योंकि

- (A) कीट का भार कम होता है। (B) कीट पानी पर तैर सकते हैं।
 (C) आर्किमिडिज के उत्प्लावन बल के कारण (D) पृष्ठ तनाव, सतह को प्रत्यास्थ झिल्ली की तरह बना देता है।

A-8. एक पतली नली AB दाबमापी M से चित्रानुसार जुड़ी है। वाल्व S द्वारा हवा प्रवाह को नियन्त्रित किया जाता है। AB नली को पृष्ठ तनाव σ वाले द्रव में डुबोते हैं तथा वाल्व S को तब तक खुला रखते हैं, जब तक B पर बुलबुला नहीं बन जाता तथा दाबमापी का पाठयांक लेते हैं। दोनों भुजाओं में द्रव स्तरों का अन्तर h चित्र में प्रदर्शित है। यदि ρ दाबमापी द्रव का घनत्व तथा r बुलबुले की वक्रता त्रिज्या हो तो द्रव का पृष्ठ तनाव σ है –



- (A) $\rho h r g$ (B) $2\rho h r$ (C) $4\rho h r g$ (D) $\frac{\rho h p g}{4}$



A-9. दो कांच की प्लेटे 'd' घनत्व के द्रव में ऊर्ध्वाधर आंशिक डुबी हुई है। यदि प्लेटों के मध्य दूरी 'x', द्रव का पृष्ठ तनाव T तथा स्पर्श कोण θ हो तो प्लेटों में केशिकात्व के कारण चढ़े द्रव की ऊँचाई होगी :

- (A) $\frac{T \cos \theta}{xd}$ (B) $\frac{2T \cos \theta}{xdg}$ (C) $\frac{2T}{xdg \cos \theta}$ (D) $\frac{T \cos \theta}{xdg}$

खण्ड (B) : बूंदों तथा बुलबुले में दाब आधिक्य

B-1. यदि साबुन के बुलबुले को आवेश दिया जाये तो यह प्रदर्शित करता है –

- (A) आकार में कमी (B) आकार में अपरिवर्तन
(C) आकार में वृद्धि (D) आकार में कभी वृद्धि तथा कभी कमी।

B-2. एक पानी की बूँद, 8 समान बूँदों में विभक्त हो जाती है। बड़ी बूँद की आन्तरिक व बाहरी सतह के मध्य दाबान्तर होगा :

- (A) छोटी बूँद के समान (B) छोटी बूँद का 1/2 गुना (C) छोटी बूँद का 1/4 गुना (D) छोटी बूँद का दुगुना।

B-3. r त्रिज्या का हवा का बुलबुला, किसी क्षण पानी सतह से h गहराई पर स्थित है। यदि P-वायुमण्डलीय दाब, d व T क्रमशः पानी का घनत्व व पृष्ठ तनाव हो तो बुलबुले के अन्दर दाब होगा :

- (A) $P + h dg - \frac{4T}{r}$ (B) $P + h dg + \frac{2T}{r}$ (C) $P + h dg - \frac{2T}{r}$ (D) $P + h dg + \frac{4T}{r}$

B-4. पानी की एक बड़ी गोलीय बूँद से, n छोटी गोलीय समरूप बूँदों को बनाने में किया गया कार्य समानुपाती है –

- (A) $\left(\frac{1}{n^{2/3}}\right) - 1$ (B) $\left(\frac{1}{n^{1/3}}\right) - 1$ (C) $n^{1/3} - 1$ (D) $n^{4/3} - 1$

B-5. दो असमान बुलबुले, मध्य में टोटी (नल) लगी हुई नली के सिरों पर बनाये जाते हैं। क्या होगा जब टोटी को खोलने पर दोनों बुलबुले सम्पर्क में आते हैं।

- (A) चूँकि टोटी के दोनों तरफ दाब समान है अतः वायु किसी भी दिशा में नहीं बहेगी।
(B) दोनों के आकार बराबर होने तक बड़ा बुलबुला सिकुड़ता है तथा छोटा बुलबुला फैलता है।
(C) छोटा बुलबुला सिकुड़ कर समाप्त हो जाता है तथा बड़ा बुलबुला आकार में बढ़ जाता है।
(D) इनमें से कोई नहीं

B-6. निर्वात में साबुन के बुलबुले की त्रिज्या 3 cm तथा दूसरे साबुन के बुलबुले की निर्वात में त्रिज्या 4 cm है। यदि समतापीय स्थिति में दोनों को मिलाया जाय तो नये बुलबुले की त्रिज्या होगी :

- (A) 2.3 cm (B) 4.5 cm (C) 5 cm (D) 7 cm

B-7. एक चलायमान पिस्टन युक्त बेलन में p_1 दाब पर हवा भरी है तथा इसमें एक 'r' त्रिज्या का साबुन का बुलबुला स्थित है। पिस्टन को धीरे-धीरे चलाकर हवा को दाब p_2 से सम्पीड़ित किया जाता है जिससे बुलबुले का आकार आधा हो जाता है : (पृष्ठ तनाव σ , तथा तापमान T नियत है) p_2 का मान क्या होगा –

- (A) $\left[8p_1 + \frac{24\sigma}{r}\right]$ (B) $\left[4p_1 + \frac{24\sigma}{r}\right]$ (C) $\left[2p_1 + \frac{24\sigma}{r}\right]$ (D) $\left[2p_1 + \frac{12\sigma}{r}\right]$

B-8. एक पात्र के तल में व्यास $d = 0.1$ mm का गोल छिद्र है तथा इसमें पानी भरा है। पात्र में पानी स्तर की अधिकतम ऊँचाई h ज्ञात करो। जिससे पानी बाहर नहीं बहे : (पानी पात्र के तल को गीला नहीं करता है) [पानी का पृष्ठ तनाव = 70 dyn/cm]

- (A) $h = 24.0$ cm (B) $h = 25.0$ cm (C) $h = 26.0$ cm (D) $h = 28.0$ cm

भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

1. स्तम्भ - I

- (A) बड़ी बूँद के छोटी बूँद में विभक्त होने पर
(B) छोटी बूँदों से बड़ी बूँद के बनने पर
(C) द्रव के फेलने पर
(D) बड़े साबुन के बुलबुले के समान मोटाई के छोटे साबुन के बुलबुले में विभक्त होने पर

स्तम्भ - II

- (P) तापमान परिवर्तित होता है।
(Q) तापमान नियत रहता है।
(R) पृष्ठीय ऊर्जा परिवर्तित होती है।
(S) पृष्ठीय ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है।



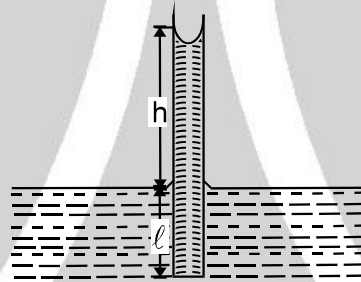


Exercise-2

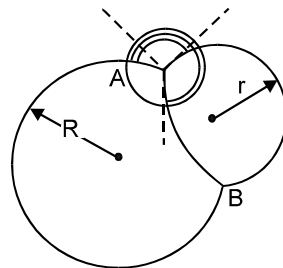
चिह्नित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग-I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

- साबुन के घोल की फिल्म क्षैतिज में स्थित है। इसके ऊपर एक धागा, लूप के रूप में रखा जाता है। अब यदि लूप के अन्दर की फिल्म को तोड़ा जाता है तथा धागा R त्रिज्या की वृत्ताकार लूप की आकृति ग्रहण कर लेता है। यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T हो धागे में तनाव है—
 (A) $\pi R^2/T$ (B) $\pi R^2 T$ (C) $2\pi RT$ (D) $2RT$
- R त्रिज्या की केशनली पानी में डूबी हुई है तथा पानी इसमें H ऊँची तक चढ़ता है। केशनली में चढ़े पानी का द्रव्यमान M है। यदि केशनली की त्रिज्या दुगुनी कर दी जाए तो केशनली में चढ़े हुए पानी का द्रव्यमान होगा —
 (A) 2M (B) M (C) $\frac{M}{2}$ (D) 4M
- चित्रानुसार ऊर्ध्वाधर रूप से पानी में l गहराई तक डूबी केशनली में चढ़े हुए पानी की ऊँची h है। अब नली का निचला सिरा बंद है। अब नली को बाहर निकाला जाता है तथा दुबारा खोला जाता है तो शेष पानी स्तम्भ की नली में लम्बाई होगी —



- (A) 2h यदि $l > h$ तथा $l + h$ यदि $l < h$ (B) h यदि $l > h$ तथा $l + h$ यदि $l < h$
 (C) 4h यदि $l > h$ तथा $l - h$ यदि $l < h$ (D) $h/2$ यदि $l > h$ तथा $l + h$ यदि $l < h$
- r_1 त्रिज्या का साबुन का बुलबुला दूसरे r_2 त्रिज्या के साबुन के बुलबुले पर रखा है ($r_1 < r_2$)। दोनों बुलबुलों को अलग करने वाली साबुन की फिल्म की त्रिज्या R होगी —
 (A) $r_1 + r_2$ (B) $\sqrt{r_1^2 + r_2^2}$ (C) $(r_1^3 + r_2^3)$ (D) $\frac{r_2 r_1}{r_2 - r_1}$
- पुरानी इमारतों के ऊँचे गुम्बदों की पहचान सुन्दरता के अतिरिक्त संरचना के कारण है। इसमें साबुन के बुलबुले के समान वक्रता के कारण दो सतहों के बीच दाबान्तर होता है। एक 5 m त्रिज्या का एक समान अल्प मोटाई का गुम्बद है। इसकी चिनाई संरचना के पदार्थ का पृष्ठ तनाव 500 N/m है। इसको अर्द्ध गोला मानते हुए, गुम्बद द्वारा सहन किया जाने वाले भार का निकटतम मान है —
 (A) 1500 kg wt. (B) 3000 kg wt. (C) 6000 kg wt. (D) 12000 kg wt.
- 'r' त्रिज्या का साबुन का बुलबुला दूसरे R त्रिज्या के बुलबुले पर रखा है। (चित्र) सम्पर्कित बिन्दुओं की फिल्म के मध्य कोण होगा—



- (A) 120° (B) 30° (C) 45° (D) 90°



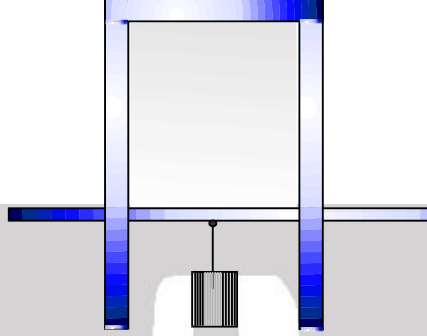
7. बहुत सारी द्रव की बूंदे जिनकी त्रिज्या 'a' है, को मिलाकर 'b' त्रिज्या की एक बड़ी बूंद बनाई जाती है। इस प्रक्रम में उत्सर्जित ऊर्जा, बड़ी बूंद की गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। बड़ी बूंद की चाल होगी –
- (A) $\sqrt{\frac{6T}{\rho} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right]}$ (B) $\sqrt{\frac{4T}{\rho} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right]}$ (C) $\sqrt{\frac{8T}{\rho} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right]}$ (D) $\sqrt{\frac{5T}{\rho} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right]}$
8. क्रान्तिक ताप पर द्रव का पृष्ठ तनाव –
- (A) शून्य है। (B) अनन्त है।
(C) किसी भी अन्य तापमान के समान है। (D) ज्ञात नहीं कर सकते।
9. एक साबुन के बुलबुले के अन्दर दाब आधिक्य केरोसिन (घनत्व 0.8 g cm^{-3}) के 2 mm के बराबर है। यदि बुलबुले का व्यास 3.0 cm है, तो साबुन के विलयन का पृष्ठ तनाव है – [Olympiad (Stage-1) 2017]
- (A) $39.2 \text{ dyne cm}^{-1}$ (B) $45.0 \text{ dyne cm}^{-1}$ (C) $51.1 \text{ dyne cm}^{-1}$ (D) $58.8 \text{ dyne cm}^{-1}$

भाग - II : एकल एवं द्वि-पूर्णांक मान प्रकार (SINGLE AND DOUBLE VALUE INTEGER TYPE)

1. वायुयुक्त बेलन जोकि मूलतः 10^5 N/m^2 दाब पर है, में $2.4 \times 10^{-4} \text{ m}$ त्रिज्या का एक साबुन का बुलबुला स्थित है। अब बेलन की वायु को समतापीय रूप से तब तक सम्पीड़ित किया जाता है जब तक बुलबुले की त्रिज्या आधी न रह जाये। अब बेलन में हवा का दाब (atm में) ज्ञात करो। साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव 0.08 N/m है।
2. $r = 1 \text{ mm}$ त्रिज्या की लम्बी केशनली दोनो सिरों से खुली है तथा पानी से भरकर उर्ध्वाधर रखी हैं। केशनली में शेष पानी के स्तम्भ की ऊँचाई समीपवर्ती पूर्णांक में (सेमी में) क्या होगी। केशनली की दीवार की चौड़ाई नगण्य हैं। (जल का पृष्ठ तनाव = 72 dyne/cm तथा $g = 1000 \text{ cm/sec}^2$)
3. दो साबुन के गोलीय बुलबुले आपस में मिलते है। यदि भरी हुई हवा के आयतन में परिवर्तन V तथा कुल पृष्ठीय क्षेत्रफल में परिवर्तन S तथा साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T हो तब यदि P_0, V, S तथा T में सम्बन्ध $\lambda P_0 V + 4ST = 0$ है तो λ ज्ञात करो। (यदि P_0 वायुमण्डलीय दाब है) सभी बुलबुलो में हवा का ताप एक समान माने
4. 1 mm व्यास की केशनली को जल के पात्र में ऊर्ध्वाधर डुबाया गया है। यदि नली में जल की सतह से 5.0 cm नीचे दाब तथा वायुमण्डलीय दाब में अन्तर (gauge pressure) $2\lambda \text{ N/m}^2$ है तो λ ज्ञात कीजिए। जल का पृष्ठ तनाव = 0.075 N/m है। ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$ & $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ के मान ले)
5. पतली दीवारों की एक केशनली, सन्तुलन तुला के साथ सम्पर्कित है जोकि सन्तुलित की गई है। केशनली का निचला सिरा पानी की सतह के सम्पर्क में आता है। तत्पश्चात् सन्तुलन अवस्था बनाए रखने के लिए एक अतिरिक्त भार $P = 0.135 \text{ gm}$ बल की आवश्यकता पड़ती है। यदि केशनली की त्रिज्या $\frac{\lambda}{10} \text{ mm}$ है तो λ ज्ञात करो। पानी का पृष्ठ तनाव 70 dyn/cm है। ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
6. ऊपरी सिरों से बन्द केशनली की आन्तरिक त्रिज्या $r = 0.05 \text{ cm}$ है। नली को ऊर्ध्वाधर रूप से पानी में रखा जाता है, ताकि इसका खुला सिरा पानी में डूबा रहे। इस नली की लम्बाई (मीटर में) के संगत अधिकतम पूर्णांक ज्ञात करो ताकि इस स्थिति में नली में चढ़े पानी की ऊँचाई $h = 1 \text{ cm}$ हो। वायु का दाब $P_0 = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cm of Hg}$, Hg का घनत्व = 13.6 g/cm^3 है। पानी का पृष्ठ तनाव $\sigma = 70 \text{ dyn/cm}$ है। (नली में स्थित वायु का ताप नियत लें) ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
7. $m = 20 \text{ g}$ द्रव्यमान का घन पानी की सतह पर भीगता हुआ तैर रहा है। घन की प्रत्येक भुजा 3 cm लम्बी है। यदि घन की निचली फलक तथा घन के सम्पर्क में जल स्तर के बीच दूरी $4.6/\lambda \text{ cm}$ है, तो λ ज्ञात करो [पानी का पृष्ठ तनाव $\alpha = 70 \text{ dyn/cm}$, स्पर्श कोण $\theta = 0^\circ$ लें]
8. r त्रिज्या की केशनली का एक सिरा पानी में डूबा हुआ है। जब पानी नली में चढ़ेगा तब, सम्बंधित ऊष्मा की मात्रा कितनी उत्पन्न होगी यदि पानी का पृष्ठ तनाव 'T' तथा घनत्व = ρ है। दिया गया है $\frac{T^2}{\rho g} = \frac{2}{\pi}$
9. 'r' त्रिज्या व 'T' पृष्ठतनाव के साबुन के बुलबुले को 'V' वोल्ट का विभव दिया जाता है। यदि नये बुलबुले की त्रिज्या R का इसकी प्रारम्भिक त्रिज्या से सम्बंध निम्न समीकरण से दिया जाता है -
 $P_0 [R^3 - r^3] + \lambda T [R^2 - r^2] - \epsilon_0 V^2 R/2 = 0$, यहां P_0 वायुमण्डलीय दाब है। तब λ ज्ञात करो।



10. $d_1 = 1.5 \text{ mm}$ व्यास की काँच की छड़ $d_2 = 2.0 \text{ mm}$ व्यास की काँच की केशनली में सममित रूप से रखी हुई है। सम्पूर्ण व्यवस्था ऊर्ध्वाधर स्थिति में है तथा इसको पानी के सम्पर्क में लाते हैं। केशनली में कितनी ऊँचाई (सेमी में) तक पानी चढ़ेगा ? पानी का पृष्ठ तनाव $= 73 \times 10^{-3} \text{ N/m}$, स्पर्श कोण $= 0^\circ$ है। (प्रयोग करें, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
11. आयताकार तार के फ्रेम की एक भुजा गति के लिए स्वतन्त्र है। इस फ्रेम में साबुन की फिल्म बनाई जाती है (चित्र) यदि फ्रेम की यह भुजा दूरी $S = 2 \text{ mm}$ से गति करती है तो किया गया कार्य (अर्ग में) ज्ञात करें। गतिमान भुजा की लम्बाई $l = 6 \text{ cm}$ है। साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव $\alpha = 40 \text{ dyn/cm}$ है।

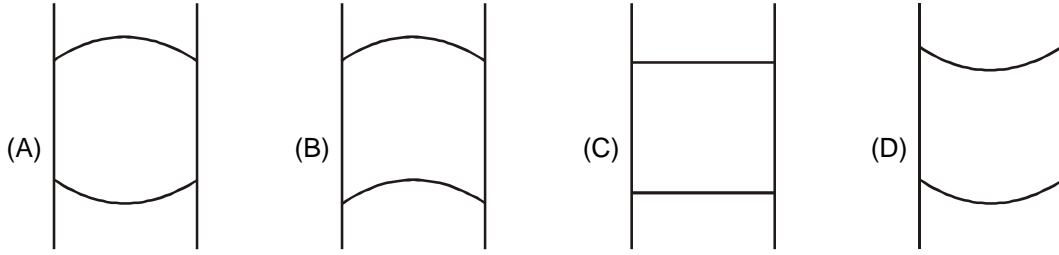


भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार

1. जब एक केशनली को द्रव में डुबोया जाता है, तो नली में चढ़े द्रव की ऊँचाई h है। नली में मुक्त पृष्ठ सतह की आकृति अर्द्धगोलीय है। नली को अब इस प्रकार ओर दबाया जाता है, कि द्रव के बाहर स्थित नली की ऊँचाई h से कम हो जाती है :
- (A) द्रव नली से धीरे-धीरे बाहर निकलेगा।
 (B) द्रव नली से धीरे-धीरे फँवारे के रूप में बाहर निकलेगा।
 (C) नली के अन्दर मुक्त पृष्ठ सतह की आकृति अर्द्धगोलीय नहीं होगी।
 (D) द्रव नली में भर जाएगा परन्तु ऊपरी सिरे से बाहर नहीं निकलेगा।
2. जब केशनली को द्रव में डुबोया जाता है तो द्रव न तो केशनली में चढ़ता है और न ही गिरता है ? तो
- (A) स्पर्श कोण 90° होना चाहिए (B) स्पर्श कोण 90° हो सकता है।
 (C) द्रव का पृष्ठ तनाव शून्य होना चाहिए। (D) द्रव का पृष्ठ तनाव शून्य हो सकता है।
3. द्रव तथा ठोस के मध्य स्पर्श कोण, गुण है -
- (A) द्रव के पदार्थ का (B) ठोस के पदार्थ का
 (C) ठोस के द्रव्यमान का (D) ठोस की आकृति का
4. जब एक बूंद बहुत सारी छोटी बूंदों में टूटती है तो -
- (A) कुल पृष्ठीय क्षेत्रफल बढ़ेगा। (B) आयतन बढ़ेगा।
 (C) ऊर्जा अवशोषित होती है। (D) ऊर्जा उत्पन्न होती है।
5. यदि एक द्रव समान ताप पर समान पदार्थ की दो केशनली में समान ऊँचाई पर चढ़ता है तो
- (A) दोनों केश नली में द्रव का भार समान होगा
 (B) नवचन्द्रक की त्रिज्या समान होगी
 (C) इसके लिए केशनलिकाएँ वक्रिय तथा उर्ध्वाधर होंगी
 (D) खाली केशनलिका पर स्थिर वैद्युत दाब समान होगा
6. जब एक काँच की केशनलिका को द्रव में डुबोया जाता है तब द्रव नलिका में h ऊँचाई तक चढ़ता है। नलिका के अन्दर द्रव की मुक्त सतह गोलाकार होती है। अब नलिका को नीचे धकेला जाता है जिससे द्रव के बाहर नलिका की ऊँचाई h से कम है तब
- (A) द्रव नलिका के बाहर आ जाएगा
 (B) द्रव नलिका में भर जाएगा किन्तु इसके उपरी सिरे से बाहर नहीं आयेगा।
 (C) नलिका के अन्दर द्रव की मुक्त सतह अवतल हो सकती है।
 (D) नलिका के अन्दर द्रव की मुक्त सतह उत्तल हो सकती है।



7. दोनों सिरो पर खुली हुई एक ऊर्ध्वाधर केशनलिका में कुछ द्रव भरा हुआ है। निम्न में से कौनसी आकृति सम्भव नहीं हो सकती



8. केश नलिका में द्रव का चढ़ना निर्भर करता है

- (A) पदार्थ पर (B) लम्बाई पर (C) बाह्य त्रिज्या पर (D) आन्तरिक त्रिज्या पर

9. माना बाहर की ओर दाब P_0 है तथा साबुन के विलियन का पृष्ठ तनाव T है तथा हम R त्रिज्या के साबुन का बुलबुला फुला रहे हैं तब

(A) R त्रिज्या के साबुन के बुलबुले के अन्दर दाब $P_0 + \frac{4T}{R}$ होगा

(B) R त्रिज्या के साबुन के बुलबुले के अन्दर दाब $P_0 + \frac{2T}{R}$ होगा

(C) साबुन के बुलबुले को फुलाने में बाह्य कारक द्वारा किया गया कार्य दाब P_0 से $(P_0 + \frac{4T}{R})$ तक बढ़ने के विरुद्ध किये गये कार्य तथा इसकी पृष्ठिय ऊर्जा में वृद्धि के विरुद्ध किये गये कार्य के योग के बराबर होता है।

(D) इनमें से कोई नहीं

10. यदि नली में द्रव भरा हो तथा संसजक बल, आसंजक बल से दुगुना है तो –

- (A) नवचन्द्रक ऊपर की तरफ उतल होगा। (B) स्पर्श कोण, अधिक कोण होगा।
(C) द्रव केशनली में नीचे गिरेगा। (D) द्रव ठोस को गीला करेगा।

भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

अनुच्छेद - 1

U-केशनली की एक भुजा की आन्तरिक त्रिज्या $r_1 = 1 \text{ mm}$ है तथा दूसरी भुजा की आन्तरिक त्रिज्या $r_2 = 2 \text{ mm}$ है। नली में कुछ मात्रा में पारा भरा है तथा एक भुजा निर्वात पम्प से जुड़ी हुई है। पारे का पृष्ठ तनाव तथा घनत्व 480 dyn/cm तथा 13.6 gm/cm^3 है। (स्पर्श कोण $\theta = 180^\circ$ लें) ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

1. वायुदाब में अन्तर क्या होगा, जब दोनों भुजाओं में पारा स्तर समान ऊँचाई पर है।

- (A) Hg का 3.53 mm (B) Hg का 1.51 mm (C) Hg का 0.51 mm (D) Hg का 5.52 mm

2. कौनसी भुजा पम्प से जुड़ी होनी चाहिए।

- (A) 2 mm त्रिज्या वाली भुजा (B) 1mm त्रिज्या वाली भुजा (C) कोई सी भी भुजा (D) इनमें से कोई नहीं

अनुच्छेद - 2

खुली हुई केशनली में पानी की बूंद स्थित है। केशनली का आन्तरिक व्यास 1mm है। प्रत्येक स्थिति में ऊपरी व निचले नवचन्द्रक की वक्रता त्रिज्या ज्ञात करो। सम्पूर्ण जगह पर मानिए कि द्रव नली को भिगोता है। पानी का पृष्ठ तनाव $= 0.073 \text{ N/m}$ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

3. जब नली ऊर्ध्वाधर स्थिति में है तथा बूंद 2 cm लम्बाई के स्तम्भ बनाती है, तब

- (A) 0.5 mm, 1.52 mm (B) 0.5 mm, 1.46 mm
(C) 0.5 mm, निचली सतह समतल होगी (D) 0.4 mm, 1.46 mm

4. जब नली ऊर्ध्वाधर स्थिति में है तथा बूंद 4 cm लम्बाई के स्तम्भ बनाती है, तब

- (A) 0.5 mm, 1.52 mm (B) 0.5 mm, 1.46 mm
(C) 0.5 mm, निचली सतह समतल होगी (D) 0.4 mm, 1.46 mm

5. जब नली ऊर्ध्वाधर स्थिति में है तथा बूंद 2.98 cm लम्बाई के स्तम्भ बनाती है, तब

- (A) 0.5 mm, 1.52 mm (B) 0.5 mm, 1.46 mm
(C) 0.5 mm, निचली सतह समतल होगी (D) 0.4 mm, 1.46 mm



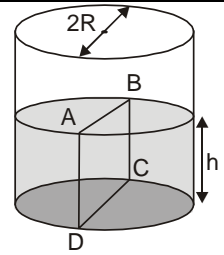


Exercise-3

चिह्नित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

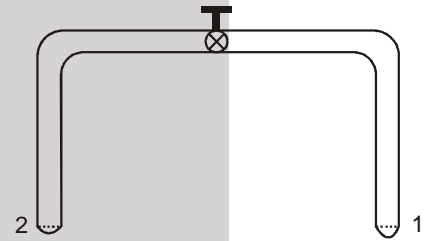
1. जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, R त्रिज्या वाली एक बीकर में h ऊँचाई तक पानी भरा है। पानी का घनत्व ρ , पानी का पृष्ठ तनाव T तथा वायुमण्डलीय दाब P_0 है। बीकर के एक व्यास से होकर-जाते हुए पानी के ऊर्ध्वाधर काट ABCD पर विचार करें। इस काट के एक ओर का पानी पर इसके दूसरी ओर के पानी द्वारा लगाया गया बल का परिमाण है -



[JEE 2007, 3/184]

- (A) $|2P_0Rh + \pi R^2 \rho gh - 2RT|$ (B) $|2P_0Rh + R\rho gh^2 - 2RT|$
 (C) $|P_0\pi R^2 + R\rho gh^2 - 2RT|$ (D) $|P_0\pi R^2 + R\rho gh^2 + 2RT|$

2. काँच की एक समान नलिका, जिसकी आन्तरिक त्रिज्या (r) है, के दोनों सिरों को, जो एक जैसे हैं, एक वाल्व के द्वारा पृथक किया गया है। शुरु में यह वाल्व कसकर बन्द है। सिरा-1 पर त्रिज्या r का एक अर्धगोलीय साबुन का बुलबुला है। सिरा-2 पर एक उप-अर्धगोलीय (sub-hemispherical) साबुन का बुलबुला है (चित्र देखें)। वाल्व को खोलने के तुरन्त बाद चित्र :



[JEE -2008 3/163, -1]

- (A) हवा सिरा-1 से सिरा-2 की ओर बहती है। बुलबुलों के आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता।
 (B) हवा सिरा-1 से सिरा-2 की ओर बहती है। सिरा-1 पर बुलबुले का आयतन घटता है।
 (C) कोई परिवर्तन नहीं होता है।
 (D) हवा सिरा-2 से सिरा-1 की ओर बहती है। सिरा-1 पर बुलबुले का आयतन बढ़ता है।
3. एक बन्द प्रकोष्ठ में, साबुन के पानी के दो बुलबुले A तथा B बन्द है, जिनकी त्रिज्याएँ क्रमशः 2cm तथा 4cm है। इस कोष्ठ के अन्दर वायु को 8 N/m^2 दाब पर रखा गया है। बुलबुले बनाने के लिए उपयोग किये गये पानी का पृष्ठ तनाव 0.04 N/m है। अनुपात n_B/n_A की गणना करें, जहाँ n_A तथा n_B क्रमशः A तथा B बुलबुलों में वायु के मोलों की संख्या है। [गुरुत्वाकर्षण के प्रभावों को नगण्य मानें]

[IIT 2009_4/160, -1]

अनुच्छेद 4 से 6

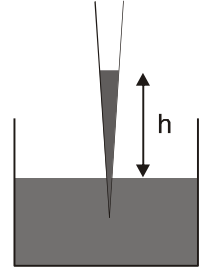
जब आंख में ρ घनत्व की एक तरल दवाई डालनी होती है तो एक ड्रापर की सहायता ली जाती है। ड्रापर के ऊपर लगे बल्ब को दबाने पर ड्रापर के नीचे बने छेद पर एक बूंद बनती है। हम इस बूंद के आकार का आकलन करना चाहते हैं। इसके लिए हम यह मान रहे हैं कि बनने वाली बूंद का आकार गोलीय है, क्योंकि इस आकार में पृष्ठ ऊर्जा में न्यूनतम वृद्धि होती है। बूंद के आकार का निर्धारण करने के लिए हम R त्रिज्या की बूंद पर पृष्ठ तनाव T के कारण कुल ऊर्ध्वाधर बल का आकलन करते हैं। जब यह बल बूंद के भार से कम हो जाता है, बूंद ड्रापर से अलग हो जाती है।

4. यदि ड्रापर के छेद की त्रिज्या r है, तब R त्रिज्या की बूंद पर पृष्ठ तनाव के कारण ऊपर की ओर लगने वाला ऊर्ध्वाधर बल ($r \ll R$ मानते हुए) नीचे दिये विकल्पों में से कौन सा होगा ? [IIT 2010; 3/163, -1]
- (A) $2\pi rT$ (B) $2\pi RT$ (C) $\frac{2\pi r^2 T}{R}$ (D) $\frac{2\pi R^2 T}{r}$
5. यदि $r = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$, $\rho = 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, $g = 10 \text{ ms}^{-2}$, $T = 0.11 \text{ Nm}^{-1}$, तो जब बूंद ड्रापर से अलग होती है, उसकी त्रिज्या (लगभग) कितनी होगी, नीचे दिए विकल्पों में से चुनें। [IIT 2010; 3/163, -1]
- (A) $1.4 \times 10^{-3} \text{ m}$ (B) $3.3 \times 10^{-3} \text{ m}$ (C) $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ (D) $4.1 \times 10^{-3} \text{ m}$
6. ड्रापर से अलग होने के बाद, बूंद की पृष्ठ ऊर्जा निम्न में से कौन सी है ? [IIT 2010; 3/163, -1]
- (A) $1.4 \times 10^{-6} \text{ J}$ (B) $2.7 \times 10^{-6} \text{ J}$ (C) $5.4 \times 10^{-6} \text{ J}$ (D) $8.1 \times 10^{-6} \text{ J}$
7. चार बिन्दु आवेश, प्रत्येक +q, एक वर्गाकार समतलीय सोप-फिल्म के चार कोनों पर जड़ित हैं। वर्ग की भुजा 'a' है तथा सोप-फिल्म का पृष्ठ तनाव γ है। आवेश-फिल्म निकाय साम्यावस्था में है, तथा $a = k \left[\frac{q^2}{\gamma} \right]^{1/N}$, जहाँ 'k' स्थिरांक है। तब N का मान है [JEE-2011, 4/160]





8. छिन्न शंकु (truncated cone) की आकृति वाली काँच की एक केशनली, जिसकी शीर्ष कोण α है, के दो अंत सिरों के अनुप्रस्थ काट की त्रिज्याएँ भिन्न हैं। केशनली को पानी में उर्ध्वतः डुबाने पर केशनली में पानी h ऊँचाई तक चढ़ जाता है, जहाँ इसकी अनुप्रस्थ काट की त्रिज्या b है यदि पानी का पृष्ठ तनाव (surface tension) S , घनत्व ρ तथा काँच के साथ इसका स्पर्श कोण θ हो तब h का मान है (g गुरुत्वीय त्वरण है)



[JEE (Advanced) 2014, 3/60, -1]

- (A) $\frac{2S}{b\rho g} \cos(\theta - \alpha)$ (B) $\frac{2S}{b\rho g} \cos(\theta + \alpha)$
- (C) $\frac{2S}{b\rho g} \cos(\theta - \alpha/2)$ (D) $\frac{2S}{b\rho g} \cos(\theta + \alpha/2)$
9. पृष्ठ-तनाव (surface tension) $S = \frac{0.1}{4\pi} \text{ Nm}^{-1}$ के द्रव के एक बूंद की त्रिज्या $R = 10^{-2} \text{ m}$ है, जिसे K समरूप बूंदों में विभाजित किया गया है। पृष्ठ-उर्जा का बदलाव $\Delta U = 10^{-3} \text{ Joules}$ है। यदि $K = 10^\alpha$ है तब α का मान होगा।

[JEE (Advanced) 2017, 3/61]

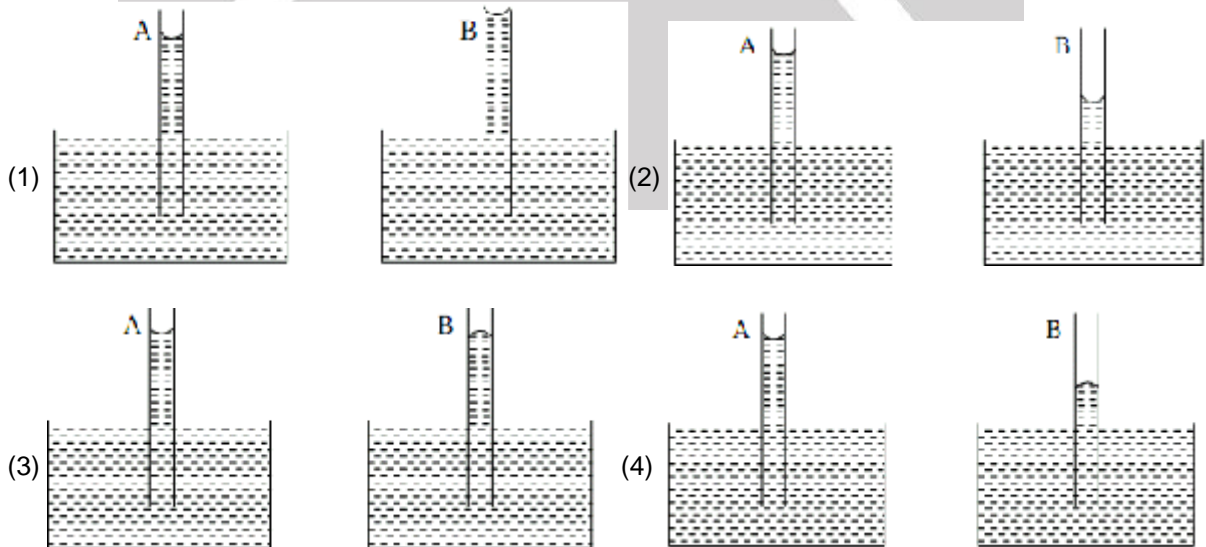
10. एक आन्तरिक त्रिज्या r वाल एकसमान केशनली (uniform capillary tube) को ऊर्ध्वाधर तरीके से (vertically) पानी से भरे एक बीकर (beaker) में डुबाया जाता है। केशनली में पानी, बीकर के पानी के पृष्ठ (water surface) में, h ऊँचाई तक उठता है। पानी की पृष्ठ तनाव (surface tension) σ है। पानी और केशनली की दीवार के बीच का सम्पर्क कोण (angle of contact) θ है। मेनिस्कस (meniscus) में उपस्थित पानी के द्रव्यमान (mass) की उपेक्षा कीजिए। निम्नलिखित कथनों में से कौनसा (सँ) सही है (हैं)?

[JEE (Advanced) 2018, P-1, 4/60, -2]

- (A) एक दिए गये पदार्थ से बनी केशनली का r बढ़ाने से h कम होता है।
 (B) एक दिए गये पदार्थ से बनी केशनली में, h पृष्ठ तनाव σ पर निर्भर करता है।
 (C) यदि यह प्रयोग एक नियत त्वरण (constant acceleration) से ऊपर जाने वाली लिफ्ट (lift) में किया जाता है, तो h कम होता है।
 (D) h सम्पर्क कोण θ के समानुपातिक (proportional) है।

भाग - II : JEE (MAIN) / AIEEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

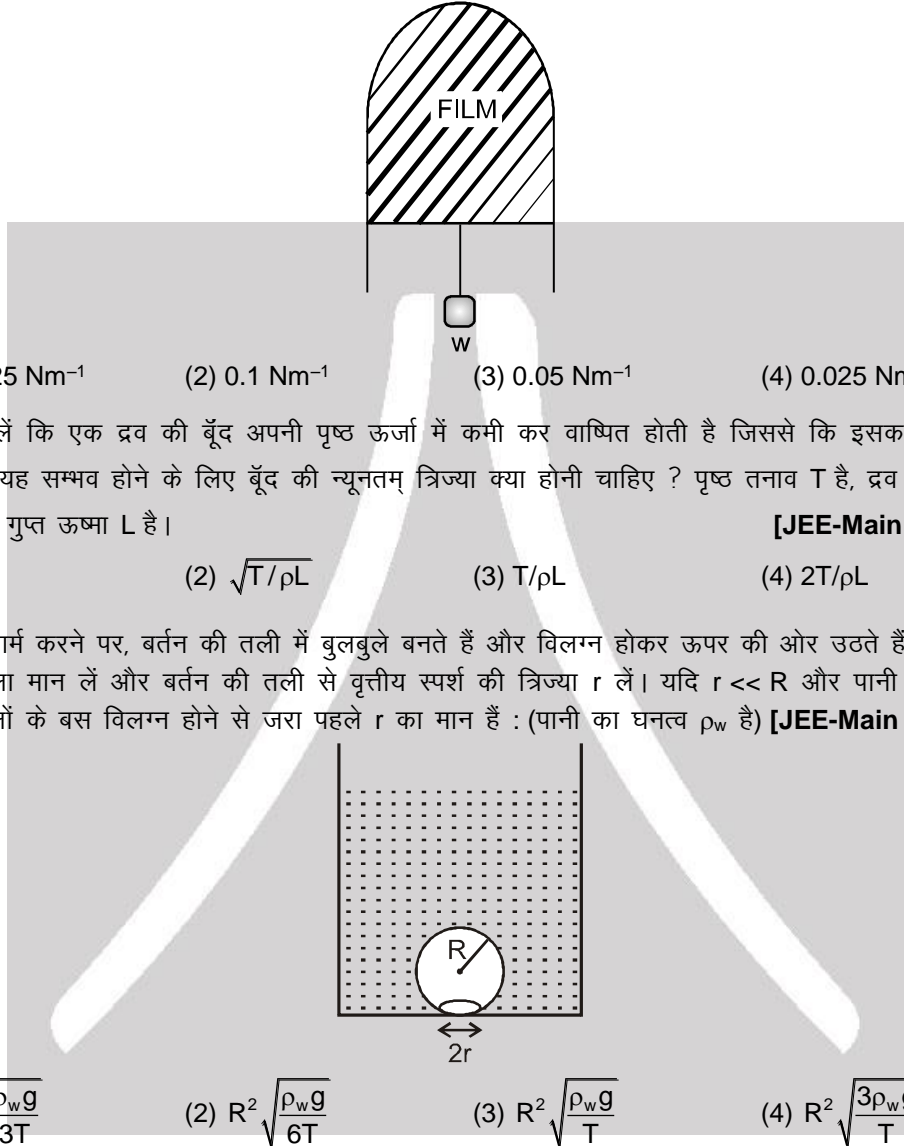
1. कोई केशनली (1) जल में डुबायी गई है। कोई अन्य सर्वसम केशनली (2) साबुन-जल विलयन में डुबायी जाती है। निम्नलिखित में से कौनसे चित्र में दो नलियों में द्रव-स्तम्भों की आपेक्षिक प्रकृति को दर्शाया गया है ? [AIEEE 2008, 4/120, -1]



2. एक साबुन के बुलबुले की त्रिज्या को 3 cm से बढ़ाकर 5 cm करने में किया गया कार्य लगभग है : (साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव = 0.03 Nm^{-1}) [AIEEE - 2011, 4/120, -1]
- (1) $4\pi \text{ mJ}$ (2) $0.2\pi \text{ mJ}$ (3) $2\pi \text{ mJ}$ (4) $0.4\pi \text{ mJ}$



3. दो पारे की बूँदे (प्रत्येक की त्रिज्या 'r') मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती है। यदि पृष्ठ तनाव T है, तब बड़ी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा है : **[AIEEE 2011, 4/120, -1]**
 (1) $4\pi r^2 T$ (2) $2\pi r^2 T$ (3) $2^{8/3}\pi r^2 T$ (4) $2^{5/3}\pi r^2 T$
4. एक U-आकार के तार एवं एक हल्के सर्पण के बीच बनी एक पतली द्रव की फिल्म $1.5 \times 10^{-2} \text{ N}$ के भार को आधारित करती है (चित्र देखें)। सर्पण की लम्बाई 30 cm है और इसका भार नगण्य है। द्रव की फिल्म का पृष्ठ तनाव है : **[AIEEE 2012, 4/120, -1]**





Answers

EXERCISE-1

भाग - I

खण्ड (A) :

- A-1. (a) 1.53 cm, (b) 1.77 cm
 A-2. पृष्ठ तनाव बल F_{ab} , F_{cd} तथा भार। साम्यावस्था तभी होगी जब $F_{ab} > F_{cd}$ हो तथा यह फिल्म में साबुन के घोल में सान्द्रता अन्तर के कारण होगा।
 A-3. 3.98×10^{-2} J A-4. 1.44×10^{-5} J

खण्ड (B) :

- B-1. $24\pi R^2 S$ B-2. $2^{2/3} W$
 B-3. (a) 465 N/m^2 (b) 30 N/m^2 (c) 38 N/m^2
 B-4. $T = \frac{p_0(2r^3 - R^3)}{4(R^2 - 2r^2)}$ B-5. 100 N/m^2
 B-6. $\frac{2T}{\rho g r}$

भाग - II

खण्ड (A) :

- A-1. (B) A-2. (D) A-3. (C)
 A-4. (C) A-5. (A) A-6. (B)
 A-7. (D) A-8. (D) A-9. (B)

खण्ड (B) :

- B-1. (C) B-2. (B) B-3. (B)
 B-4. (C) B-5. (C) B-6. (C)
 B-7. (A) B-8. (D)

भाग - III

1. (A) - P,R ; (B) - P,R ; (C) - P,R ; (D) - Q,S

EXERCISE-2

भाग - I

1. (D) 2. (A) 3. (A)
 4. (D) 5. (B) 6. (A)
 7. (A) 8. (A) 9. (D)

भाग - II

1. 8 2. 3 3. 3
 4. 98 5. 15 6. 5
 7. 2 8. 4 9. 4

10. 6 11. 96

भाग - III

1. (CD) 2. (BD) 3. (AB)
 4. (AC) 5. (AB) 6. (BCD)
 7. (ABC) 8. (ABD) 9. (AC)
 10. (ABC)

भाग - IV

1. (A) 2. (B) 3. (A)
 4. (B) 5. (C)

EXERCISE-3

भाग - I

1. (B) 2. (B) 3. 6
 4. (C) 5. (A) 6. (B)
 7. 3 8. (D) 9. 6
 10. (AC)

भाग - II

1. (2) 2. (4) 3. (3)
 4. (4) 5. (4) 6. (Bonus)