Chapter

10

पृष्ठ तनाव

अंतराण्विक बल (Intermolecular Force)

अणुओं के मध्य परस्पर आकर्षण अथवा प्रतिकर्षण बल अंतराण्विक बल कहलाता है। अंतराण्विक बल की प्रकृति विद्युत चुम्बकीय होती है।

Table 10.1 : अंतराण्विक बल के प्रकार

ससंजक बल	आसंजक बल
एक ही पदार्थ के अणुओं के मध्य लगने वाला बल, ससंजक बल कहलाता है। यह बल द्रवों में न्यून व गैसों में न्यूनतम होता है।	भिन्न पदार्थ के अणुओं के मध्य लगने वाला बल, आसंजक बल कहलाता है।
उदा० (i) किसी एक द्रव की दो बूँदें परस्पर सम्पर्क में लाने पर एक बड़ी बूँद बन जाती है। (ii) पानी की पर्त द्वारा चिपकी काँच की दो प्लेटों को पृथक करना मुश्किल होता है। (iii) पारे की बड़ी बूँद को छोटी छोटी बूँदों में विभक्त करना मुश्किल होता है।	उदा० (i) आसंजक बल के कारण ही चॉक से ब्लैक बोर्ड पर लिखना संभव है। (ii) कागज व गोंद के मध्य आसंजक बल के कारण ही एक कागज दूसरे कागज पर चिपक जाता है। (iii) जल, काँच की सतह को आसंजक बल के कारण ही भिंगोता है।

ससंजक व आसंजक बल अणुओं के मध्य दूरी की अष्टम घात के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं।

पृष्ठ तनाव (Surface Tension)

किसी द्रव का वह गुण जिसके कारण द्रव की सतह तनी हुई झिल्ली के समान व्यवहार करती है व न्यूनतम क्षेत्रफल प्राप्त करने की चेष्टा करती है पृष्ठ तनाव कहलाता है। द्रव की एक छोटी बूँद गोलाकार होती है, क्योंकि पृष्ठ तनाव के कारण द्रव सतह न्यूनतम क्षेत्रफल प्राप्त करने की चेष्टा करती है व दिये गये आयतन के लिये गोले का पृष्ठ क्षेत्रफल न्यूनतम होता है।

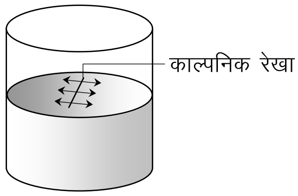


Fig. 10.1

पृष्ठ तनाव का संख्यात्मक मान द्रव के मुक्त पृष्ठ पर खींची गयी काल्पनिक सरल रेखा की एकांक लम्बाई पर किसी एक ओर लगने वाले बल के तुल्य होता है। बल की दिशा रेखा की लम्बाई के लम्बवत् व द्रव पृष्ठ के स्पर्शीय होती है। अतः यदि काल्पनिक रेखा (लम्बाई L) के एक ओर बल F लग रहा हो तो $T = (F/L)$

(1) यह द्रव की प्रकृति पर निर्भर करता है। पृष्ठ के क्षेत्रफल व काल्पनिक रेखा की लम्बाई पर निर्भर नहीं करता है।

(2) यह एक अदिश राशि है क्योंकि इसकी दिशा अद्वितीय है, जिसे व्यक्त नहीं किया जाता है।

(3) विमा : $[MT^{-2}]$ (बल नियतांक के समान)

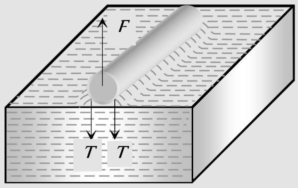
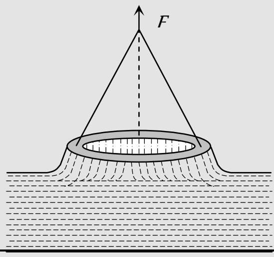
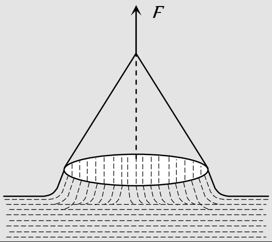
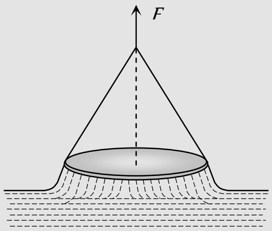
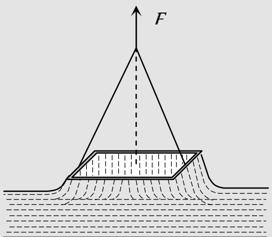
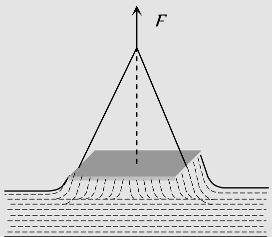
(4) इकाई : N/m (SI) व $Dyne/cm$ [CGS]

(5) यह एक आण्विक घटना है व इसका मूल कारण विद्युत.चुंबकीय बल है।

पृष्ठ तनाव के कारण बल (Force Due to Surface Tension)

यदि W भार का पिण्ड पृष्ठ तनाव T के द्रव की सतह पर रखा है तो पिण्ड को सतह से उठाकर अलग करने के लिए आवश्यक न्यूनतम बल F, पिण्डों की आकृति के अनुसार निम्न सारणी से ज्ञात किया जा सकता है।

Table 10.2 : विभिन्न स्थितियों में बल

पिण्ड	चित्र	बल
सुई लम्बाई $= l$		$F = 2lT + W$
खोखली चकती (आंतरिक त्रिज्या $= r_1$ बाह्य त्रिज्या $= r_2$)		$F = 2\pi(r_1 + r_2)T + W$
पतली वलय (त्रिज्या $= r$)		$F = 2\pi(r + r)T + W$ $F = 4\pi rT + W$
वृत्ताकार प्लेट अथवा चकती (त्रिज्या $= r$)		$F = 2\pi rT + W$
वर्गाकार फ्रेम (भुजा $= l$)		$F = 8lT + W$
वर्गाकार प्लेट (भुजा $= l$)		$F = 4lT + W$

पृष्ठ तनाव के उदाहरण (Examples of Surface Tension)

(1) जब पारे को काँच की साफ प्लेट पर फैलाया जाता है तो वह बूँदों की आकृति ग्रहण करता है। पृष्ठ तनाव के कारण छोटी बूँदे गोलाकार होती हैं क्योंकि इन पर गुरुत्व बल नगण्य होता है। बड़ी बूँदे मध्य से कुछ चपटी हो जाती हैं जबकि सिरों पर गोलाकार होती हैं।

Fig. 10.2

(2) जब ग्रीस लगी एक सुई आहिस्ता से स्थिर जल की सतह पर रखी जाती है तो सुई भारी होने पर भी जल की सतह पर तैरती है।

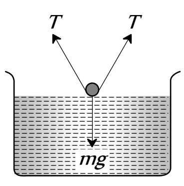


Fig. 10.3

क्योंकि पृष्ठ तनाव का ऊर्ध्वाधर घटक सुई के भार को संतुलित करता है। यदि सुई का एक सिरा जल पृष्ठ के अंदर चला जाए तो सुई डूब जाएगी।

(3) जब पिघली हुई धातु किसी उचित ऊँचाई से, जल में गिरायी जाती है तो गिरती धातु की धारा टूट जाती है तथा विखण्डित भाग छोटी-छोटी गोलीयों का आकार ग्रहण कर लेते हैं।

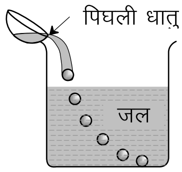


Fig. 10.4

(4) तार का एक फ्रेम लें और इसे साबुन के घोल में डालें तो बाहर निकलने पर इसमें साबुन के घोल की झिल्ली बन जाती है। झिल्ली पर गीले धागे का एक लूप रखें (चित्रानुसार)। अब लूप के मध्य झिल्ली को किसी पिन से तोड़ दें तो लूप शीघ्रता से वृत्ताकार हो जाएगा।

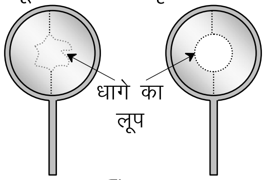


Fig. 10.5

(5) शेविंग अथवा पेंटिग ब्रश के बाल पानी में फैल जाते हैं परन्तु जैसे ही ब्रश बाहर निकाला जाता है बाल आपस में चिपक जाते हैं।

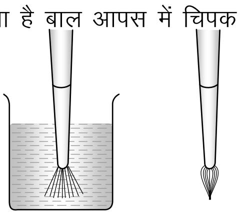


Fig. 10.6

(6) यदि कपूर का एक छोटा टुकड़ा जल की सतह पर रखा जाए तो वह जल की सतह पर अनियमित गति करने लगता है। इसका कारण यह है कि असमान आकृति का कपूर असमान रूप से पानी में घुलता है व पानी के पृष्ठ तनाव को स्थानीय रूप से कम करता है। अतः अनियमित बल उसे भिन्न-भिन्न दिशाओं में तेजी से घुमाते हैं।

(7) वर्षा की बूँदें गोलाकार होती हैं क्योंकि प्रत्येक बूँद पृष्ठ तनाव के कारण न्यूनतम पृष्ठ क्षेत्रफल प्राप्त करने की चेष्टा करती है व दिये गये आयतन के लिए गोले का पृष्ठ क्षेत्रफल न्यूनतम होता है।

(8) ठण्डे पानी की सतह पर तेल की बूँद फैल जाती है, जबकि गर्म पानी की सतह पर वह वैसे ही बनी रहती है। इसका कारण यह है कि तेल का पृष्ठ तनाव ठण्डे पानी से कम व गर्म पानी से ज्यादा होता है।

पृष्ठ तनाव को प्रभावित करने वाले कारक

(Factors Affecting Surface Tension)

(1) **ताप :** किसी द्रव का पृष्ठ तनाव ताप बढ़ाने पर घटता है। द्रव का पृष्ठ तनाव उसके क्वथनांक पर शून्य होता है तथा क्रांतिक ताप पर पृष्ठ तनाव का गुण विलुप्त हो जाता है। क्रांतिक ताप पर, गैस व द्रव के लिए अंतराण्विक बलों का मान समान होता है, व द्रव बिना किसी प्रतिरोध के बहते हैं। अल्प तापांतर के लिए, पृष्ठ तनाव में परिवर्तन रेखीय होता है जो निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है $T_t = T_0(1-\alpha t)$

जहाँ, T_t, T_0 क्रमशः t^oC व 0^oC पर पृष्ठ तनाव हैं तथा α पृष्ठ तनाव का ताप गुणांक है।

उदाहरण : (i) गर्म सूप, ठण्डे सूप की अपेक्षा स्वादिष्ट लगता है।

(ii) सर्दियों में मशीन के पुर्जे जाम (jam) हो जाते हैं।

(2) **अशुद्धियाँ :** द्रव की सतह पर उपस्थित अथवा उसमें घुलनशील अशुद्धियाँ पृष्ठ तनाव को प्रभावित करती हैं तथा यह प्रभाव अशुद्धि की मात्रा पर निर्भर करता है। सोडियम क्लोराइड जैसी जल में उच्च घुलनशील अशुद्धि पृष्ठ तनाव बढ़ाती है, जबकि फिनॉल जैसी अल्प घुलनशील अशुद्धि जल का पृष्ठ तनाव घटा देती है।

पृष्ठ तनाव के अनुप्रयोग (Applications of Surface Tension)

(1) कपड़ों पर लगे तेल अथवा ग्रीस के धब्बे शुद्ध जल से नहीं हटाए जा सकते। परन्तु जब जल में साबुन घोला जाता है, तो पृष्ठ तनाव घट जाता है, परिणामस्वरूप साबुन के घोल व तेल अथवा ग्रीस के धब्बों के मध्य आसंजक बल बढ़ जाता है। इस प्रकार तेल, ग्रीस व धूल के कण साबुन के घोल के साथ आसानी से मिल जाते हैं और कपड़े आसानी से धुल जाते हैं।

(2) जीवाणुनाशक मलहमों के पृष्ठ तनाव का मान कम रखा जाता है। पृष्ठ तनाव का मान कम होने पर मलहम त्वचा पर अथवा घाव पर आसानी से फैल जाता है।

(3) तैलीय स्नेहकों व पेंट्स का पृष्ठ तनाव कम रखा जाता है ताकि वे आसानी से ज्यादा क्षेत्रफल में फैल जाऐं।

(4) तेल, जल पृष्ठ पर फैल जाता है क्योंकि तेल का पृष्ठ तनाव ठण्डे जल के पृष्ठ तनाव से कम होता है।

(5) समुद्र में उठी लहरों को तेल डालकर शांत किया जाता है।

(6) विद्युत परिपथ में तारों को टांका करते (Soldering), समय फ्लक्स (Flux) लगाने पर पिघले टिन का पृष्ठ तनाव घट जाता है जिससे वह आसानी से फैलता है।

पृष्ठ तनाव का आण्विक सिद्धान्त

(Molecular Theory of Surface Tension)

दो अणुओं के मध्य वह अधिकतम दूरी, जहाँ तक अंतराण्विक आकर्षण बलों को अनुभव किया जा सके, आण्विक परास ($\approx 10^{-9}m$) कहलाती है। किसी अणु को केन्द्र व आण्विक परास को त्रिज्या मानकर बनाया गया काल्पनिक गोला आण्विक प्रभाव का गोला कहलाता है। द्रव की मुक्त सतह PQ व इससे r दूरी (आण्विक परास के तुल्य) पर स्थित काल्पनिक रेखा RS एक झिल्ली का निर्माण करती है।

द्रव के पृष्ठ पर क्रियाशील तनाव को समझने के लिए द्रव के अणुओं A, B, C व D की कल्पना करें। इनके आण्विक प्रभाव के गोले चित्र में प्रदर्शित हैं।

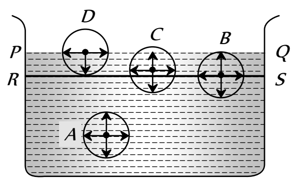


Fig. 10.7

(1) अणु A पूर्णतः द्रव के अंदर है अतः इस पर सभी दिशाओं से समान आकर्षण बल लगेगा। इस प्रकार इस पर परिणामी बल शून्य हो जाएगा और यह द्रव में मुक्त गति करेगा।

(2) अणु B द्रव की मुक्त सतह से कुछ नीचे है चित्रानुसार इस पर भी सभी दिशाओं से समान बल लगेंगे व इस पर परिणामी बल शून्य हो जाएगा।

(3) अणु C द्रव की मुक्त सतह के एकदम नीचे है व इसके आण्विक प्रभाव के गोले का कुछ भाग द्रव की मुक्त सतह के ऊपर है। अतः अणु C पर ऊपर की ओर आकर्षण बल लगाने वाले अणुओं की संख्या नीचे की ओर आकर्षण बल लगाने वाले अणुओं की संख्या से कम है। इस प्रकार अणु C पर परिणामी बल नीचे की ओर होगा।

(4) अणु D द्रव की मुक्त सतह पर स्थित है। इसके आण्विक प्रभाव के गोले के ऊपरी भाग में कोई अणु नहीं है। अतः अणु D नीचे की ओर अधिकतम आकर्षण बल का अनुभव करेगा।

इस प्रकार द्रव के पृष्ठ पर उपस्थित सभी अणु द्रव के अंदर की ओर परिणामी बल का अनुभव करेंगे। अतः द्रव की मुक्त सतह तनी हुई झिल्ली के समान व्यवहार करेगी।

पृष्ठ ऊर्जा (Surface Energy)

द्रव की सतह पर उपस्थित अणु अंदर की ओर एक परिणामी बल का अनुभव करते हैं। अतः द्रव के अंदर से किसी अणु को द्रव की सतह पर लाने में अंतराण्विक बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। यह कार्य पृष्ठ पर उपस्थित अणु में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। द्रव के पृष्ठ पर उपस्थित अणुओं में निहित प्रति एकांक क्षेत्रफल स्थितिज ऊर्जा ही पृष्ठ ऊर्जा कहलाती है।

इकाई : J/m^2 (SI) erg/cm^2 (CGS)

विमा : $[MT^{-2}]$

यदि तार का एक आयताकार फ्रेम $ABCD$ जिस पर फिसलने वाला तार LM संलग्न है साबुन के घोल में डुबाया जाता है तो फ्रेम पर एक झिल्ली बन जाती है। पृष्ठ तनाव के कारण झिल्ली सिकुड़ने का प्रयास करती है। इस कारण तार LM अंदर की ओर खिंचेगा। इसे अपनी स्थिति में रखने के लिए बल F लगाना होगा जो पृष्ठ तनाव के कारण तार पर लगने वाले बल के तुल्य होगा।

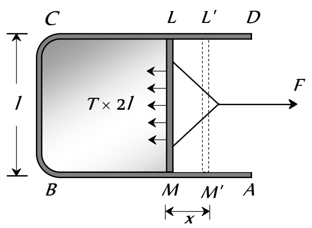


Fig. 10.8

पृष्ठ तनाव के कारण तार पर लगने वाला बल $F = T \times 2l$

जहाँ l तार LM की लम्बाई है। झिल्ली की दो मुक्त सतह होती है अतः तार की लम्बाई दो गुनी की गयी है।

माना तार LM को अल्प दूरी x से विस्थापित किया जाता है तथा स्थिति $L'M'$ पर लाया जाता है। इस प्रक्रिया में, झिल्ली के क्षेत्रफल में $2l \times x$ (दोनों पृष्ठों पर) वृद्धि होगी तथा क्षेत्रफल वृद्धि में किया गया कार्य

$W = F \times x = (T \times 2l) \times x = T \times (2lx) = T \times \Delta A$

$\therefore\ W = T \times \Delta A$ [ΔA = झिल्ली के क्षेत्रफल (दोनों पृष्ठ) में कुल वृद्धि]

इस प्रक्रिया में यदि ताप समान रहे तो यह कार्य, पृष्ठ ऊर्जा के रूप में संचित होगा।

उपरोक्त व्यंजक से, $T = \dfrac{W}{\Delta A}$ अथवा $T = W$ [यदि $\Delta A = 1$]

अतः पृष्ठ तनाव, नियत ताप पर, द्रव के पृष्ठ क्षेत्रफल में (पृष्ठ तनाव के कारण लगने वाले बल के विरुद्ध) एकांक वृद्धि में किये गये कार्य के तुल्य होता है।

द्रव की बूँद अथवा साबुन के बुलबुले की त्रिज्या वृद्धि में किया गया कार्य
(Work Done in Blowing a Liquid Drop or Soap Bubble)

(1) यदि द्रव की बूँद की प्रारम्भिक त्रिज्या r_1 व अंतिम त्रिज्या r_2 हो तब

$W = T \times$ पृष्ठ क्षेत्रफल में वृद्धि $= T \times 4\pi[r_2^2 - r_1^2]$

[चूँकि बूँद की केवल एक मुक्त सतह होती है।]

(2) साबुन के बुलबुले के लिए $W = T \times 8\pi[r_2^2 - r_1^2]$

[$\because$ बुलबुले की दो मुक्त सतह होती हैं]

बड़ी बूँद का विभक्त होना (Splitting of Bigger Drop)

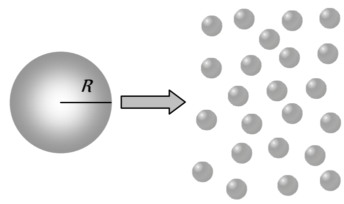


Fig. 10.9

जब R त्रिज्या की एक बड़ी बूँद n छोटी बूँदों (प्रत्येक r त्रिज्या) में विभक्त होती है तब द्रव का पृष्ठ क्षेत्रफल बढ़ता है। अतः पृष्ठ तनाव के विरुद्ध कार्य सम्पन्न होता है।

(1) चूँकि द्रव का आयतन नियत् रहता है अतः

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = n\frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R^3 = nr^3$$

सम्पन्न कार्य $W = T \times \Delta A$

$= T$ [n बूँदों का कुल पृष्ठ क्षेत्रफल – बड़ी बूँद का पृष्ठ क्षेत्रफल]

$= T[n4\pi r^2 - 4\pi R^2] = 4\pi T[nr^2 - R^2]$

$$= 4\pi R^2 T[n^{1/3} - 1] = 4\pi T r^2 n^{2/3}[n^{1/3} - 1] = 4\pi T R^3\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$$

(2) यदि कार्य बाह्य स्रोत द्वारा सम्पन्न न हो तो द्रव की आंतरिक ऊर्जा घटती है, परिणामस्वरूप ताप घट जाता है। इस कारण ही फुहारने (Spraying) पर ठंडक उत्पन्न होती है।

ऊर्जा संरक्षण के नियम से, ऊष्मीय ऊर्जा में हानि = पृष्ठ तनाव के विरुद्ध सम्पन्न कार्य

$$JQ = W \Rightarrow \qquad JmS\,\Delta\theta = 4\pi T R^3\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$$

$$\Rightarrow J\frac{4}{3}\pi R^3 d\,S\,\Delta\theta = 4\pi R^3 T\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right] \left[\because m = V \times d = \frac{4}{3}\pi R^3 \times d\right]$$

$\therefore$ ताप में कमी $\Delta\theta = \dfrac{3T}{JSd}\left[\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{R}\right]$

यहाँ J = ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक, S = द्रव की विशिष्ट ऊष्मा, d = द्रव का घनत्व

बड़ी बूँद का बनना (Formation of Bigger Drop)

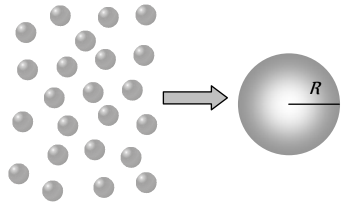


Fig. 10.10

(1) यदि r त्रिज्या की n बूँदें मिलकर R त्रिज्या की एक बड़ी बूँद का निर्माण करें तो द्रव का पृष्ठ क्षेत्रफल घटता है।

मुक्त पृष्ठ ऊर्जा = प्रारम्भिक पृष्ठ ऊर्जा – अंतिम पृष्ठ ऊर्जा

$E = n4\pi r^2 T - 4\pi R^2 T = 4\pi T[nr^2 - R^2]$

$4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1) = 4\pi Tr^2 n^{2/3}(n^{1/3} - 1) = 4\pi TR^3\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$

(2) यदि यह बड़ी बूँद द्वारा अवशोषित हो जाए तो, उसके ताप में वृद्धि $\Delta\theta = \frac{3T}{JSd}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$

(3) यदि मुक्त ऊर्जा बिना ह्रास के बड़ी बूँद की गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाए तो ऊर्जा संरक्षण के नियम से,

$\frac{1}{2}mv^2 = 4\pi R^3 T\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\left[\frac{4}{3}\pi R^3 d\right]v^2 = 4\pi R^3 T\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right]$

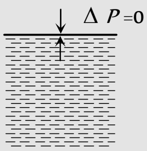
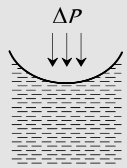
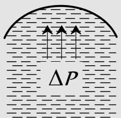
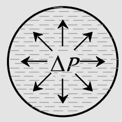
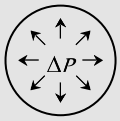
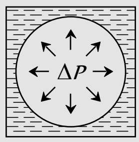
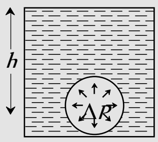
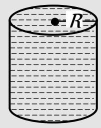
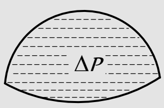
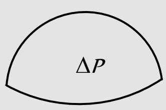
$\Rightarrow v^2 = \frac{6T}{d}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right] \quad \Rightarrow v = \sqrt{\frac{6T}{d}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)}$

दाब आधिक्य (Excess Pressure)

पृष्ठ तनाव के गुण के कारण बुलबुले अथवा बूँद सिकुड़ने का प्रयास करते हैं। अतः आंतरिक द्रव्य को सम्पीड़ित करते हैं। इस कारण आंतरिक दाब बढ़ता है जो साम्यावस्था आने पर और अधिक सम्पीड़न को रोकता है। अतः साम्यावस्था में, किसी बूँद अथवा बुलबुले का आंतरिक दाब, बाह्य दाब से अधिक होता है।

दोनों ओर दाब का अंतर ही दाब आधिक्य कहलाता है। बूँद में दाब आधिक्य द्रव के द्रव स्थैतिक (Hydrostatic) दाब द्वारा जबकि बुलबुले में, आंतरिक वायु के गेज दाब (Gauge pressure) द्वारा प्रदान किया जाता है।

Table 10.3 : विभिन्न स्थितियों में दाब आधिक्य

समतल सतह	अवतल सतह
 $\Delta P = 0$	 $\Delta P = \frac{2T}{R}$
उत्तल सतह	बूँद
 $\Delta P = \frac{2T}{R}$	 $\Delta P = \frac{2T}{R}$
वायु में बुलबुला	द्रव में बुलबुला
 $\Delta P = \frac{4T}{R}$	 $\Delta P = \frac{2T}{R}$
d घनत्व के द्रव के मुक्त पृष्ठ से h गहराई पर बुलबुला	बेलनाकार द्रव सतह
 $\Delta P = \frac{2T}{R} + hdg$	 $\Delta P = \frac{T}{R}$
असमान त्रिज्या की द्रव सतहें	असमान त्रिज्या की द्रव झिल्ली
 $\Delta P = T\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$	 $\Delta P = 2T\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$

दाब आधिक्य बूँद (अथवा बुलबुले) की त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अर्थात् छोटी बूँद (अथवा बुलबुले) के भीतर बड़ी बूँद (अथवा बुलबुले) की तुलना में अधिक दाब होता है। इस कारण ही यदि असमान आकार के दो बुलबुले चित्रानुसार किसी पतली नली द्वारा एक दूसरे के सम्पर्क में लाये जाएं, तो वायु छोटे बुलबुले से बड़े बुलबुले में चली जाएगी अतः छोटा बुलबुला सिकुड़ेगा व बड़ा बुलबुला फैल जाएगा।

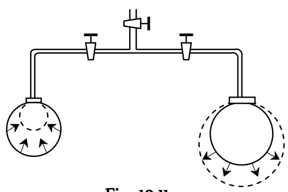


Fig. 10.11

द्रव के चन्द्र तल की आकृति (Shape of Liquid Meniscus)

हम जानते हैं कि द्रव जिस पात्र में रखा जाता है उसी का आकार ग्रहण कर लेता है अर्थात् द्रव ऐसे किसी भी बल का स्थायी विरोध नहीं

करता जो उसका आकार बदलता है। चूँकि बल का प्रभाव अपनी लम्बवत् दिशा में नगण्य होता है। अतः द्रव की सतह अपने आपको इस तरह समंजित करती है कि परिणामी बल उसके लम्बवत् हो।

जब किसी केशनली को द्रव में डुबोया जाता है तो सम्पर्क सतहों पर द्रव सतह वक्राकार हो जाती है। यह वक्रता दो बलों ससंजक व आसंजक बल के परिणामी द्वारा उत्पन्न होती है। द्रव की इस वक्र सतह को द्रव का चंद्रतल कहते हैं।

यदि द्रव का अणु A किसी ठोस (जैसे केशनली की दीवार) के सम्पर्क में, हो तो अणु A पर निम्न बल कार्यरत् होंगे –

(i) आसंजक बल F_a (नली की दीवार के लम्बवत् बाहर की ओर)

(ii) ससंजक बल F_c (ऊर्ध्वाधर से 45^o कोण पर)

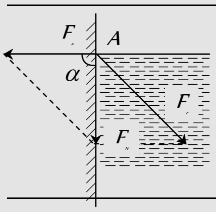
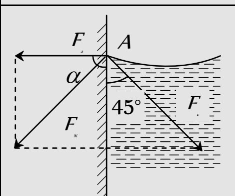
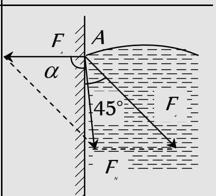
परिणामी बल F_r बलों F_a व F_c के मानों पर निर्भर करता है।

यदि परिणामी बल F_r, F_a से α कोण बनाये तो

तब $\tan\alpha = \dfrac{F_c \sin 135^o}{F_a + F_c \cos 135^o} = \dfrac{F_c}{\sqrt{2}\, F_a - F_c}$

परिणामी बल की दिशा ज्ञात करके चन्द्रतल की आकृति ज्ञात की जा सकती है क्योंकि द्रव की मुक्त सतह अपने आप को इस तरह समंजित करती है कि परिणामी बल उसके लम्बवत् हो।

Table 10.4 : चन्द्रतल की आकृति की विभिन्न स्थितियाँ

$F_c = \sqrt{2}F_a$	$F_c < \sqrt{2}F_a$	$F_c > \sqrt{2}F_a$
		
$\tan\alpha = \infty$ $\Rightarrow \alpha = 90^o$ अर्थात् परिणामी बल ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर कार्य करेगा अतः द्रव का तल क्षैतिज होगा।	$\tan\alpha$ = धनात्मक $\therefore \alpha$ एक न्यून कोण होगा अर्थात् परिणामी बल द्रव सतह के बाहर की ओर होगा अतः द्रव तल अवतल होगा।	$\tan\alpha$ = ऋणात्मक $\therefore \alpha$ एक अधिक कोण होगा अर्थात् परिणामी बल द्रव सतह के अंदर की ओर होगा अर्थात् द्रव तल उत्तल होगा।
उदाहरण: चाँदी की पर्त चढ़ी केशनली में जल।	*उदाहरण* : काँच की केशनली में जल।	*उदाहरण* : काँच की केशनली में पारा।

स्पर्श कोण (Angle of Contact)

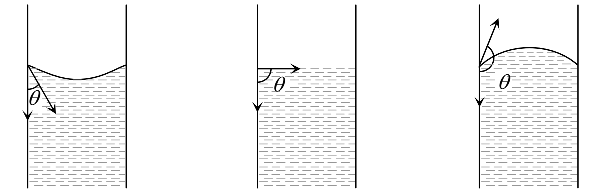
द्रव व ठोस के सम्पर्क बिन्दु पर द्रव के तल व ठोस के तल पर खींची गयी स्पर्श रेखाओं के मध्य द्रव के अंदर बना कोण द्रव.ठोस युग्म के लिए स्पर्श कोण कहलाता है।

(1) **स्पर्श कोण का मान :** किसी दिये गये द्रव व ठोस के युग्म के लिए स्पर्श कोण का मान विशिष्ट होता है।

स्पर्श कोण का मान 0^o व 180^o के मध्य होता है।

शुद्ध जल व काँच के लिए, $\theta = 0^o$; साधारण जल (नल का पानी) व काँच के लिए $\theta = 8^o$, शुद्ध जल व चाँदी के लिए $\theta = 90^o$, पारे व काँच के लिए, $\theta = 138^o$, जल व क्रोमियम के लिए $\theta = 160^o$

(2) **स्पर्श कोण एवं चन्द्र तल :** विभिन्न स्पर्श कोणों के लिये चन्द्र तल की प्रकृति निम्न है



(A) $\theta < 90^o$ (B) $\theta = 90^o$ (C) $\theta < 90^o$

Fig. 10.12

(i) $\theta < 90^o$ के लिये $F_a > \dfrac{F_c}{\sqrt{2}}$, चन्द्र तल अवतल होगा एवं द्रव, ठोस की सतह को गीला करेगा।

(ii) $\theta = 90^o$ के लिये $F_a = \dfrac{F_c}{\sqrt{2}}$, चन्द्र तल समतल होगा एवं द्रव, ठोस की सतह को गीला नहीं करेगा।

(iii) $\theta > 90^o$ के लिये $F_a < \dfrac{F_c}{\sqrt{2}}$, चन्द्र तल उत्तल होगा एवं द्रव, ठोस की सतह को गीला नहीं करेगा।

द्रव, ठोस की सतह को गीला नहीं करेगा

(3) यह द्रव अथवा ठोस के झुकाव पर निर्भर नहीं करता।

(4) ताप बढ़ाने पर, स्पर्श कोण घटता है।

(5) घुलनशील अशुद्धियाँ स्पर्श कोण को बढ़ा देती हैं।

(6) आंशिक रूप से घुलनशील अशुद्धियाँ स्पर्श कोण घटा देती हैं।

केशिकत्व (Capillarity)

यदि अत्यल्प त्रिज्या की नली (केशनली) किसी द्रव में डुबोयी जाये तो केशनली में द्रव, बाहरी द्रव की तुलना में कुछ ऊपर चढ़ जाता है अथवा नीचे उतर जाता है।

यह घटना केशिकत्व कहलाती है।

केशिकत्व का मूल कारण, वक्र पृष्ठ (उत्तल अथवा अवतल) के ऊपर व नीचे के दाब में अंतर होता है।

केशिकत्व के उदाहरण :

(i) स्याही सोख्ता कागज के बारीक छिद्रों में स्याही ऊपर चढ़ जाती है।

(ii) तौलिया पानी को सोखता है।

(iii) दीपक की बत्ती में केशिकत्व के कारण ही तेल ऊपर चढ़ता है।

(iv) वर्षा ऋतु में वायुमण्डल की नमी के कारण लकड़ी फूल जाती है।

(v) मिट्टी में नमी सुरक्षित रखने के लिए किसान अपने खेत जोतते हैं।

(vi) मिट्टी की तुलना में रेत जल्दी सूखती है, क्योंकि रेत के कणों के मध्य छिद्र, मिट्टी के छिद्रों की तरह बारीक नहीं होते व केशिकत्व के कारण जल नहीं खींच पाते।

केशनली में द्रव के उन्नयन का सूत्र (Ascent Formula)

जब r त्रिज्या की केशनली का एक सिरा d घनत्व के द्रव में डाला जाए तथा द्रव केशनली को भिंगोता हो (जल व काँच की केशनली) तो नली में चढ़े द्रव का तल अवतल हो जाएगा।

R = द्रव के चन्द्रतल की त्रिज्या

T = द्रव का पृष्ठ तनाव

P = वायुमण्डलीय दाब

बिन्दु A पर दाब = P, बिन्दु B पर दाब = $P - \frac{2T}{R}$

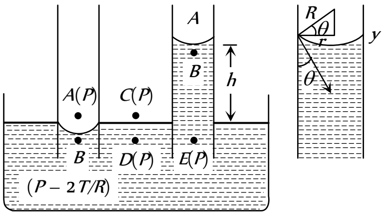


Fig. 10.13

बिन्दु C द्रव की समतल सतह के ठीक ऊपर व बिन्दु D द्रव की समतल सतह के ठीक नीचे भी दाब P (वायुमण्डलीय दाब) होगा। बिन्दु B व D समान क्षैतिज तल पर हैं परन्तु इन बिन्दुओं पर दाब समान नहीं है।

साम्यावस्था प्राप्त करने के लिए द्रव नली में h ऊँचाई तक चढ़ जाएगा।

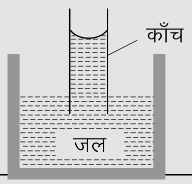
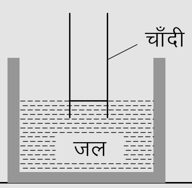
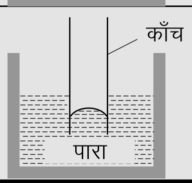
द्रव स्तम्भ के कारण दाब = पृष्ठ तनाव के कारण दाबान्तर

$$\Rightarrow \quad hdg = \frac{2T}{R}$$

$$\therefore \; h = \frac{2T}{Rdg} = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \qquad \left[\text{चूँकि } R = \frac{r}{\cos\theta}\right]$$

केशकीय उन्नयन, द्रव व ठोस की प्रकृति पर निर्भर करता है अर्थात् T, d, θ तथा R पर।

Table 10.5 : विभिन्न द्रव-ठोस युग्मों के लिए केशकीय उन्नयन

	चन्द्र तल	स्पर्श कोण	स्तर
	अवतल	$\theta < 90°$	उठता है।
	समतल	$\theta = 90°$	न उठता है न गिरता है।
	उत्तल	$\theta > 90°$	गिरता है।

(2) दिये गये द्रव व ठोस के लिए किसी विशेष स्थान पर

$$h \propto \frac{1}{r} \qquad [\because \; T, \theta, d \text{ व } g \text{ नियत हैं}]$$

अर्थात् त्रिज्या कम होने पर द्रव, केशनली में अधिक ऊपर जाएगा व त्रिज्या अधिक होने पर द्रव, केशनली में कम ऊँचाई तक जाएगा। इसे जूरिन का नियम (Jurin's Law) कहते हैं।

(3) यदि चन्द्रतल में निहित जल का भार भी गणना में लिया जाए तो अधिक उपयुक्त सूत्र

$$h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} - \frac{r}{3}$$

(4) अपर्याप्त लम्बाई की केशनली अर्थात् $L < h$, लेने पर द्रव केशनली के बाहर नहीं फैलेगा बल्कि नली के उच्च बिन्दु पर पहुँचने पर द्रव के चन्द्रतल की त्रिज्या बढ़ जाएगी जबकि प्रकृति समान रहेगी अर्थात्

$$hr = Lr' \quad \because \; L < h \; \therefore \; r' > r$$

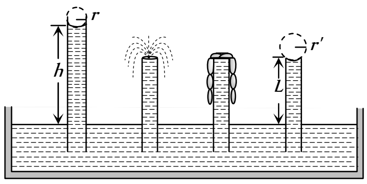


Fig. 10.14

(5) यदि एक केशनली द्रव में डुबो कर कुछ तिरछी (α कोण पर) की जाए तो केशनली में द्रव स्तम्भ की लम्बाई (l) तो बढ़ जाएगी परन्तु द्रव स्तम्भ की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई h अपरिवर्तित रहेगी।

$$h = l\cos\alpha \quad \text{अथवा} \quad l = \frac{h}{\cos\alpha}$$

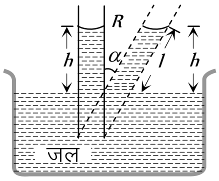


Fig. 10.15

(6) साम्यावस्था में, द्रव स्तम्भ की ऊँचाई h केशनली की आकृति पर निर्भर नहीं करती, यदि चन्द्रतल की त्रिज्या समान रहे। यही कारण है कि विभिन्न आकार व आकृतियों की केशनलियों में चन्द्रतल की त्रिज्या समान होने पर द्रव स्तम्भ की ऊँचाई भी समान होगी।

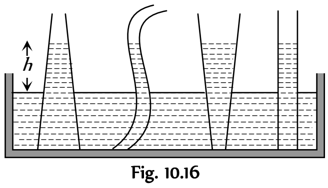


Fig. 10.16

बूँद का आकार (Shape of Drops)

द्रव बूँद के रूप में साम्यावस्था में रहेगा अथवा फैल जाएगा यह पृष्ठ तनाव के कारण तीन अंतः सतहों पर लगने वाले बलों की तुलनात्मक शक्ति पर निर्भर करेगा।

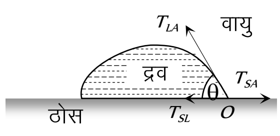


Fig. 10.17

T_{LA} = द्रव-वायु अंतः सतह पर पृष्ठ तनाव, T_{SA} = ठोस-वायु अंतः सतह पर पृष्ठ तनाव

T_{SL} = ठोस-द्रव अतःसतह पर पृष्ठ तनाव, θ = द्रव व ठोस के मध्य स्पर्श कोण

अणु की साम्यावस्था के लिए

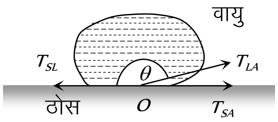


Fig. 10.18

$T_{SL} + T_{LA}\cos\theta = T_{SA}$ अथवा $\cos\theta = \dfrac{T_{SA} - T_{SL}}{T_{LA}}$

विशिष्ट स्थितियाँ

$T_{SA} > T_{SL}$: तब $\cos\theta$ धनात्मक होगा अर्थात् $0^o < \theta < 90^o$

यह स्थिति तब लागू होगी जब द्रव के अणु दृढ़तापूर्वक ठोस के अणुओं से आकर्षित हो।

उदाहरण : (i) काँच पर जल।

(ii) किसी सतह पर केरोसीन तेल।

$T_{SA} < T_{SL}$: तब $\cos\theta$ ऋणात्मक होगा अर्थात् $90^o < \theta < 180^o$

यह स्थिति तब लागू होगी जब द्रव के अणु आपस में दृढ़तापूर्वक आकर्षित हों, जबकि ठोस से कम दृढ़ता से संलग्न हों।

उदाहरण : (i) काँच की सतह पर पारा।

(ii) तैलीय सतह अथवा कमल के फूल की पंखुड़ियों पर जल।

$(T_{SL} + T_{LA}\cos\theta) > T_{SA}$:

इस स्थिति में, द्रव के अणु साम्यावस्था में नहीं होंगे तथा अंतः सतह पर परिणामी बल का अनुभव करेंगे परिणामस्वरूप द्रव फैल जाएगा।

उदाहरण : (i) स्वच्छ काँच की सतह पर जल।

कुछ महत्वपूर्ण तथ्य व सूत्र (Useful Facts and Formulae)

(1) **भिन्न-भिन्न त्रिज्या के बुलबुलों का सम्पर्क में आना** : यदि छोटे व बड़े बुलबुलों की त्रिज्याएें क्रमशः r_1 व r_2 हों तथा वायुमण्डलीय दाब P_0 हो तो बुलबुलों के आंतरिक दाब $P_1 = P_0 + \dfrac{4T}{r_1}$ व $P_2 = P_0 + \dfrac{4T}{r_2}$ होंगे।

चूँकि $r_1 < r_2 \;\therefore\; P_1 > P_2$

अंतः सतह पर

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 4T\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right] \quad ...(i)$$

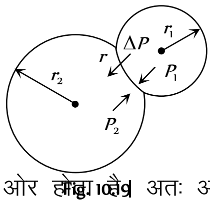


Fig. 10.19

दाब आधिक्य अवतल से उत्तल सतह की ओर होता है। अतः अंतः सतह अथवा सम्पर्क सतह छोटे बुलबुले की ओर अवतल होगी तथा बड़े बुलबुले की ओर उत्तल होगी। यदि अंतःसतह की त्रिज्या r हो तो

$$\Delta P = \frac{4T}{r} \quad ...(ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से $\dfrac{1}{r} = \dfrac{1}{r_1} - \dfrac{1}{r_2}$

$\therefore$ अंतः सतह की त्रिज्या $r = \dfrac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$

(2) **दो बुलबुलों का संयुक्त होकर एक बुलबुला बनना**

(i) माना समतापीय अवस्था में 'a' व 'b' त्रिज्या के साबुन के दो बुलबुलों के संयोजन से 'c' त्रिज्या का एक बड़ा बुलबुला बनता है।

यदि बाह्य दाब P_0 हो तो बुलबुलों के अंदर दाब

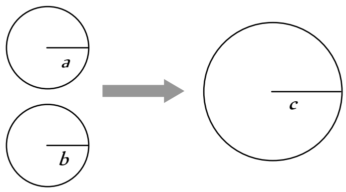


Fig. 10.20

$P_a = \left(P_0 + \dfrac{4T}{a}\right)$, $P_b = \left(P_0 + \dfrac{4T}{b}\right)$ तथा $P_c = \left(P_0 + \dfrac{4T}{c}\right)$

तथा बुलबुलों के आयतन

$V_a = \dfrac{4}{3}\pi a^3$, $V_b = \dfrac{4}{3}\pi b^3$, $V_c = \dfrac{4}{3}\pi c^3$

अब चूँकि द्रव्यमान संरक्षित रहता है $\mu_a + \mu_b = \mu_c$

$\Rightarrow \dfrac{P_a V_a}{RT_a} + \dfrac{P_b V_b}{RT_b} = \dfrac{P_c V_c}{RT_c}$ $\left[\text{चूँकि } PV = \mu RT, \text{ अर्थात् } \mu = \dfrac{PV}{RT}\right]$

$\Rightarrow \quad P_a V_a + P_b V_b = P_c V_c \quad ...(i)$

[चूँकि ताप नियत है अतः, $T_a = T_b = T_c$]

दाब व आयतन का मान रखने पर,

$$\Rightarrow \left[P_0 + \frac{4T}{a}\right]\left[\frac{4}{3}\pi a^3\right] + \left[P_0 + \frac{4T}{b}\right]\left[\frac{4}{3}\pi b^3\right]$$

$$= \left[P_0 + \frac{4T}{c}\right]\left[\frac{4}{3}\pi c^3\right]$$

$$\Rightarrow 4T(a^2 + b^2 - c^2) = P_0(c^3 - a^3 - b^3)$$

$\therefore$ द्रव का पृष्ठ तनाव $T = \dfrac{P_0(c^3 - a^3 - b^3)}{4(a^2 + b^2 - c^2)}$

(ii) यदि बुलबुले निर्वात में संयुक्त हों, तब उपरोक्त व्यंजक में $P_0 = 0$ रखने पर,

$a^2 + b^2 - c^2 = 0 \quad \therefore \; c^2 = a^2 + b^2$

नये बुलबुले की त्रिज्या $= c = \sqrt{a^2 + b^2}$ अथवा $r = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$

(3) असमान त्रिज्याओं (r_1 व r_2) की नलियों वाली U-नली में द्रव स्तम्भों की ऊँचाईयों में अंतर

$$h = h_1 - h_2 = \frac{2T\cos\theta}{dg}\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right]$$

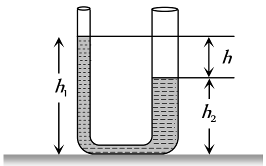


Fig. 10.21

(4) काँच की दो प्लेटों के मध्य पानी की पतली पर्त आ जाने पर उन्हें पृथक करने के लिए अधिक परिमाण का बल (F) लगाना पड़ता है, क्योंकि प्लेटों के मध्य पानी की पतली पर्त चारों ओर अवतल हो जाती है और अवतल पृष्ठ की ओर दाब अधिक होता है। अतः प्लेटों को पृथक करने के लिए अधिक बल लगाना पड़ता है।

$F=\frac{2AT}{t}$ जहाँ T = जल का पृष्ठ तनाव, t = पर्त की मोटाई, A = पर्त का क्षेत्रफल।

(5) जब साबुन के बुलबुले को आवेशित किया जाता है तो उस पर बाहर की ओर बल लगता है, जिससे उसका आकार बढ़ जाता है।

(6) वह पदार्थ जिनका किसी सतह पर लेप करने से जल उस सतह को नहीं भिंगोता, जलरोधी (Water proof) पदार्थ कहलाते हैं।

उदाहरण: मोम आदि। जलरोधी पदार्थ स्पर्श कोण का मान बढ़ा देते हैं।

Table 10.6 : कुछ द्रवों के पृष्ठ तनावों के मान

द्रव	पृष्ठ तनाव (N/m में)
पारा	0.465
जल	0.075
साबुन का घोल	0.030
ग्लिसरीन	0.063
कार्बन टेट्राक्लोराइड	0.027
एथिल अल्कोहल	0.022

Tips & Tricks

- पृष्ठ तनाव, पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है।
- जब कोई बाह्य बल नहीं होता है तो द्रव की बूँद की आकृति पृष्ठ तनाव द्वारा निर्धारित की जाती है।
- साबुन कपड़ों को अच्छी तरह साफ करने में सहायक होता है क्योंकि यह द्रव का पृष्ठ तनाव कम कर देता है।
- यदि किसी बीकर में ρ घनत्व का द्रव h ऊँचाई तक भरा है, तो बीकर की दीवारों पर माध्य दाब $h\rho g/2$ होगा।
- किसी वक्र पृष्ठ के अवतल पृष्ठ की तरफ दाब उत्तल पृष्ठ की अपेक्षा हमेशा अधिक होता है।
- आण्विक बल व्युत्क्रम वर्ग नियम का पालन नहीं करते हैं।
- आण्विक बल वैद्युत प्रकृति के होते हैं।
- R त्रिज्या का बुलबुला बनाने में किया गया कार्य $8\pi R^2T$ होता है, जहाँ T = पृष्ठ तनाव
- किसी द्रव की एक बूँद को n छोटी बूँदों में विभक्त करने के लिये ऊर्जा की आवश्यकता होती है क्योंकि छोटी बूँदों का कुल पृष्ठ क्षेत्रफल एक वास्तविक बड़ी बूँद के क्षेत्रफल से अधिक होता है।
- R त्रिज्या की बूँद को समान आकार की n छोटी बूँदों में विभक्त करने के लिये किया गया कार्य $=4\pi R^2T(n^{1/3}-1)$

n बूँदों से मिलकर एक बूँदे बनते समय समान ऊर्जा की मात्रा उत्सर्जित होती है।

- जब द्रव की बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद का निर्माण करती है तो ऊर्जा उत्सर्जित होती है।
- पिघले हुये कैडमियम (Cadmium) का पृष्ठ तनाव तापमान बढ़ाने पर घटता है।
- परिमार्जक (Detergents) पृष्ठ तनाव तथा स्पर्श कोण दोनों को कम करते हैं।
- स्पर्श कोण दीवार के झुकाव पर निर्भर नहीं करता है।
- जल रोधी (Water proofing) पदार्थ स्पर्श कोण तथा पृष्ठ तनाव दोनों को बढ़ाते हैं।
- यदि स्पर्श कोण, अधिक कोण (Obtuse) है, तो द्रव भरे हुये पात्र को गीला नहीं करता है।
- जो द्रव बर्तन की सतह (जिसमें वह भरा है) को गीला नहीं करता है, उनमें आसंजक बल, ससंजक बल से $1/\sqrt{2}$ गुना कम होता है।
- जब स्पर्श कोण न्यून कोण (Acute) होता है, तो केशनली में द्रव ऊपर चढ़ता है।
- चन्द्रमा पर केश नली में द्रव की ऊंचाई पृथ्वी की तुलना में 6 गुना अधिक होगी।
- किसी द्रव का ठोस पृष्ठ के साथ स्पर्श कोण, द्रव के ताप में वृद्धि के साथ बढ़ता है तथा द्रव में अशुद्धि मिलाने पर घटता है।
- किसी द्रव - ठोस अंतर्पृष्ठ के लिये, यदि स्पर्श कोण न्यून है, तो
  - (i) द्रव ठोस को गीला करेगा।
  - (ii) द्रव ऐसे ठोस की बनी केशनली में ऊपर उठेगा।
  - (iii) द्रव का पृष्ठ अवतल होगा।
- स्पर्श कोण, अधिक कोण की स्थिति में
  - (i) द्रव ठोस को गीला नहीं करेगा।
  - (ii) द्रव केशनली में झुक जायेगा।
  - (iii) द्रव का पृष्ठ उत्तल होगा।
- अपर्याप्त लंबाई की केशनली में द्रव नली से बाहर नहीं फैलता है। यह नली के ऊपरी सिरे तक उठेगा तथा अपने द्रव पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या को परिवर्तित कर लेता है।

Ordinary Thinking

Objective Questions

पृष्ठ तनाव

1. क्रांतिक ताप पर द्रव का पृष्ठ तनाव होगा [AIIMS 1980]
   (a) शून्य
   (b) अनन्त
   (c) शून्य और अनन्त के मध्य
   (d) ज्ञात नहीं किया जा सकता है

2. वर्षा की बूँदें गोलाकार होती हैं इसका कारण है
   [CPMT 1976, 90; NCERT 1982; AIIMS 1998; MH CET 2000; DCE 1999; AFMC 1999; CPMT 2001; AFMC 2001]
   (a) जल का घनत्व (b) पृष्ठ तनाव
   (c) वायुमण्डलीय दाब (d) गुरुत्वाकर्षण

3. पृष्ठ तनाव का कारण है
   (a) अणुओं के बीच घर्षण बल
   (b) अणुओं के बीच ससंजक बल
   (c) अणुओं के बीच आसंजक बल
   (d) अणुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल

4. जब किसी द्रव की बूँद पर कोई बाह्य बल न लग रहा हो तो उसका आकार निर्धारित किया जाता है
   [CPMT 1988, 86; DPMT 1982]
   (a) द्रव के पृष्ठ तनाव द्वारा (b) द्रव के घनत्व द्वारा
   (c) द्रव की श्यानता द्वारा (d) केवल वायु के ताप द्वारा

5. कपड़ों को साफ करने में साबुन सहायक होता हैं, क्योंकि
   [DPMT 1983, 2001]
   (a) साबुन के रसायनों में परिवर्तन हो जाता है
   (b) यह विलयन का पृष्ठ तनाव बढ़ा देता है
   (c) वह धूल अवशोषित कर लेता है
   (d) यह विलयन का पृष्ठ तनाव कम कर देता है

6. जल की सतह पर एक सुई या पिन तैरती है, इसका कारण है
   [MP PET/PMT 1988; CPMT 1975]
   (a) पृष्ठ तनाव (b) कम भार
   (c) द्रव का उछाल (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

7. बरसाती पर मोम की पर्त चढ़ाने से वह वाटर-प्रूफ बन जाती है, इसका कारण है
   (a) पर्त द्वारा पानी अवशोषित हो जाता है
   (b) ससंजक बल का मान अधिक हो जाता है
   (c) पर्त द्वारा पानी का प्रकीर्णन नहीं किया जाता
   (d) स्पर्श कोण घट जाता है

8. ताप के बढ़ने पर द्रव का पृष्ठ तनाव
   [MP PMT 1994; EAMCET (Engg.) 1995; RPET 2003]
   (a) बढ़ता है
   (b) कम होता है
   (c) अपरिवर्तित रहता है
   (d) पहले बढ़ता है, फिर घटता है

9. पानी की सतह पर तेल की एक बूँद डाली जाती है, इस संदर्भ में निम्नलिखित में से कौनसा कथन सत्य है
   [NCERT 1976; DPMT 1982]
   (a) यह बूँद पानी की सतह पर गोलाकार रहेगी
   (b) यह बूँद पानी की सतह पर पतली पर्त के रुप में फैल जायेगी
   (c) इस बूँद का कुछ भाग गोलाकार तथा कुछ भाग पर्त के रुप में हो जायेगा
   (d) पानी की बूँद, पानी की सतह पर टेढ़े-मेढ़े आकार में तैरती रहेगी

10. पानी का पृष्ठ तनाव किस ताप पर शून्य होगा
    (a) $0°C$
    (b) $277\ K$
    (c) $370°C$
    (d) $647\ K$ से कुछ कम ताप पर

11. एक ठण्डे पानी से भरे बीकर की तली में वायु का एक बुलबुला है। बीकर के पानी को गर्म किया जाता है तो बुलबुले की माप बढ़ जाती है, इसका कारण हो सकता है
    (a) पानी के संतृप्त वाष्पदाब मे वृद्धि
    (b) बुलबुले के अन्दर वायु के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग बढ़ जाता है
    (c) पानी का पृष्ठ तनाव कम हो जाता है
    (d) उपरोक्त सभी

12. कीडे-मकोड़े जल की सतह पर बिना डूबे हुए चल तथा दौड़ सकते हैं, क्योंकि
    (a) पृष्ठ तनाव के गुण के कारण जल की सतह पर प्रत्यास्थ झिल्ली बन जाती है
    (b) कीड़े-मकोड़े हल्के होते हैं
    (c) कीड़े-मकोड़े पानी पर तैरते हैं
    (d) कीड़े-मकोड़े उछाल बल का अनुभव करते हैं

13. किसी एक ही द्रव की छोटी बूँदों का आकार बड़ी बूँद की तुलना में अधिक गोलीय होता है क्योंकि [EAMCET 1988]
    (a) पृष्ठ तनाव बल एवं गुरुत्वीय बल बराबर तथा विपरीत दिशा में होते हैं
    (b) पृष्ठ तनाव बल गुरुत्वीय बल से बड़ा होता है
    (c) गुरुत्वीय बल पृष्ठ तनाव बल से बड़ा होता है
    (d) पृष्ठ तनाव बल एवं गुरुत्वीय बल बराबर तथा एक ही दिशा में कार्य करते हैं

14. दाढ़ी बनाने के ब्रुश के बाल, पानी में से बाहर लाने पर आपस में चिपक जाते हैं, इसका कारण है
    (a) बालों के बीच आकर्षण बल (b) पृष्ठ तनाव
    (c) पानी की श्यानता (d) बालों के गुणधर्म

15. भुजा L के एक वर्गाकार फ्रेम को एक द्रव में डुबाया जाता है, बाहर निकालने पर एक फिल्म बन जाती है, फ्रेम पर लगने वाला बल होगा [MP PMT 1990; DPMT 2004]

(a) $2\ TL$ (b) $4\ TL$

(c) $8\ TL$ (d) $10\ TL$

16. तेल लगे काँच को पानी गीला नहीं करता है, क्योंकि

(a) तेल का ससंजक बल > तेल और काँच के मध्य ससंजक बल

(b) तेल का ससंजक बल > पानी का ससंजक बल

(c) तेल, पानी को प्रतिकर्षित करता है

(d) पानी का ससंजक बल > पानी और तेल के अणुओं के मध्य आसंजक बल

17. पानी की बूँद तेल में लगभग गोले की आकृति ले लेती है क्योंकि

(a) पानी का ससंजक बल > पानी तथा तेल का आसंजक बल

(b) तेल का ससंजक बल > पानी तथा तेल का आसंजक बल

(c) तेल का ससंजक बल < पानी तथा तेल का आसंजक बल

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

18. निम्नलिखित में से कौनसी घटना पृष्ठ तनाव से सम्बन्धित नहीं है

(a) कपूर के एक टुकड़े का पानी के ऊपर नाचना

(b) छोटी पारे की बूँद का स्वंय गोलाकार होना

(c) किसी चम्मच से घुमाने पर द्रव में उत्पन्न भँवररुपी गति का कुछ समय पश्चात् स्थिर हो जाना

(d) पारा, काँच के पात्र को गीला नहीं करता है

19. काँच की केशनली में द्रव के पृष्ठ की आकृति निर्भर करती है [MP PMT 1989]

(a) सिर्फ द्रव के अणुओं के बीच लगने वाले ससंजक बल पर

(b) सिर्फ द्रव व काँच के अणुओं के मध्य लगने वाले आसंजक बल पर

(c) केवल ससंजक तथा आसंजक बलों के आपेक्षिक परिमाण पर

(d) न तो ससंजक और न ही आसंजक बल पर

20. पानी की सतह पर से एक 5 सेमी अर्धव्यास की चपटी गोल प्लेट खींचने के लिये आवश्यक बल है [MP PMT 1991]

(a) 30 डाइन (b) 60 डाइन

(c) 750 डाइन (d) 750π डाइन

21. पृष्ठीय तनाव का गुण पाया जाता है

(a) ठोस, द्रव एवं गैस में (b) द्रव में

(c) गैस में (d) ठोस में

22. द्रव का पृष्ठ तनाव [MNR 1990]

(a) क्षेत्रफल के साथ बढ़ता है (b) क्षेत्रफल के साथ घटता है

(c) ताप के साथ बढ़ता है (d) ताप के साथ घटता है

23. यदि काँच की दो प्लेटों को एक-दूसरे के निकट जल में अशंतः डुबाया जाता है, तो वे एक-दूसरे को करेंगी

(a) आकर्षित (b) प्रतिकर्षित

(c) इन दोनों में से कुछ भी (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

24. जल में नमक घोलने पर जल का पृष्ठ तनाव

(a) बढ़ जायेगा (b) कम हो जायेगा

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

25. 5 सेमी लम्बी एक फ्रेम को $20°C$ के पानी की सतह पर से खींचने के लिये उसके भार के अलावा 728 डाइन का अधिकतम बल लगाना पड़ता है। पानी का पृष्ठ तनाव होगा

(a) 7.28 न्यूटन / सेमी (b) 7.28 डाइन / सेमी

(c) 72.8 डाइन / सेमी (d) 7.28×10^{2} डाइन / सेमी

26. एक बर्तन में कोई द्रव भरा है। द्रव-ठोस आसंजक बल, द्रव के ससंजक बल की तुलना में बहुत कम है। ठोस के समीप में द्रव सतह का आकार होगा [MNR 1994]

(a) क्षैतिज (b) लगभग ऊर्ध्वाधर

(c) अवतल (d) उत्तल

27. निम्न में से किस ताप पर जल के पृष्ठ तनाव का मान न्यूनतम होगा [MP PMT/PET 1998]

(a) $4°C$ (b) $25°C$

(c) $50°C$ (d) $75°C$

28. यदि काँच की छड़ को पारे में डुबोकर बाहर निकालें तो पारा छड़ से नहीं चिपकता है क्योंकि [MP PET 1995]

(a) स्पर्श कोण न्यून होता है (b) ससंजक बल अधिक है

(c) आसंजक बल अधिक है (d) पारे का घनत्व अधिक है

29. पारा काँच, लकड़ी अथवा लोहे पर नहीं चिपकता है क्योंकि [MP PET 1997]

(a) ससंजक बल आसंजक बल से कम है

(b) ससंजक बल आसंजक बल से अधिक है

(c) स्पर्श कोण $90°$ से कम है

(d) ससंजक बल आसंजक बल के बराबर है

30. द्रव का पृष्ठ तनाव निम्न प्रकार प्रभावित होता है [ISM Dhanbad 1994]

(a) यह ताप बढ़ाने पर बढ़ता है

(b) सम्पर्क में आने वाले द्रव पर निर्भर करता है

(c) साबुन की उपस्थिति से बढ़ता है

(d) द्रव की सान्द्रता बदलने से बदलता है

31. यदि पानी की बूँद को तेल की सतह पर छोड़ दिया जाये तो [RPMT 1997]

(a) यह तेल के साथ मिल जायेगी

(b) यह फिल्म के रुप में फैल जायेगी

(c) यह विकृत हो जायेगी

(d) यह गोलाकार बनी रहेगी

32. दो काँच की प्लेटें जो एक दूसरे के ऊपर इस प्रकार रखी हैं कि इनके मध्य थोड़ा सा पानी है। इन्हें आसानी से अलग नहीं किया जा सकता। इसका कारण है [JIPMER 1997]

(a) जडत्व (b) दाब

(c) पृष्ठ तनाव (d) श्यानता

33. द्रव की छोटी बूँद गोलाकार होती है क्योंकि [JIPMER 1997]

(a) छोटी बूँद पर वायुमण्डलीय दाब के कारण बल लगता है

(b) छोटी बूँद का आयतन न्यूनतम होता है

(c) बूँद पर गुरुत्वाकर्षण बल कार्य करता है

(d) द्रवों की प्रकृति पृष्ठ तनाव के कारण न्यूनतम पृष्ठीय क्षेत्रफल प्राप्त करने की होती है

34. r त्रिज्या की एक पतली धात्विक चकती पानी की सतह पर तैरती है एवं यह पानी की सतह को परिधि के अनुदिश ऊर्ध्वाधर कोर से θ कोण पर दबाती है। यदि चकती द्वारा हटाये गये पानी का भार W एवं पृष्ठ तनाव T हो तो चकती का भार होगा [AMU (Med.) 1999]

(a) $2\pi rT + W$ (b) $2\pi rT\cos\theta - W$

(c) $2\pi r T\cos\theta + W$ (d) $W - 2\pi rT\cos\theta$

35. एक 10 cm लम्बे तार को जल की सतह पर क्षैतिजतः रखा जाता है एवं इसे सन्तुलन में रखने के लिए धीरे से 2×10^{-2} N के बल से ऊपर की ओर खींचा जाता है। पानी का पृष्ठ तनाव (Nm^{-1} में) होगा

(a) 0.1 (b) 0.2

(c) 0.001 (d) 0.002

36. गर्म पानी से कपड़े धोना आसान है, क्योंकि इसका [RPMT 2000]

(a) पृष्ठ तनाव अधिक है

(b) पृष्ठ तनाव कम है

(c) साबुन की खपत कम होती है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

37. जल के किस गुण के कारण कपूर के छोट-छोटे टुकड़े जल की सतह पर नाचते हैं [RPMT 1999]

(a) श्यानता (b) पृष्ठ तनाव

(c) भार (d) उत्प्लावन बल

38. काँच की दो प्लेटों के बीच जल की 0.05 mm मोटी एक फिल्म है। प्लेटों का क्षेत्रफल $10^{-2}\,m^2$ है। प्लेटों को अलग-अलग करने के लिए आवश्यक बल है (जल का पृष्ठ तनाव $= 70\times10^{-3}\ N/m$) [KCET 2000; Pb. PET 2001: RPET 2002]

(a) 28 N (b) 14 N

(c) 50 N (d) 38 N

39. पानी की सतह पर तेल की परत तैरती है, जबकि तेल की सतह पर पानी की परत नहीं तैरती है, इसका कारण है [MH CET 2001]

(a) पानी का पृष्ठ-तनाव बहुत अधिक है

(b) पानी का पृष्ठ-तनाव बहुत कम है

(c) तेल की श्यानता अधिक है

(d) पानी की श्यानता अधिक है

40. ससंजक बल निम्न में से किनके बीच कार्य करता है [MH CET 2001]

(a) चुम्बकीय-पदार्थों के बीच

(b) विभिन्न पदार्थों के अणुओं के बीच

(c) एक ही पदार्थ के अणुओं के बीच

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

41. सीसे के छर्रे बनाने में किस गुण का उपयोग किया जाता है [AIIMS 2002]

(a) द्रवीय सीसे के विशिष्ट भार का

(b) द्रवीय सीसे के विशिष्ट गुरुत्व का

(c) द्रवीय सीसे की संपीड्यता का

(d) द्रवीय सीसे के पृष्ठ-तनाव का

42. पृष्ठ-तनाव की विमा है [MH CET 2002]

(a) $[MLT^{-1}]$ (b) $[ML^2T^{-2}]$

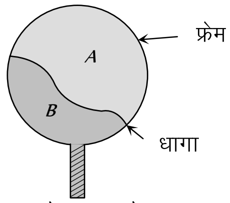
(c) $[ML^0T^{-2}]$ (d) $[ML^{-1}T^{-2}]$

43. 2 m लम्बी एक लकड़ी की छड़ी पानी की सतह पर तैर रही है। पानी का पृष्ठ तनाव 0.07 N/m है। छड़ी के एक ओर साबुन का घोल डाल देने पर पृष्ठ तनाव घटकर 0.06 N/m रह जाता है। छड़ पर परिणामी बल होगा [Pb. PMT 2002]

(a) 0.07 N (b) 0.06 N

(c) 0.01 N (d) 0.02 N

44. एक धागे को तार के एक फ्रेम पर चित्रानुसार थोड़ा ढीला बाँधा जाता है, तथा फ्रेम को किसी साबुन के विलयन में डुबोकर बाहर निकाला जाता है। फ्रेम की सतह साबुन की फिल्म से पूर्णतः ढँक जाती है। जब भाग A में पिन की सहायता से छेद करते हैं, तब धागा [AMU (Med.) 1999] [KCET 2004]



(a) A की ओर अवतल हो जाता है

(b) A की ओर उत्तल हो जाता है

(c) पूर्व स्थिति में ही रहता है

(d) (a) अथवा (b), जो कि B के सापेक्ष A के आकार पर निर्भर करता है

45. 2 सेमी त्रिज्या की एक चपटी वृत्ताकार प्लेट को जल की सतह से दूर ले जाने के लिए आवश्यक बल क्या होगा, जबकि जल का पृष्ठ तनाव 70 डाइन/सेमी है [Pb. PET 2001]

(a) 280π डाइन (b) 250π डाइन

(c) 140π डाइन (d) 210π डाइन

46. पृष्ठ तनाव को निम्न प्रकार परिभाषित किया जा सकता है [CPMT 1990]

(a) पृष्ठ तनाव, समतापीय अवस्था में द्रव के पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि करने में प्रति इकाई क्षेत्रफल पर किया गया कार्य है

(b) पृष्ठ तनाव, रुद्धोष्म अवस्था में पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि करने मे प्रति एकांक क्षेत्रफल पर किया गया कार्य है

(c) पृष्ठ तनाव, दोनों अवस्थाओं में पृष्ठीय क्षेत्रफल बढ़ाने में प्रति एकांक क्षेत्रफल पर किया गया कार्य है

(d) पृष्ठ तनाव, प्रति इकाई आयतन स्वतन्त्र पृष्ठीय ऊर्जा है

पृष्ठ ऊर्जा

1. R त्रिज्या की बूँद को r त्रिज्या की n बूँदों में तोड़ने के लिये आवश्यक ऊर्जा होगी [CPMT 1982, 97]

(a) $4\pi T(nr^2 - R^2)$ (b) $\frac{4}{3}\pi(r^3n - R^2)$

(c) $4\pi T(R^2 - nr^2)$ (d) $4\pi T(nr^2 + R^2)$

2. किसी द्रव की सतह के अणु की स्थितिज ऊर्जा उसी द्रव के अंदर स्थित अणु की स्थितिज ऊर्जा के सापेक्ष [MP PMT 1993]

(a) शून्य (b) कम है

(c) बराबर है (d) ज्यादा है

3. दो छोटी-छोटी बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँदें बनाती हैं, इस प्रक्रिया में [CBSE PMT 1993; RPMT 1997, 2000; CPMT 2001; BHU 2001; AFMC 2002]

(a) ऊर्जा मुक्त होती है

(b) ऊर्जा अवशोषित होती है

(c) ऊर्जा न तो मुक्त होती है और न ही अवशोषित

(d) कुछ द्रव्यमान ऊर्जा में परिवर्तित होता है

4. $2.8\,mm$ व्यास की एक बूँद 125 समान त्रिज्या की बूँदों में विभक्त हो जाती है। ऊर्जा में परिवर्तन होगा (द्रव का पृष्ठ तनाव 75 डाइन/सेमी है) [CPMT 1989]

(a) शून्य (b) 19 अर्ग

(c) 46 अर्ग (d) 74 अर्ग

5. साबुन के बुलबुले (त्रिज्या $= r$) को फूँक मारकर इतना बढ़ा बनाया गया है कि इसकी त्रिज्या दोगुना हो जावे, यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T हो, तो इस कार्य में आवश्यक ऊर्जा होगी [CPMT 1991; Pb. PMT 2000; RPET 2001]

(a) $4\pi r^2T$ (b) $2\pi r^2T$

(c) $12\pi r^2T$ (d) $24\pi r^2T$

6. 1 मिमी त्रिज्या की पानी की बूँद को दस लाख छोटी बूँदों में विभाजित करने में किया गया कार्य होगा $(T = 72\times10^{-3}\,J/m^2)$ [MP PET/PMT 1988; CPMT 1989; RPET 2001]

(a) $9.58\times10^{-5}\,J$ (b) $8.95\times10^{-5}\,J$

(c) $5.89\times10^{-5}\,J$ (d) $5.98\times10^{-6}\,J$

7. R त्रिज्या की एक गोलीय बूँद 8 समान बूँदों में विभक्त हो जाती है। यदि पृष्ठ तनाव T हो तो इस प्रक्रिया में किया गया कार्य होगा [CPMT 1990]

(a) $2\pi R^2T$ (b) $3\pi R^2T$

(c) $4\pi R^2T$ (d) $2\pi RT^2$

8. एक साबुन के बुलबुले को फुलाकर उसका व्यास d से D तक बढ़ाने में किया गया कार्य होता है ($T =$ घोल का पृष्ठ तनाव है) [MP PMT 1996]

(a) $4\pi(D^2 - d^2)T$ (b) $8\pi(D^2 - d^2)T$

(c) $\pi(D^2 - d^2)T$ (d) $2\pi(D^2 - d^2)T$

9. यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T है, तो एक बुलबुले का व्यास D से $2D$ तक प्रसार करने में किया गया कार्य है [MP PMT 1990]

(a) $2\pi D^2T$ (b) $4\pi D^2T$

(c) $6\pi D^2T$ (d) $8\pi D^2T$

10. साबुन के बुलबुले को जिसकी त्रिज्या $1/\sqrt{\pi}$ सेमी है, फुलाकर $2/\sqrt{\pi}$ सेमी त्रिज्या का किया गया है। यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव 30 डाइन/सेमी हो, तो किया गया कार्य होगा [MP PMT 1986]

(a) 180 अर्ग (b) 360 अर्ग

(c) 720 अर्ग (d) 960 अर्ग

11. 5 न्यूटन/मी पृष्ठ तनाव वाले द्रव की फिल्म एक रिंग पर बनाई गई है, जिसका क्षेत्रफल 0.02 मी^{2} है उसकी पृष्ठ ऊर्जा होगी [CPMT 1977; MP PET 1989; BCECE 2005]

(a) $5\times10^2\,J$ (b) $2.5\times10^{-2}\,J$

(c) $2\times10^{-1}\,J$ (d) $5\times10^{-1}\,J$

12. यदि किसी साबुन के घोल से R त्रिज्या का बुलबुला बनाने में W कार्य करना पड़ता है, तो उसी घोल से $2R$ त्रिज्या का बुलबुला बनाने में किये गये कार्य का मान होगा [MP PET 1990]

(a) $W/2$ (b) $2W$

(c) $4W$ (d) $2\frac{1}{3}W$

13. एक सेमी अर्द्धव्यास की तेल की एक गोलाकार बूँद को 1000 छोटी समान अर्द्धव्यास की गोलाकार बूँदों में तोड़ा जाता है। तेल का पृष्ठ तनाव 50 डाइन/सेमी हो तो किया गया कार्य होगा [MP PET 1990]

(a) 18π अर्ग (b) 180π अर्ग

(c) 1800π अर्ग (d) 18000π अर्ग

14. r त्रिज्या के साबुन के बुलबुले को बनाने में किये गये कार्य का मान है (विलयन का पृष्ठ तनाव $= T$) [DPMT 1999; MP PMT 2003]

(a) $8\pi r^2T$ (b) $2\pi r^2T$

(c) $4\pi r^2T$ (d) $\frac{4}{3}\pi r^2T$

15. यदि दो सर्वसमान पारे की बूँदें मिलकर एक बूँद का निर्माण करतीं है, तो इसका ताप [RPET 2000]

(a) घटता है (b) बढ़ता है

(c) अपरिवर्तित रहता है (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

16. यदि किसी द्रव का पृष्ठ तनाव T हो, तो द्रव की सतह को A से बढ़ाने पर उसकी पृष्ठ ऊर्जा में वृद्धि होगी [MP PET 1991; RPMT 2002]

(a) AT^{-1} (b) AT

(c) A^2T (d) A^2T^2

17. साबुन के एक घोल का पृष्ठ तनाव 2×10^{-2} न्यूटन/मी है। एक सेमी अर्द्धव्यास के एक बुलबुले को बनाने के लिये किया गया कार्य है [MP PMT 1989]

(a) $4\pi \times 10^{-6} J$ (b) $8\pi \times 10^{-6} J$

(c) $12\pi \times 10^{-6} J$ (d) $16\pi \times 10^{-6} J$

18. 1 सेमी त्रिज्या की पारे की एक बूँद को समान आकार की दस लाख छोटी बूँदों मे विभाजित किया गया है। व्यय ऊर्जा होगी (पारे का पृष्ठ तनाव 35×10^{-3} न्यूटन/सेमी है) [Roorkee 1984]

(a) $4.4 \times 10^{-3} J$ (b) $2.2 \times 10^{-4} J$

(c) $8.8 \times 10^{-4} J$ (d) $10^4 J$

19. द्रव के क्वथनांक पर उसका पृष्ठ तनाव [MP PMT 1980]

(a) शून्य हो जाता है

(b) अनन्त हो जाता है

(c) कमरे के ताप पर पृष्ठ तनाव के मान के समान हो जाता है

(d) कमरे के ताप पर पृष्ठ तनाव के मान का आधा हो जाता है

20. साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव 1.9×10^{-2} न्यूटन/मीटर है। 2.0 सेमी व्यास के बुलबुले को बनाने मे किया गया कार्य होगा [MP PMT 1991]

(a) $7.6 \times 10^{-6}\pi$ जूल (b) $15.2 \times 10^{-6}\pi$ जूल

(c) $1.9 \times 10^{-6}\pi$ जूल (d) $1 \times 10^{-4}\pi$ जूल

21. द्रव का पृष्ठ तनाव $0.5\, N/m$ है, यदि एक छल्ले पर 0.02 मी^{2} के क्षेत्रफल की फिल्म बनाई जाती है, तो उसकी पृष्ठीय ऊर्जा लगभग होगी [CPMT 1977]

(a) 5×10^{-2} जूल (b) 2.0×10^{-2} जूल

(c) 4×10^{-4} जूल (d) 0.8×10^{-1} जूल

22. एक छोटी बूँद और एक बड़ी बूँद की ऊर्जा का अनुपात होगा, यदि 1000 समान छोटी बूँदें मिलाकर एक बड़ी बूँद बनाई गई है [CPMT 1990]

(a) 100 : 1 (b) 1000 : 1

(c) 10 : 1 (d) 1 : 100

23. 10 सेमी × 10 सेमी आकार के साबुन की फिल्म बनाने में किये गये कार्य की मात्रा होगी (पृष्ठीय तनाव $T = 3 \times 10^{-2}$ न्यूटन/मी) [MP PET 1994; MP PET 2000]

(a) 6×10^{-4} जूल (b) 3×10^{-4} जूल

(c) 6×10^{-3} जूल (d) 3×10^{-2} जूल

24. 10 सेन्टीमीटर त्रिज्या के साबुन के एक बुलबुले को बनाने में किया गया कार्य होगा (साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव $= \frac{3}{100}$ न्यूटन/मीटर) [MP PMT 1995; MH CET 2002,

(a) 75.36×10^{-4} जूल (b) 37.68×10^{-4} जूल

(c) 150.72×10^{-4} जूल (d) 75.36 जूल

25. द्रव की एक बूँद जिसका व्यास D है, 27 छोटी-छोटी बराबर आकार की बूँदों में विभाजित होती है। यदि द्रव का पृष्ठ तनाव σ है, तो पृष्ठ ऊर्जा में परिवर्तन है [DCE 2005]

(a) $\pi D^2\sigma$ (b) $2\pi D^2\sigma$

(c) $3\pi D^2\sigma$ (d) $4\pi D^2\sigma$

26. समान त्रिज्या की हजार पानी की बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं। अन्तिम पृष्ठ ऊर्जा का व प्रारंभिक कुल पृष्ठ ऊर्जा का अनुपात है [MP PET 1997; KCET 1999]

(a) 1000 : 1 (b) 1 : 1000

(c) 10 : 1 (d) 1 : 10

27. साबुन की एक फिल्म के आकार को 10 सेमी × 6 सेमी से बढ़ाकर 10 सेमी × 11 सेमी करने में 3×10^{-4} जूल कार्य करना पड़ता है। फिल्म का पृष्ठ तनाव है [MP PET 1999; JIPMER 2001, 02; MP PMT 2000; AIIMS 2000]

(a) 1.5×10^{-2} न्यूटन/मीटर (b) 3.0×10^{-2} न्यूटन/मीटर

(c) 6.0×10^{-2} न्यूटन/मीटर (d) 11.0×10^{-2} न्यूटन/मीटर

28. यदि σ पृष्ठ तनाव हो, तो R त्रिज्या की एक बड़ी बूँद को n छोटी बूँदों में विभक्त करने हेतु किया गया कार्य होगा [Bihar CEET 1995]

(a) $Rn^{2/3}\sigma$ (b) $(n^{2/3}-1)R\sigma$

(c) $(n^{1/3}-1)R\sigma$ (d) $4\pi R^2(n^{1/3}-1)\sigma$

(e) $\frac{1}{n^{1/3}-1}\sigma R$

29. R त्रिज्या की एक बड़ी बूँद को तोड़कर 1000 छोटी बूँदें बनायी जाती हैं, तब छोटी बूँद की त्रिज्या होगी [AFMC 1998; Pb. PMT 2000]

(a) $R/2$ (b) $R/5$

(c) $R/6$ (d) $R/10$

30. जब 10^6 छोटी बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं, तब बूँद का [RPMT 1999]

(a) घनत्व बढ़ जाता है (b) घनत्व कम हो जाता है

(c) ताप बढ़ जाता है (d) ताप घट जाता है

31. जब दो बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं, तो इस प्रक्रिया में कौन से कथन सत्य हैं [Roorkee 1999]

(a) ऊर्जा मुक्त होती है

(b) ऊर्जा अवशोषित होती है

(c) बड़ी बूँद का पृष्ठीय क्षेत्रफल दोनों बूँदों के पृष्ठीय क्षेत्रफल के योगफल से अधिक है

(d) बड़ी बूँद का पृष्ठीय क्षेत्रफल, दोनों बूँदों के पृष्ठीय क्षेत्रफल के योगफल से कम है

32. पानी की एकसमान 8000 बूँदे मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं। तब अन्तिम पृष्ठीय ऊर्जा एवं सभी बूँदों की प्रारम्भिक कुल पृष्ठीय ऊर्जा का अनुपात है [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) 1 : 10 (b) 1 : 15

(c) 1 : 20 (d) 1 : 25

33. एक वलय पर $0.15\, m^2$ के क्षेत्रफल की फिल्म बनायी जाती है, इसकी पृष्ठीय ऊर्जा है, (द्रव का पृष्ठ तनाव $= 5\, Nm^{-1}$) [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) 0.75 J (b) 1.5 J

(c) 2.25 J (d) 3.0 J

34. पारे की 8 बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं। तब ऊर्जा किस गुणांक से परिवर्तित होती है [DCE 2000]

(a) 1 (b) 2

(c) 4 (d) 6

35. साबुन की एक फिल्म के आकार को $10 cm \times 6 cm$ से बढ़ाकर $10 cm \times 11 cm$ करने में $2 \times 10^{-4} J$ कार्य करना पड़ता है। फिल्म का पृष्ठ-तनाव है **[AIIMS 2000]**

(a) $2 \times 10^{-2} Nm^{-1}$ (b) $2 \times 10^{-4} Nm^{-1}$

(c) $2 \times 10^{-6} Nm^{-1}$ (d) $2 \times 10^{-8} Nm^{-1}$

36. $1 cm$ त्रिज्या की पारे की एक बूँद को समान आकार की 10^6 बूँदों में तोड़ा जाता है। इस प्रक्रिया में खर्च हुई ऊर्जा है, (पारे का पृष्ठ तनाव $460 \times 10^{-3} N/m$ है) **[EAMCET 2001]**

(a) 0.057 J (b) 5.7 J

(c) 5.7×10^{-4} J (d) 5.7×10^{-6} J

37. जब छोटे-छोटे साबुन के दो बुलबुले मिलकर एक बड़ा बुलबुला बनाते हैं तब ऊर्जा **[BHU 2001]**

(a) मुक्त होती है (b) अवशोषित होती है

(c) (a) एवं (b) दोनों (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

38. दो सीधे 10cm लम्बाई के समान्तर तारों के बीच, जो एक-दूसरे से 0.5 mm दूर हैं, एक पानी की फिल्म बनायी जाती है। यदि तारों को समान्तर रखते हुए इनके बीच की दूरी 1 mm बढ़ा दी जाये तो कितना कार्य करना पड़ेगा (पानी का पृष्ठ तनाव $= 7.2 \times 10^{-2} N/m$)

(a) $7.22 \times 10^{-6} J$ (b) $1.44 \times 10^{-5} J$

(c) $2.88 \times 10^{-5} J$ (d) $5.76 \times 10^{-5} J$

39. 2 mm त्रिज्या की एक पारे की एक बूँद 8 एकसमान बूँदों में टूट जाती है। पृष्ठ ऊर्जा में वृद्धि होगी (पारे का पृष्ठ-तनाव $0.465\ J/m^2$ है) **[UPSEAT 2002]**

(a) $23.4 \mu J$ (b) $18.5 \mu J$

(c) $26.8 \mu J$ (d) $16.8 \mu J$

40. एकसमान त्रिज्या R की दो छोटी बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती हैं। इस परिवर्तन के पहले एवं बाद की पृष्ठ-ऊर्जाओं का अनुपात है **[AIIMS 2003; DCE 2003]**

(a) $1 : 2^{1/3}$ (b) $2^{1/3} : 1$

(c) 2 : 1 (d) 1 : 2

41. एक साबुन के बुलबुले की त्रिज्या R से बढ़ाकर 2R कर दी जाती है। इस प्रक्रिया में पृष्ठ-तनाव (S) के पदों में किया गया कार्य है **[BHU 2003, RPET 2001; CPMT 2004]**

(a) $24 \pi R^2 S$ (b) $48 \pi R^2 S$

(c) $12 \pi R^2 S$ (d) $36 \pi R^2 S$

42. 0.2 मीटर त्रिज्या के साबुन के बुलबुले को बनाने में किया गया कार्य है (साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव 0.06 न्यूटन/मी) **[Pb. PET 2002]**

(a) $192 \pi \times 10^{-4} J$ (b) $280 \pi \times 10^{-4} J$

(c) $200 \pi \times 10^{-3} J$ (d) इनमें से कोई नहीं

43. 0.05 मी² क्षेत्रफल वाले लूप के रूप में एक द्रव की झिल्ली को बनाया जाता है। इसकी स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि होगी (T = 0.2 न्यूटन/मी) **[RPMT 2002]**

(a) $5 \times 10^{-2} J$ (b) $2 \times 10^{-2} J$

(c) $3 \times 10^{-2} J$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

44. 0.04 मी² क्षेत्रफल की एक वलय को 75 न्यूटन/मी पृष्ठ तनाव वाले जल में तैरने के लिए आवश्यक पृष्ठीय ऊर्जा का मान होगा **[RPMT 2003]**

(a) 3 J (b) 6.5 J

(c) 1.5 J (d) 4 J

45. समान त्रिज्या r के दो साबुन के बुलबुलों को मिलाया जाता है, दोनों बुलबुलों की परस्पर अंतः फलक सतह की वक्रता त्रिज्या होगी **[J&K CET 2005]**

(a) r (b) 0

(c) अनंत (d) 1/2r

स्पर्श कोण

1. एक द्रव ठोस की सतह को गीला नहीं करता, यदि स्पर्श कोण है **[MP PAT 1990; AFMC 1988; MNR 1998; RPMT 1999, 2003; Pb. PMT 2002 KCET 2005] [MP PET 2001]**

(a) शून्य

(b) अधिक कोण (90° से अधिक)

(c) न्यून कोण (90° से कम)

(d) 90°

2. केशनली में पारे का चन्द्रतल (Meniscus) होता है **[MP PET/PMT 1988]**

(a) उत्तल (b) अवतल

(c) समतल (d) कुछ निश्चित नहीं

3. ताप के बढ़ने पर द्रव का स्पर्श कोण **[AIIMS 1980]**

(a) बढ़ता है

(b) घटता है

(c) अपरिवर्तित रहता है

(d) पहले बढ़ता है, फिर घटता है

4. काँच और पारे के मध्य का स्पर्श कोण है **[MP PMT 1987]**

(a) 0° (b) 30°

(c) 90° (d) 135°

5. पारे की बूँद काँच पर नहीं फैलती है, क्योंकि पारे और काँच के बीच का स्पर्श कोण है **[MP PMT 1984]**

(a) न्यून कोण (b) अधिक कोण

(c) शून्य (d) 90°

6. एक द्रव ऊर्ध्वाधर नली से बाहर निकल रहा है। बूँद के भार W द्रव के पृष्ठ तनाव T तथा नली की त्रिज्या r में सम्बन्ध होगा, यदि स्पर्श कोण शून्य हो

(a) $W = \pi r^2 T$ (b) $W = 2\pi r T$

(c) $W = 2r^2 \pi T$ (d) $W = \frac{3}{4} \pi r^3 T$

7. मोटर गाड़ियों के पुर्जों पर क्रोमियम की पोलिश की जाती है, क्योंकि क्रोमियम तथा जल का स्पर्श कोण होता है

(a) 0°   (b) 90°

(c) 90° से कम   (d) 90° से अधिक

8. एक काँच की प्लेट आंशिक रुप से पारे में ऊर्ध्वाधर डुबाई जाती है तथा स्पर्श कोण नापा जाता है, यदि प्लेट को झुका दिया जाता है, तो स्पर्श कोण

(a) बढ़ जाता है   (b) अपरिवर्तित रहता है

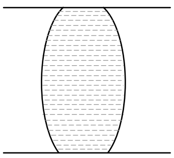
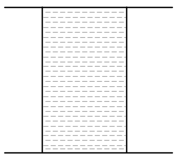
(c) बढ़ेगा अथवा घटेगा   (d) घटेगा

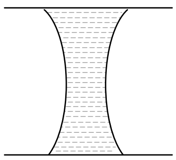
9. केशनली में द्रव का चंद्रतल (Meniscus) उत्तल होगा यदि स्पर्श कोण [EAMCET (Med.) 1995; KCET 2001; Pb. PET 2000]

(a) 90° से अधिक है   (b) 90° से कम है

(c) 90° के बराबर है   (d) 0° है

10. दो काँच की प्लेटों के मध्य रखी पानी की बूँद की आकृति होगी [CPMT 1997]

(a)    (b) 

(c)    (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

11. ठोस सतह एवं कैरोसिन के लिए स्पर्श कोण है [RPMT 2000]

(a) 0°   (b) 90^o

(c) 45^o (d) 33^o

12. 0^o स्पर्श कोण वाले द्रव के चंद्रतल की प्रकृति होगी [RPET 2001]

(a) समतल   (b) परवलयाकार

(c) अर्द्ध-गोलाकार   (d) बेलनाकार

13. एक द्रव ठोस को पूर्णरूप से भिंगोता है। पर्याप्त लम्बाई की केशनली में द्रव का चन्द्रतल होगा [Kerala (Engg.) 2002]

(a) समतल   (b) अवतल

(c) उत्तल   (d) बेलनाकार

14. जब किसी गीला न करने वाले द्रव को केशनली में रखा जाता है, तब द्रव की आकृति होगी [AFMC 2004]

(a) अवतल, ऊपर की ओर   (b) उत्तल, ऊपर की ओर

(c) अवतल, नीचे की ओर   (d) उत्तल, नीचे की ओर

15. निम्न में से किस जोड़े के लिए स्पर्श-कोण का मान समान है [J & K CET 2004]

(a) जल तथा काँच, काँच तथा पारा

(b) शुद्ध जल तथा काँच, काँच तथा एल्कोहल

(c) चाँदी तथा जल, काँच तथा पारा

(d) चाँदी तथा क्रोमियम, जल तथा क्रोमियम

16. यदि किसी द्रव की सतह समतल है, तब द्रव तथा बर्तन की दीवारों के बीच स्पर्श कोण होगा [MH CET 2004]

(a) न्यूनकोण   (b) अधिक कोण

(c) 90°   (d) 0°

दाबांतर

1. साबुन के बुलबुले का आकार गोलीय होता है, तो निम्नलिखित में से कौनसा कथन असत्य है [NCERT 1976]

(a) साबुन की झिल्ली में पीछे की ओर अणुओं की दो सतह होती हैं

(b) बुलबुला अपने अन्दर वायु घेर लेता है

(c) बुलबुले के अन्दर दाब, वायुमण्डलीय दाब से कम होता है, यही कारण है कि वायुमण्डलीय दाब द्वारा बुलबुला चारों ओर से दबाया जाता है तथा इससे इसका आकार गोलीय बन जाता है

(d) झिल्ली के प्रत्यास्थता गुण के कारण बुलबुले का घिरा पूरा आयतन सिकुड़ने लगता है ताकि पृष्ठीय क्षेत्र सिकुड़कर इतना छोटा हो जाये जितना कि यह हो सकता है

2. साबुन के दो बुलबुले जिनकी त्रिज्यायें असमान हैं, एक दूसरे के सम्पर्क में संचारी स्थिति में हैं, तो [NCERT 1980; MP PMT/PET 1988; AIEEE 2004]

(a) बड़ें में से छोटे बुलबुले में तब तक हवा जाती रहेगी जब तक कि दोनों का आकार समान नहीं हो जाता

(b) बुलबुले का आकार यथावत् रहेगा

(c) छोटे में से बड़े बुलबुले में हवा जायेगी तथा छोटे के घटने के साथ बड़े के आकार में वृद्धि होगी

(d) बड़े में से छोटे बुलबुले में तब तक हवा जाती रहेगी जब तक कि छोटे का आकार बड़े के बराबर तथा बड़े का आकार छोटे के बराबर नहीं हो जाता

3. साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव $25\times10^{-3}\,Nm^{-1}$ है, तो $1\,cm$ व्यास के साबुन के बुलबुले के अन्दर दाब आधिक्य है [AIIMS 1987]

(a) 10 *Pa*   (b) 20 *Pa*

(c) 5 *Pa*   (d) उपरोक्त में से कोई नही

4. जब r_1 व r_2 त्रिज्या के साबुन के दो बुलबुले मिलते हैं तो उभयनिष्ठ सतह की वक्रता त्रिज्या होती है $(r_2 > r_1)$ [MP PMT 1996]

(a) $r_2 - r_1$ (b) $\frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$

(c) $\frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$ (d) $r_2 + r_1$

5. r त्रिज्या की एक द्रव की बूँद में दाब आधिक्य समानुपाती है [MP PMT 1987; KCET 2000]

(a) r (b) r^2

(c) r^{-1} (d) r^{-2}

6. एक लम्बे बेलनाकार कांच के पात्र की तली में r त्रिज्या का एक छोटा छिद्र है। पानी (पृष्ठ तनाव *T*) से भरी गहरी टंकी में इस

पात्र को सीधा जिस गहराई तक डुबाया जा सकता है कि पानी उसमें नहीं घुसे, वह है [MP PMT 1990]

(a) $4T/\rho rg$ (b) $3T/\rho rg$

(c) $2T/\rho rg$ (d) $T/\rho rg$

7. एक साबुन के विलयन का पृष्ठ तनाव $0.03\, MKS$ मात्रक है। 6 मिमी व्यास के इस विलयन के बुलबुले में दाब आधिक्य होगा

(a) $40\, N/m^2$ से कम (b) $40\, N/m^2$ से अधिक

(c) $20\, N/m^2$ से कम (d) $20\, N/m^2$ से अधिक

8. साबुन के किसी गोलीय बुलबुले के अन्दर तथा बाहर के दाब में अन्तर होता है [MP PMT 1989; BHU 1995; MH CET 2002; RPET 2003; AMU (Engg.) 2000]

(a) $\frac{2T}{r}$ (b) $\frac{4T}{r}$

(c) $\frac{T}{2r}$ (d) $\frac{T}{r}$

9. एक 0.7 सेमी व्यास वाले साबुन के घोल के बुलबुले के अन्दर वायु का दाब, बाहर के दाब से 8 मिमी पानी के बराबर अधिक है। साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव होगा [MP PET 1991; MP PMT 1997]

(a) 100 डाइन / सेमी (b) 68.66 डाइन / सेमी

(c) 137 डाइन / सेमी (d) 150 डाइन / सेमी

10. साबुन के दो बुलबुलों के अन्दर दाब क्रमशः 1.01 तथा 1.02 वायुमण्डल है, इन बुलबुलों के आयतन का अनुपात है [MP PMT 1991]

(a) 102 : 101 (b) $(102)^3 : (101)^3$

(c) 8 : 1 (d) 2 : 1

11. r त्रिज्या की एक केशनली को पृष्ठ तनाव S तथा घनत्व ρ के द्रव में डुबोया जाता है। यदि स्पर्श कोण θ है तो बीकर तथा केशनली में द्रव पृष्ठों के मध्य दावांतर होगा

(a) $\frac{S}{r}\cos\theta$ (b) $\frac{2S}{r}\cos\theta$

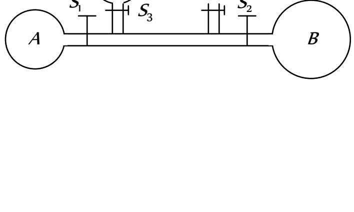
(c) $\frac{S}{r\cos\theta}$ (d) $\frac{2S}{r\cos\theta}$

12. दो गोलीय साबुन के बुलबुलों की त्रिज्यायें क्रमशः r_1 तथा r_2 हैं। यह दोनों समतापीय दशा में निर्वात् में मिलते हैं, तो परिणामी बुलबुले की त्रिज्या R होगी [MP PMT 2001; RPET 1999; EAMCET 2003]

(a) $R = (r_1 + r_2)/2$ (b) $R = r_1(r_1 r_2 + r_2)$

(c) $R^2 = r_1^2 + r_2^2$ (d) $R = r_1 + r_2$

13. निम्न चित्र में केशनली, जिसमें टोंटियाँ S, S_1, S_2 व S_3 लगी हैं, द्वारा बनाये गये साबुन के बुलबुले A, B व C प्रदर्शित हैं। टोंटी S बन्द है जबकि S_1, S_2 व S_3 खुली हुई हैं, तब [CPMT 1988]



(a) A व C के आयतनों के बढ़ने के साथ B कम होना शुरु कर देगा

(b) A व B के आयतनों के बढ़ने के साथ C कम होना शुरु कर देगा

(c) B के आयतन के बढ़ने के साथ A व C दोनों कम होना प्रारम्भ कर देंगे

(d) सन्तुलन की स्थिति में A, B व C के आयतन बराबर होंगे

14. किसी झील के तली से उठे बुलबुले की त्रिज्या पृष्ठ पर दुगनी हो जाती है। यदि वायुमण्डलीय दाब H ऊँचाई के जल स्तम्भ के बराबर हो, तो झील की गहराई है [AIIMS 1995; AFMC 1997]

(a) H (b) $2H$

(c) $7H$ (d) $8H$

15. साबुन के एक बुलबुले की निर्वात् में त्रिज्या $3\,cm$ है। एक अन्य साबुन के बुलबुले की निर्वात् में त्रिज्या $4\,cm$ है। यदि दोनों बुलबुले समतापी अवस्था में मिल जायें तो इस तरह बने नये बुलबुले की त्रिज्या होगी [MP PMT/PET 1998; JIPMER 2000]

(a) 2.3 *cm* (b) 4.5 *cm*

(c) 5 *cm* (d) 7 *cm*

16. झील की तली से सतह तक आने में हवा के बुलबुले का आयतन तीन गुना बढ़ता है। यदि वायुमण्डलीय दाब 75 सेमी पारे के स्तम्भ के बराबर तथा पानी का घनत्व पारे के घनत्व का $1/10$ हो तब झील की गहराई होगी [AMU 1995]

(a) 5 *m* (b) 10 *m*

(c) 15 *m* (d) 20 *m*

17. किसी साबुन के बुलबुले में दाब की अधिकता दूसरे बुलबुले की तुलना में चार गुनी है। तब पहले बुलबुले तथा दूसरे बुलबुले के आयतन में अनुपात होगा [CPMT 1997; MH CET 2000]

(a) 1 : 64 (b) 1 : 4

(c) 64 : 1 (d) 1 : 2

18. किसी द्रव की दो बूँदों की त्रिज्याएँ भिन्न-भिन्न हैं। बाहर की तुलना में बूँद के अन्दर दाब आधिक्य है [JIPMER 1999]

(a) बड़ी बूँद में अधिक

(b) छोटी बूँद में अधिक

(c) दोनों बूँदों में समान

(d) बूँदों के अन्दर दाब आधिक्य नहीं है

19. यदि एक झील की आधी गहराई पर दाब, उसकी तली के दाब का 2/3 गुना हो तो झील की गहराई है [RPET 2000]

(a) 10*m* (b) 20*m*

(c) 60*m* (d) 30*m*

20. यदि एक साबुन के बुलबुले की त्रिज्या, दूसरे अन्य साबुन के बुलबुले की त्रिज्या की चार गुनी हो तो उनके दाबों का अनुपात होगा [AIIMS 2000]

(a) 1 : 4 (b) 4 : 1

(c) 16 : 1 (d) 1 : 16

21. पानी की एक गोलीय बूँद की त्रिज्या 1 *mm* है। यदि पानी का पृष्ठ तनाव $70 \times 10^{-3}\, N/m$ हो, तो बूँद के बाहर एवं अन्दर के दाबों में अन्तर है [CPMT 2000; AIIMS 2000]

(a) $35\ N/m^2$ (b) $70\ N/m^2$

(c) $140\ N/m^2$ (d) शून्य

22. एक द्रव से भरी हुई टंकी की तली पर दाब निर्भर नहीं करता है **[Kerala (Engg.) 2001]**

(a) गुरुत्वीय त्वरण पर

(b) द्रव स्तम्भ की ऊँचाई पर

(c) तली की सतह के क्षेत्रफल पर

(d) द्रव की प्रकृति पर

23. केशनली में पानी की वक्र सतह के नीचे दाब होगा **[RPET 2001]**

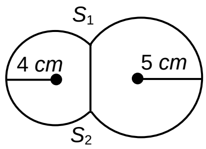
(a) वायुमण्डलीय दाब के बराबर

(b) ऊपर की ओर के दाब के बराबर

(c) ऊपर की ओर के दाब से अधिक

(d) ऊपर की ओर के दाब से कम

24. साबुन के दो बुलबुले, जिनकी त्रिज्यायें r_1 व r_2 क्रमशः 4 *cm* व 5 *cm* हैं, उभयनिष्ठ पृष्ठ S_1S_2 पर एक-दूसरे को स्पर्श कर रहे हैं (चित्रानुसार) इसकी त्रिज्या होगी **[MP PMT 2002]**



(a) 4 *cm*

(b) 20 *cm*

(c) 5 *cm*

(d) 4.5 *cm*

25. पानी की सतह के ठीक नीचे स्थित एक वायु के बुलबुले जिसकी त्रिज्या 0.1 *mm* है, में दाब आधिक्य होगा

(पानी का पृष्ठीय तनाव $70 \times 10^{-3}\ Nm^{-1}$ एवं वायुमण्डलीय दाब $= 1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$) **[AMU (Med.) 2002]**

(a) $2.054 \times 10^3\ Pa$ (b) $1.027 \times 10^3\ Pa$

(c) $1.027 \times 10^5\ Pa$ (d) $2.054 \times 10^5\ Pa$

26. दो गुब्बारों A व B $(A > B)$ को एक पतली नली द्वारा जोड़ा गया है। तब **[UPSEAT 2001; Kerala (Med.) 2002]**

(a) A का आकार बढ़ेगा

(b) B का आकार बढ़ेगा

(c) B का आकार बढ़ेगा जब तक कि दाब समान न हो जाए

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

27. दो साबुन के बुलबुलों की त्रिज्याऐं असमान किन्तु पृष्ठ तनाव समान है। सत्य कथन छाँटिए **[MP PMT 2004]**

(a) छोटे बुलबुले का आंतरिक दाब बड़े बुलबुले के आंतरिक दाब से अधिक होता है

(b) बड़े बुलबुले का दाब छोटे बुलबुले से अधिक होता है

(c) दोनों बुलबुलों का आन्तरिक दाब समान होता है

(d) उपरोक्त में से कोई नही

28. किसी साबुन के बुलबुले के अंदर के दाब आधिक्य को 2 मिमी ऊँचाई के तेल-स्तंभ द्वारा संतुलित किया गया है, तब साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव होगा (r = 1 सेमी तथा घनत्व d = 0.8 ग्राम/सेमी^{3}) **[J & K CET 2004]**

(a) 3.9 न्यूटन/मी (b) 3.9×10^{-2} न्यूटन/मी

(c) 3.9×10^{-3} न्यूटन/मी (d) 3.9 डाइन/मी

29. जेगर विधि (Jager's method) में बुलबुले के फूटने के समय **[RPET 2002]**

(a) बुलबुले का आंतरिक दाब बाह्य दाब से हमेशा अधिक होता है

(b) बुलबुले का आंतरिक दाब बाह्य दाब के बराबर होता है

(c) बुलबुले का आंतरिक दाब हमेशा बाह्य दाब से कम होता है

(d) बुलबुले का आंतरिक दाब बाह्य दाब से हमेशा थोड़ा सा अधिक होता है

30. किसी साबुन के बुलबुले के भीतर दाब आधिक्य दूसरे बुलबुले के भीतर दाब आधिक्य का तीन गुना है। तब उनके आयतनों का अनुपात है **[RPMT 2003; CPMT 2001]**

(a) 1 : 3 (b) 1 : 9

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

केशिकत्व

1. जब भिन्न व्यास की दो केशनलियाँ किसी द्रव में ऊर्ध्वाधर रुप से डुबाई जाती हैं तो द्रव **[NCERT 1978]**

(a) दोंनों में समान स्तर तक ऊपर चढ़ेगा

(b) अधिक व्यास वाली केशनली में द्रव अधिक ऊपर चढ़ेगा

(c) कम व्यास वाली केशनली में द्रव कम ऊपर चढ़ेगा

(d) कम व्यास वाली केशनली में द्रव अधिक ऊपर चढ़ेगा

2. केशिकत्व के कारण द्रव नली में ऊपर चढ़ जाता है, यदि स्पर्श कोण है **[DPMT 1984; AFMC 1988; BHU 2001]**

(a) न्यून कोण (b) अधिक कोण

(c) 90° (d) शून्य

3. भारहीनता की स्थिति में किसी केशनली को पानी में डुबोने पर उसमें पानी

(a) बिल्कुल नहीं चढ़ेगा

(b) जितनी ऊँचाई तक वायुमण्डलीय दाब पर चढ़ता है उतनी ही ऊँचाई तक चढ़ेगा

(c) वायुमंडलदाब की ऊँचाई से कुछ कम चढ़ेगा

(d) केशनली चाहे जितनी लम्बी हो, उसे पूरा भर देगा

4. दो समानान्तर काँच की पट्टियों, जिनके बीच की दूरी x है, को द्रव (घनत्व $= d$, पृष्ठ तनाव $= T$) में अभिलम्बवत् डुबाया जाता है। काँच व द्रव का स्पर्श कोण θ है, तो पट्टियों के बीच चढ़े द्रव की ऊँचाई होगी **[NCERT 1981]**

(a) $\dfrac{T\cos\theta}{xd}$ (b) $\dfrac{2T\cos\theta}{xdg}$

(c) $\dfrac{2T}{xdg\cos\theta}$ (d) $\dfrac{T\cos\theta}{xdg}$

5. किसी केशनलिका में एक निश्चित ऊँचाई तक द्रव इस प्रकार चढ़ता है कि पृष्ठ तनाव के कारण ऊपर की ओर लगने वाला बल, द्रव के भार के कारण बल $75 \times 10^{-4} N$ द्वारा सन्तुलित हो जाता है। यदि जल का पृष्ठ तनाव $6 \times 10^{-2} Nm^{-1}$ है तो केशनली की आन्तरिक परिधि होनी चाहिये [CPMT 1988, 86]

(a) $1.25 \times 10^{-2} m$ (b) $0.50 \times 10^{-2} m$

(c) $6.5 \times 10^{-2} m$ (d) $12.5 \times 10^{-2} m$

6. एक अखबार के पन्ने पर फाउन्टेन पेन से लिखना कठिन है, इसका कारण है

(a) श्यानता (b) जड़त्व

(c) घर्षण (d) केशिकत्व

7. दो केशनलियों P व Q को पानी में डुबोया गया है, केशनली P में चढ़ने वाले पानी की ऊँचाई Q की ऊँचाई की $\frac{2}{3}$ है। केशनलियों के व्यासों का अनुपात होगा [MP PMT 1985]

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

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

8. एक ही पदार्थ की बनी दो केशनलियाँ जिनकी त्रिज्या अलग- अलग है, एक द्रव में डुबाई जाती हैं। एक नली में द्रव की ऊँचाई 2.2 सेमी है और दूसरे में 6.6 सेमी है उनकी त्रिज्या का अनुपात है [MP PET 1990]

(a) 9 : 1 (b) 1 : 9

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

9. एक ही पदार्थ की बनी दो केशनलियाँ जिनकी त्रिज्यायें क्रमशः $r_1 = 1$ मिमी व $r_2 = 2$ मिमी हैं द्रव में डुबाई जाती हैं। एक नली में ($r = 1$ मिमी) द्रव की ऊँचाई 30 सेमी है, तो दूसरे में द्रव की ऊँचाई होगी [MP PET 1991]

(a) 7.5 सेमी (b) 60 सेमी

(c) 15 सेमी (d) 120 सेमी

10. जब एक केशनलिका को पानी में डुबोया जाता है तो h ऊँचाई तक पानी चढ़ता है। यदि केशनलिका की लम्बाई h से कम कर दी जाये, तो

(a) पानी बाहर निकल आयेगा

(b) पानी बाहर नहीं निकलेगा

(c) पानी ऊपर नहीं चढ़ेगा

(d) पानी ऊपर चढ़ेगा, परंतु केशनलिका की लम्बाई से कम ही चढ़ेगा

11. एक लम्बी केशनली में पानी 10 सेमी ऊँचाई तक चढ़ता है। अगर इसी नली को पानी में डुबा दिया जाये कि पानी की सतह के ऊपर उसकी लम्बाई 8 सेमी रह जाये, तो [MP PMT 1991]

(a) नली के ऊपरी सिरे से पानी लगातार बहता रहेगा

(b) पानी नली के ऊपरी सिरे तक चढ़कर गोलाकार सतह बना लेगा

(c) पानी नली में 6 सेमी तक चढ़कर रुक जायेगा

(d) नली में पानी बिल्कुल नहीं चढ़ेगा

12. एक बर्तन जिसके तल में $0.1 mm$ व्यास के गोल छेद हैं, पानी से भरा है। वह अधिकतम ऊँचाई जहाँ तक इस बर्तन में पानी भरा जा सकता है ताकि यह लीक न हो, होगी (यदि पानी का पृष्ठ तनाव 75 डाइन/सेमी तथा g =1000 cm/s है) [CPMT 1989; J&K CET 2004]

(a) 100 cm (b) 75 cm

(c) 50 cm (d) 30 cm

13. एक केशनली का एक सिरा जब पानी में डुबाया जाता है तो पानी की सतह केशनली के अन्दर 3 सेमी ऊपर उठ जाती है। यदि पानी का पृष्ठ तनाव $75 \times 10^{-3} N/m$ हो, तो केशिका का व्यास है [MP PET 1989]

(a) 0.1 मिमी (b) 0.5 मिमी

(c) 1.0 मिमी (d) 2.0 मिमी

14. काँच की केश नली को पारे में डुबाने पर [MP PET 1996]

(a) नली में पारे का स्तर चढ़ता है

(b) नली में पारा चढ़ता है और नली से बाहर बहने लगता है

(c) नली में पारे का स्तर गिरता है

(d) नली में पारे का स्तर न चढ़ता है और न गिरता है

15. किसी केशनली को पानी में l गहराई तक डुबोने से उसमें h ऊँचाई तक पानी चढ़ जाता है। यदि केशनली के निचले सिरे को पानी के अंदर बंद करके, केशनली को बाहर निकाला जाये उसके बाद उसके बंद सिरे को खोल दिया जाये तो केशनली में किस ऊँचाई तक पानी रुकेगा। यहाँ $(l > h)$ [RPET 1996; DPMT 2000]

(a) शून्य (b) $l + h$

(c) $2h$ (d) h

16. यदि केशनली का व्यास दुगुना कर दिया जाये तो इसमें चढ़ने वाले द्रव की ऊँचाई हो जायेगी [CPMT 1997]

(a) दुगुनी (b) आधी

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

17. यदि जल का पृष्ठ तनाव 0.6 न्यूटन/मीटर तथा केशनली का व्यास 1 मिमी हो, तब केशनली में चढ़ने वाले जल की ऊँचाई होगी $(\theta = 0°)$ [AFMC 1998]

(a) 1.22 सेमी (b) 2.44 सेमी

(c) 3.12 सेमी (d) 3.86 सेमी

18. 0.2 सेमी तथा 0.4 सेमी त्रिज्या की केशनलियों को समान द्रव में डुबोया जाता है। केशनलियों में चढ़ने वाले द्रव की ऊँचाईयों का अनुपात होगा [MNR 1998]

(a) 1 : 2 (b) 2 : 1

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

19. एक केशनली को जब द्रव में ऊर्ध्वाधर डुबोया जाता है तो द्रव $3 cm$ ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि केशनली को ऊर्ध्वाधर से 60^o के कोण पर डुबोया जाये तो नली में चढ़े द्रव की लम्बाई (नली के अनुदिश) होगी [MH CET 1999]

(a) 9cm (b) 6cm

(c) 3cm (d) 2cm

20. शीर्ष पर कटे निब के कार्य को समझाया जा सकता है [JIPMER 1999]

(a) गुरुत्व के कारण बहाव द्वारा (b) तरल के विसरण द्वारा

(c) केशिकत्व द्वारा (d) द्रव के परासरण द्वारा

21. सही सम्बन्ध है [RPMT 2002]

(a) $r = \frac{2T\cos\theta}{hdg}$ (b) $r = \frac{hdg}{2T\cos\theta}$

(c) $r = \frac{2T\,dgh}{\cos\theta}$ (d) $r = \frac{T\cos\theta}{2hdg}$

22. पृथ्वी पर स्थिर अवस्था में एक केशनली में h ऊँचाई तक पानी चढ़ता है। h का मान बढ़ता है, यदि केशनली को ले जाये [RPET 2000]

(a) सूर्य पर

(b) ध्रुवों पर

(c) ऊपर की ओर त्वरित लिफ्ट में

(d) नीचे की ओर त्वरित लिफ्ट में

23. केशनली में द्रव के चढ़ते समय किसके बीच सम्पर्क सतह नियत रहती है [Pb. PMT 2000]

(a) द्रव एवं काँच (b) हवा एवं काँच

(c) हवा एवं द्रव (d) उपरोक्त सभी

24. एक गोलीय कोश में r त्रिज्या का छेद है, इसे h गहराई तक पानी में डुबोने पर इसमें पानी नहीं भरता है तो r का मान होगा [RPMT 2000]

(a) $r = \frac{2T}{hdg}$ (b) $r = \frac{T}{hdg}$

(c) $r = \frac{Tg}{hd}$ (d) उपरोक्त में से कोई नही

25. एक केशनली में पानी 1.2 mm ऊँचाई तक चढ़ता है। एक अन्य केशनली, जिसकी त्रिज्या पहली केशनली की आधी है, में पानी की ऊँचाई होगी [CPMT 2001; Pb. PET 2002]

(a) 1.2 mm (b) 2.4 mm

(c) 0.6 mm (d) 0.4 mm

26. यदि केशनली प्रयोग को निर्वात् में सम्पन्न कराया जाय तो द्रव केशनली में [RPET 2001]

(a) चढ़ेगा (b) समान रहेगा

(c) गिरेगा (d) ऊपर तक चढ़ जायेगा

27. यदि एक केशनली में द्रव का तल गिरता है तो केशनली की त्रिज्या [RPET 2001]

(a) बढ़ेगी (b) घटेगी

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

28. पृथ्वी पर किसी केशनली में जल h ऊँचाई तक चढ़ता है। चन्द्रमा की सतह पर इसी केशनली में जल-स्तम्भ की ऊँचाई होगी [MP PMT 2001]

(a) $6h$ (b) $\frac{1}{6}h$

(c) h (d) शून्य

29. समान व्यास की दो केशनलियाँ दो द्रवों में, जिनके आपेक्षिक घनत्व क्रमशः 0.8 एवं 0.6 तथा पृष्ठ तनाव 60 एवं 50 डाइन/सेमी हैं, डुबोयी जाती है। दोनों नलियों में द्रवों की ऊँचाईयों का अनुपात $\frac{h_1}{h_2}$ है [MP PMT 2002]

(a) $\frac{10}{9}$ (b) $\frac{3}{10}$

(c) $\frac{10}{3}$ (d) $\frac{9}{10}$

30. एक ऊर्ध्वाधर केशनली में द्रव 2.0 cm ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि केशनली को ऊर्ध्वाधर से 60^o कोण पर झुका दिया जाये तो द्रव नली में किस ऊँचाई तक चढ़ जायेगा [UPSEAT 2002]

(a) 2.0 cm (b) 4.0 cm

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

31. केशनली के प्रयोग में शुद्ध पानी का पृष्ठ तनाव है [MH CET 2002]

(a) $\frac{\rho g}{2hr}$ (b) $\frac{2}{hr\rho g}$

(c) $\frac{r\rho g}{2h}$ (d) $\frac{hr\rho g}{2}$

32. केशनली के एक प्रयोग में, एक 30 cm लम्बी केशनली पानी में डुबोई जाती है। केशिकत्व के कारण पानी 10 cm ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि यही प्रयोग एक स्वतंत्रता पूर्वक गिरते हुए ऐलीवेटर में सम्पन्न कराया जाये तो जल-स्तम्भ की ऊँचाई होगी [Orissa JEE 2003; AIEEE 2005]

(a) 10 cm (b) 20 cm

(c) 30 cm (d) शून्य

33. एक केशनली की त्रिज्या $2\times10^{-3}m$ है। एक द्रव, जिसका भार $6.28\times10^{-4}N$ है, केशनली में स्थिर रह सकता है। द्रव का पृष्ठ-तनाव है [RPET 2003]

(a) $5\times10^{-3}N/m$ (b) $5\times10^{-2}N/m$

(c) $5\ N/m$ (d) $50\ N/m$

34. दो लंबी केशनलियों A तथा B जिनकी त्रिज्याऐं $R_B > R_A$ हैं, को समान द्रव में डुबोया जाता है। तब [Orissa PMT 2004]

(a) B की तुलना में A में द्रव अधिक चढ़ेगा

(b) A की तुलना में B में द्रव अधिक चढ़ेगा

(c) दोनों में द्रव समान ऊँचाई तक चढ़ेगा

(d) सब कुछ द्रव के घनत्व पर निर्भर करता है

35. यदि किसी केशनली को जल में डुबोने पर नली में जल 3 सेमी की ऊँचाई तक चढ़ता है तो केशनली का व्यास होगा (जल का पृष्ठ तनाव = 7.2×10^{-2} N/m) [RPMT 2002]

(a) 9.6×10^{-4} मी (b) 9.6×10^{-3} मी

(c) 9.6×10^{-2} मी (d) 9.6×10^{-1} मी

36. किसी केशनली को जल में डुबोने पर जल 0.015 मी की ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि जल का पृष्ठ तनाव 75×10^{-3} न्यूटन/मी हो, तब केशनली की त्रिज्या होगी [RPMT 2003]

(a) 0.1 मिमी (b) 0.5 मिमी

(c) 1 मिमी (d) 2 मिमी

37. किसी केशनली में जल 3 मिमी की ऊँचाई तक चढ़ता है। एक अन्य केशनली, जिसकी त्रिज्या प्रथम केशनली की एक तिहाई है, में जल किस ऊँचाई तक चढ़ेगा [BHU 2004]

(a) 1 मिमी (b) 3 मिमी

(c) 6 मिमी (d) 9 मिमी

38. लालटेन की बत्ती में मिट्टी का तेल चढ़ जाता है, क्योंकि [NCERT 1980; MNR 1985]

(a) मिट्टी के तेल के पृष्ठ तनाव के कारण

(b) बत्ती तेल को आकर्षित करती है

(c) बत्ती द्वारा तेल का विसरण होता है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

39. गुरुत्व के विरुद्ध केशनली में पानी चढ़ता है, जब नली का एक सिरा पानी में डुबाया जाता है, क्योंकि

(a) जब चन्द्रतल (Meniscus) के ठीक नीचे का दाब वायुमण्डल दाब से कम होता है

(b) जब चन्द्रतल के ठीक ऊपर का दाब वायुमण्डल दाब से अधिक होता है

(c) केशनली पानी को आकर्षित करती है

(d) श्यानता के कारण

40. R त्रिज्या की केशनली में H ऊँचाई तक पानी चढ़ता है। इस पानी का द्रव्यमान M है। यदि केश नली की लम्बाई को दुगुना कर दिया जाये, तो केश नली में चढ़े हुये पानी का द्रव्यमान होगा [RPMT 1997; RPET 1999; CPMT 2002]

(a) M (b) $2M$

(c) $M/2$ (d) $4M$

41. किसी निश्चित व्यास की केशनली में जल h ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि इस केशनली के स्थान पर इसके आधे व्यास की समान केशनली को प्रयुक्त किया जाए, तब जल किस ऊँचाई तक चढ़ेगा [Kerala PMT 2005]

(a) $4h$ (b) $3h$

(c) $2h$ (d) h

CT Critical Thinking

Objective Questions

1. साबुन की क्षैतिज फिल्म पर धागे का लूप रखा गया है तथा फिल्म को लूप के भीतरी भाग से तोड़ने पर लूप वृत्ताकार हो जाता है जिसकी त्रिज्या R है। यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T हो, तब धागे में तनाव होगा [RPET 1996]

(a) $\pi R^2 / T$ (b) $\pi R^2 T$

(c) $2\pi RT$ (d) $2RT$

2. पानी की असंख्य छोटी बूँदें जिनमें से प्रत्येक की त्रिज्या r है, मिलकर R त्रिज्या की एक बड़ी बूँद बनाती है। इस प्रक्रिया में ताप की वृद्धि होगी (पानी का पृष्ठ तनाव T है तथा ऊष्मा यांत्रिकी का तुल्यांक J से प्रदर्शित है) [MP PET 1994; DPMT 2002]

(a) $\frac{2T}{rJ}$ (b) $\frac{3T}{RJ}$

(c) $\frac{3T}{J}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$ (d) $\frac{2T}{J}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$

3. हवा का एक बुलबुला पानी की टंकी में तली से उठकर सतह तक आता है, तब निम्नलिखित में से कौनसा कथन सत्य है [Roorkee 2000]

(a) बुलबुला ऊपर की ओर उठता है, क्योंकि तली पर दाब ऊपरी सतह की अपेक्षा कम है

(b) बुलबुला ऊपर की ओर उठता है, क्योंकि तली पर दाब ऊपरी सतह की अपेक्षा अधिक है

(c) जब बुलबुला उठता है तो इसका आकार बढ़ता है

(d) जब बुलबुला उठता है तो इसका आकार घटता है

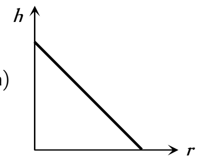
4. पृष्ठ तनाव सम्बन्धी प्रयोग में केशनली में चढ़ने वाले पानी की ऊँचाई 0.1 मीटर है। यदि यही प्रयोग उस उपग्रह में दोहराया जाये जो पृथ्वी के चारों तरफ घूम रहा है। तब केशनली में पानी के चढ़ने की ऊँचाई होगी [Roorkee 1992]

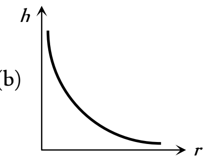
(a) 0.1 m (b) 0.2 m

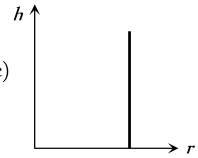
(c) 0.98 m (d) केशनली की पूरी लम्बाई

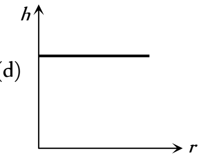
GQ Graphical Questions

1. किसी केशनली में द्रव की ऊँचाई अथवा अवनमन h तथा केशनली की त्रिज्या के बीच खींचा गया सही ग्राफ है

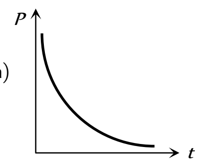
(a)


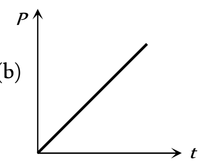
(b)


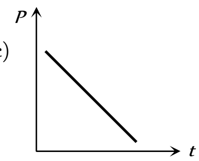
(c)


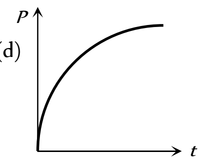
(d)


2. काँच की नली के एक सिरे पर साबुन के घोल के बुलबुले को धीरे-धीरे किसी यांत्रिक पंप की सहायता से बढ़ाया जाता है। पंप प्रति सैकण्ड वायु के निश्चित आयतन को बुलबुले में भरता है, चाहे बुलबुले में दाब कुछ भी हो। बुलबुले में अतिरिक्त दाब ΔP, समय t के साथ निम्न ग्राफ के अनुसार परिवर्तित होगा

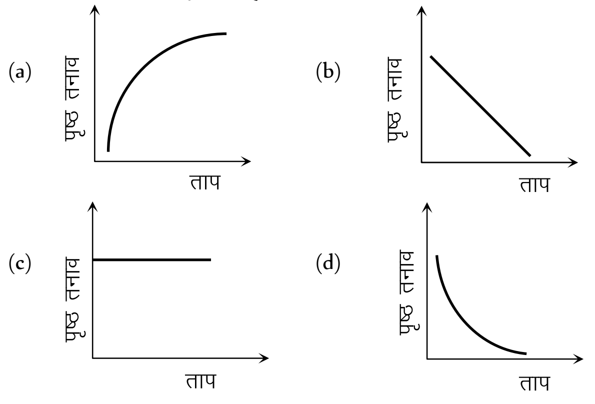
(a)


(b)


(c)


(d)


3. कौन-सा ग्राफ ताप की न्यून परास में जल के पृष्ठ तनाव में ताप के साथ परिवर्तन दर्शाता है



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 कथन का सही स्पष्टीकरण देता है
(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण कथन 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 : साबुन घुले हुए जल को स्प्रे (छिड़कना) करना आसान होता है।
   कारण : साबुन आसानी से फैलता है।
2. प्रक्कथन : साबुन के ठण्डे घोल से कपड़े धोना अधिक बेहतर होता है।
   कारण : गर्म घोल की अपेक्षा ठण्डे घोल का पृष्ठ तनाव अधिक होता है।
3. प्रक्कथन : यदि किसी केशनली में चढ़ने वाले द्रव की ऊँचाई से केशनली की ऊँचाई कम हो, तब द्रव केशनली से बाहर नहीं फैलता है।
   कारण : चन्द्रतल की त्रिज्या तथा केशनली में द्रव की ऊँचाई का गुणनफल सदैव नियत रहता है।
4. प्रक्कथन : जल की सतह पर एक सुई को सावधानीपूर्वक रखने पर यह तैर सकती है, जबकि उसी पदार्थ की बनी हुई एक गेंद जल में सदैव डूब जाती है।
   कारण : किसी वस्तु पर लगने वाला उत्प्लावन बल वस्तु के पदार्थ तथा आकृति दोनों पर निर्भर करता है।
5. प्रक्कथन : दो काँच की प्लेटों, जिनके बीच पानी की पतली झिल्ली है, को लंबवत रूप से दूर हटाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।
   कारण : पानी गोंद की भाँति कार्य करता है, जिससे दोनों काँच की प्लेटें परस्पर चिपक जाती हैं।
6. प्रक्कथन : अशुद्धियों से द्रव का पृष्ठ तनाव घट जाता है।
   कारण : किसी द्रव के पृष्ठ तनाव में परिवर्तन अशुद्धि के प्रदूषण की कोटि पर निर्भर करता है।
7. प्रक्कथन : किसी द्रव का स्पर्शकोण ताप बढ़ने के साथ घटता है।
   कारण : ताप बढ़ाने से द्रव का पृष्ठ तनाव बढ़ जाता है।
8. प्रक्कथन : पृष्ठ तनाव की संकल्पना केवल द्रवों के लिए ही लागू होती है।
   कारण : पृष्ठ तनाव की संकल्पना गैसों के लिए लागू नहीं होती।
9. प्रक्कथन : क्रांतिक ताप पर, द्रव का पृष्ठ तनाव शून्य हो जाता है।
   कारण : इस ताप पर द्रवों तथा गैसों के लिए अंतराणविक बल का मान समान होता है। द्रव बिना किसी अवरोध के प्रसारित हो सकता है।
10. प्रक्कथन : जब एक बड़े तथा एक छोटे साबुन के बुलबुले को एक केशनली द्वारा जोड़ा जाता है, तब साबुन के बड़े बुलबुले का प्रसार होता है, जबकि छोटा बुलबुला सिकुड़ जाता है।
    कारण : बुलबुले (अथवा बूँद) के अंदर का दाब आधिक्य त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
11. प्रक्कथन : द्रव की छोटी बूँदें, बडी बूँदों की तुलना में अपरूपण बलों का अधिक प्रतिरोध करती हैं।
    कारण : बूँद के अंदर का दाब आधिक्य पृष्ठ तनाव के समानुपाती होता है।
12. प्रक्कथन : अधिक व्यास की केशनली की तुलना में कम व्यास की केशनली में जल अधिक ऊँचाई तक चढ़ता है।
    कारण : केशनली में चढ़ने वाले द्रव की ऊँचाई केशनली के व्यास के व्युत्क्रमानुपाती होती है।
13. प्रक्कथन : गर्म सूप का स्वाद ठण्डे सूप से अधिक बेहतर होता है।
    कारण : गर्म सूप का पृष्ठ तनाव अधिक होता है, तथा यह हमारी जुबान पर ठीक से नहीं फैलता है।
14. प्रक्कथन : द्रव की बूँद की आकृति गोलाकार होती है।
    कारण : बूँद के अंदर का दाब बाह्य दाब से अधिक होता है।

Answers

पृष्ठ तनाव

1	a	2	b	3	b	4	a	5	d
6	a	7	b	8	b	9	b	10	cd
11	d	12	a	13	b	14	b	15	c
16	d	17	a	18	c	19	c	20	d
21	b	22	d	23	a	24	a	25	c
26	d	27	d	28	b	29	b	30	d
31	d	32	c	33	d	34	c	35	a
36	b	37	b	38	a	39	a	40	c
41	d	42	c	43	d	44	a	45	a
46	a								

पृष्ठ ऊर्जा

1	a	2	d	3	a	4	d	5	d
6	b	7	c	8	d	9	c	10	c
11	c	12	c	13	c	14	a	15	b
16	b	17	d	18	a	19	a	20	b
21	b	22	d	23	a	24	a	25	b
26	d	27	b	28	d	29	d	30	c
31	ad	32	c	33	B	34	c	35	a
36	a	37	a	38	b	39	a	40	b
41	a	42	a	43	b	44	a	45	c

स्पर्श कोण

1	b	2	a	3	b	4	d	5	b
6	b	7	d	8	b	9	a	10	c
11	a	12	c	13	b	14	b	15	b
16	c								

दाबातंर

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

केशिकत्व

1	d	2	a	3	d	4	b	5	d
6	d	7	b	8	c	9	c	10	b
11	b	12	d	13	c	14	c	15	d
16	b	17	b	18	b	19	b	20	c
21	a	22	d	23	c	24	a	25	b
26	a	27	a	28	a	29	d	30	b
31	d	32	c	33	b	34	a	35	a
36	c	37	d	38	a	39	a	40	b
41	c								

Critical Thinking Questions

1	d	2	c	3	bc	4	d		

ग्राफीय प्रश्न

1	b	2	a	3	b				

प्रक्कथन एवं कारण

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

Answers and Solutions

पृष्ठ तनाव

1. (a)
2. (b)
3. (b)
4. (a)
5. (d) साबुन, घोल का पृष्ठ तनाव कम करने में सहायक होता है। अतः साबुन धूल तथा ग्रीस के कणों के साथ चिपक जाता है तथा पानी की सहायता से यह साफ कर दिये जाते हैं।
6. (a)
7. (b)
8. (b)
9. (b)
10. (c,d) क्रांतिक ताप पर ($T_c = 370^o C = 643\ K$), पानी का पृष्ठ तनाव शून्य होता है।
11. (d)
12. (a) पृष्ठ तनाव के कारण लगने वाले बल का ऊर्ध्वाधर घटक मकड़ी अथवा कीड़े के भार को संतुलित करता है।

13. (b)

14. (b)

15. (c) प्रत्येक भुजा पर बल $= 2TL$ (दो पृष्ठों के कारण)

$\therefore$ फ्रेम पर कुल बल $= 4(2TL) = 8TL$

16. (d)

17. (a,c)

18. (c) यह श्यानता के कारण होता है।

19. (c)

20. (d) वृत्ताकार प्लेट की कुल लंबाई जिस पर बल लगेगा $= 2\pi R$

खींचने के लिये आवश्यक बल

$= 2\pi RT = 2 \times \pi \times 5 \times 75 = 750\pi$ डाइन

21. (b)

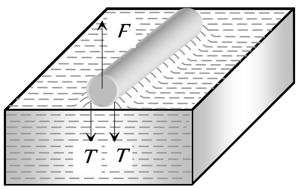
22. (d) $T = T_0(1 - \alpha t)$

23. (a) आकर्षण बल के कारण दो काँच की प्लेटों को अलग करना आसान नहीं होता।

24. (a) घुलनशील अशुद्धियां पृष्ठ तनाव को बढ़ाती हैं।

25. (c) $T = \dfrac{F}{2l} = \dfrac{728}{2 \times 5}$

$\therefore T = 72.8$ डाइन/सेमी



26. (d) ससंजक बल > आसंजक बल, इसलिये ठोस के समीप द्रव पृष्ठ की आकृति उत्तल होगी।

उदाहरण के लिये काँच की केशनली में पारे का पृष्ठ उत्तल होता है।

27. (d) ताप बढ़ने के साथ पृष्ठ तनाव कम हो जाता है।

28. (b)

29. (b)

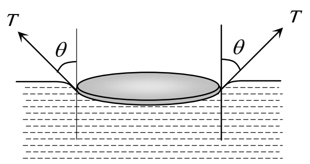
30. (d)

31. (d) क्योंकि पानी का पृष्ठ तनाव > तेल का पृष्ठ तनाव

32. (c) पृष्ठ तनाव प्लेटों को एक दूसरे की तरफ खींचता है।

33. (d) द्रव के किसी दिये हुये आयतन के लिये गोले का पृष्ठ क्षेत्रफल न्यूनतम होता है।

34. (c)



धातु की चकती का भार = उपर की ओर कुल बल

= उत्प्लावन बल + पृष्ठ तनाव के कारण बल

= हटाये गये पानी का भार + $T\cos\theta\,(2\pi r)$

= $W + 2\pi rT\cos\theta$

35. (a) $T = \dfrac{F}{2l} = \dfrac{2 \times 10^{-2}}{2 \times 10 \times 10^{-2}} = 0.1\ N/m$

36. (b) पानी का पृष्ठ तनाव ताप में वृद्धि के साथ घटता है।

37. (b)

38. (a) प्लेटों को अलग करने के लिये आवश्यक बल

$$F = \frac{2TA}{t} = \frac{2 \times 70 \times 10^{-3} \times 10^{-2}}{0.05 \times 10^{-3}} = 28\,N$$

39. (a)

40. (c) समान पदार्थ के अणुओं के मध्य लगने वाले आकर्षण बल को ससंजक बल कहते हैं।

41. (d)

42. (c) $T = \dfrac{F}{l} = \dfrac{[MLT^{-2}]}{[L]} = [ML^0T^{-2}]$

43. (d) छड़ी पर कुल बल $= F_1 - F_2 = (T_1 - T_2)l$

$= (0.07 - 0.06)l = 0.01 \times 2 = 0.02\,N$

44. (a) क्योंकि झिल्ली (Film) न्यूनतम पृष्ठ क्षेत्रफल घेरने की चेष्टा करती है।

45. (a) आवश्यक बल, $F = 2\pi rT = 2\pi \times 2 \times 70 = 280\pi$ डाइन

46. (a)

पृष्ठ ऊर्जा

1. (a) आवश्यक ऊर्जा = पृष्ठ ऊर्जा में वृद्धि

= (n छोटी बूँदों की पृष्ठ ऊर्जा) – (एक बड़ी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा)

$= n4\pi r^2T - 4\pi R^2T = 4\pi T(nr^2 - R^2)$

2. (d)

3. (a) जब दो छोटी बूँदें एक दूसरे से मिलती हैं तब उनकी पृष्ठ ऊर्जा घटती है।

$W = T(\Delta A) =$ (ऋणात्मक) अर्थात् ऊर्जा उत्सर्जित होगी।

4. (d) $E = 4\pi R^2T(n^{1/3} - 1)$

$= 4 \times 3.14 \times (1.4 \times 10^{-1})^2 \times 75(125^{1/3} - 1) = 74$ अर्ग

5. (d) $W = 8\pi T(R_2^2 - R_1^2) = 8\pi T[(2r)^2 - (r)^2] = 24\pi r^2T$

6. (b) R त्रिज्या की एक बूँद को समान आकार की n बूँदों में विभक्त करने के लिये किया गया कार्य $= 4\pi R^2T(n^{1/3} - 1)$

$= 4\pi \times (10^{-3})^2 \times 72 \times 10^{-3} \times (10^{6/3} - 1)$

$= 4\pi \times 10^{-6} \times 72 \times 10^{-3} \times 99 = 8.95 \times 10^{-5}\,J$

7. (c) $W = 4\pi R^2T(r^{1/3} - 1) = 4\pi R^2T(8^{1/3} - 1) = 4\pi R^2T$

8. (d) $W = T \times 8\pi(r_2^2 - r_1^2) = T \times 8\pi\left(\dfrac{D^2}{4} - \dfrac{d^2}{4}\right)$

$= 2\pi(D^2 - d^2)T$

9. (c) बुलबुले का व्यास d से D तक बढ़ाने में किया गया कार्य

$W = 2\pi(D^2 - d^2)T = 2\pi[(2D)^2 - (D)^2]\,T = 6\pi D^2T$

10. (c) $W = 8\pi T(r_2^2 - r_1^2) = 8\pi T\left[\left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)^2 - \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}}\right)^2\right]$

$\therefore W = 8 \times \pi \times 30 \times \frac{3}{\pi} = 720$ अर्ग

11. (c) $W = T \times \Delta A = 5 \times 2 \times (0.02)$ (फिल्म के दो स्वतंत्र पृष्ठ हैं)

$= 2 \times 10^{-1} J$

12. (c) $W = 8\pi R^2 T \;\therefore W \propto R^2$ (T नियत है)

यदि त्रिज्या का मान दो गुना कर दें तो किये गये कार्य का मान चार गुना हो जायेगा।

13. (c) $W = 4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1) = 4\pi \times 1 \times 50(10^{3/3} - 1)$

$= 1800\pi$ अर्ग

14. (a)

15. (b) बूँदों से मिलकर बनी हुयी बड़ी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा कम होगी अतः अतिरिक्त पृष्ठ ऊर्जा बूँद का तापमान बढ़ा देगी।

16. (b) पृष्ठ ऊर्जा = पृष्ठ तनाव × क्षेत्रफल में वृद्धि = $T \times A$

17. (d) $W = 8\pi R^2 T = 8 \times \pi \times (10^{-2})^2 \times 2 \times 10^{-2} = 16\pi \times 10^{-6} J$

18. (a) $E = 4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1)$

$= 4 \times 3.14 \times 10^{-4} \times 35 \times 10^{-1}(10^{6/3} - 1) = 4.4 \times 10^{-3} J$

19. (a)

20. (b) $W = 8\pi R^2 T = 8\pi \times (1 \times 10^{-2})^2 \times 1.9 \times 10^{-2} = 15.2 \times 10^{-6}\pi\ J$

21. (b) पृष्ठ ऊर्जा = $T \times \Delta A = 0.5 \times 2 \times (0.02) = 2 \times 10^{-2} J$

22. (d) द्रव का आयतन समान रहेगा, अर्थात् 1000 छोटी बूँदों का आयतन एक बड़ी बूँद के आयतन के बराबर होगा।

$n\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow 1000 r^3 = R^3 \Rightarrow R = 10r \;\therefore \frac{r}{R} = \frac{1}{10}$

$\frac{\text{एक छोटी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा}}{\text{एक बडी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा}} = \frac{4\pi r^2 T}{4\pi R^2 T} = \frac{1}{100}$

23. (a) $E = T \times \Delta A = 3 \times 10^{-2} \times 2(100 \times 10^{-4}) = 6 \times 10^{-4} J$

24. (a) $W = 8\pi R^2 T = 8 \times 3.14 \times (10 \times 10^{-2}) \times \frac{3}{100}$

$= 7.536 \times 10^{-3} J$

25. (b) किया गया कार्य = $4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1) = 4\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \sigma(n^{1/3} - 1)$

$= \pi D^2 \sigma(27^{1/3} - 1) = 2\pi D^2 \sigma$

26. (d) चूँकि आयतन नियत रहता है अतः $R = n^{1/3} r$

$\frac{\text{एक बडी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा}}{n \text{ बूँदो की पृष्ठ ऊर्जा}} = \frac{4\pi R^2 T}{n \times 4\pi r^2 T}$

$\frac{R^2}{nr^2} = \frac{n^{2/3} r^2}{nr^2} = \frac{1}{n^{1/3}} = \frac{1}{(1000)^{1/3}} = \frac{1}{10}$

27. (b) $W = T \times \Delta A \;\therefore T = \frac{W}{\Delta A}$

$T = \frac{3 \times 10^{-4}}{2 \times (110 - 60) \times 10^{-4}}$ (साबुन की फिल्म के दो पृष्ठ होते हैं)

$= 3 \times 10^{-2} N/m$

28. (d)

29. (d) $\frac{4}{3}\pi R^3 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3$ (चूँकि आयतन नियत है)

$R^3 = 1000 r^3 \Rightarrow R = 10r \Rightarrow r = \frac{R}{10}$

30. (c) क्योंकि ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

31. (a,d)

32. (c) चूँकि आयतन नियत रहेगा $R^3 = 8000 r^3 \;\therefore R = 20r$

$\frac{\text{एक बडी बूँद की पृष्ठ ऊर्जा}}{\text{8000 छोटी बूँदों की पृष्ठ ऊर्जा}} = \frac{4\pi R^2 T}{8000\ 4\pi r^2 T}$

$= \frac{R^2}{8000 r^2} = \frac{(20r)^2}{8000 r^2} = \frac{1}{20}$

33. (b) पृष्ठ ऊर्जा = $T \times A = 5 \times 2 \times (0.15) = 1.5 J$

34. (c) चूँकि आयतन नियत रहेगा $R = n^{1/3} r$

$\frac{\text{बडी बूँद की ऊर्जा}}{\text{छोटी बूँदों की ऊर्जा}} = \frac{4\pi R^2 T}{4\pi r^2 T} = \frac{R^2}{r^2} = (8)^{2/3} = 4$

35. (a) $T = \frac{W}{\Delta A} = \frac{2 \times 10^{-4}}{2 \times (50 \times 10^{-4})} = 2 \times 10^{-2}\ N/m$

36. (a) $W = T\Delta A = 4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1)$

$= 4 \times 3.14 \times (10^{-2})^2 \times 460 \times 10^{-3} \times [(10^6)^{1/3} - 1] = 0.057$

37. (a)

38. (b) साबुन की फिल्म के क्षेत्रफल में वृद्धि = $A_2 - A_1$

$= 2 \times [(10 \times 0.6) - (10 \times 0.5)] \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-4} m^2$

किया गया कार्य = $T \times \Delta A$

$= 7.2 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4} = 1.44 \times 10^{-5} J$

39. (a) पृष्ठ ऊर्जा में वृद्धि अथवा बड़ी बूँद को विभक्त करनें में किया गया कार्य $= 4\pi R^2 T(n^{1/3} - 1)$

$\Rightarrow W = 4\pi \times (2 \times 10^{-3})^2 \times 0.465(8^{1/3} - 1) = 23.4\ \mu J$

40. (b) परिवर्तन के पहले तथा बाद की कुल पृष्ठ ऊर्जा का अनुपात $= n^{1/3} : 1 = 2^{1/3} : 1$

41. (a) $W = 8\pi S(R_2^2 - R_1^2) = 8\pi S[(2R)^2 - R^2] = 24\pi R^2 S$

42. (a) $W = 8\pi r^2 \times T = 8\pi \times (0.2)^2 \times 0.06 = 192\pi \times 10^{-4}\ J$

43. (b) स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि $= T \times \Delta A$

$= 0.02 \times 2 \times 0.05 = 2 \times 10^{-2}\ J$

44. (a) $E = T \times \Delta A = 75 \times 0.04 = 3\ J$

45. (c) $r = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} = \infty$ चूँकि $r_1 = r_2$

स्पर्श कोण

1. (b)

2. (a)

3. (b) ससंजक बल घट जाता है इसलिये स्पर्श कोर्ण घट जायेगा।

4. (d)

5. (b)

6. (b)

7. (d)

8. (b)

9. (a)

10. (c) स्पर्श कोण न्यून कोण होगा।

11. (a)

12. (c)

13. (b)

14. (b) चूँकि, ऐसे द्रवों के लिये (जो सतह को गीला नहीं करते) स्पर्श कोण अधिक कोण होता है।

15. (b) पानी तथा एल्कोहल (Alcohol) दोनों की प्रकृति समान होती है (दोनों ठोस सतह को गीला करते हैं)। अतः दोनों के लिये स्पर्शकोण न्यूनकोण होगा।

16. (c) स्पर्श बिन्दु पर खींची गयी स्पर्श रेखा पात्र की सतह से 90° का कोण बनाती है।

दाबातंर

1. (c)

2. (c) चूँकि $\Delta P \propto \frac{1}{R}$

3. (b) अतिरिक्त दाब $\Delta P = \frac{4T}{r}$

$= \frac{4 \times 2 \times 25 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-2}} = 20\ N/m^2 = 20\ Pa \left[\text{चूँकि } r = \frac{d}{2}\right]$

4. (c)

5. (c)

6. (c) $hdg = \frac{2T}{r} \Rightarrow h = \frac{2T}{rdg}$

7. (b) $\Delta P = \frac{4T}{r} = 40\ N/m^2$

8. (b)

9. (b) $\Delta P = \frac{4T}{r} = hdg \Rightarrow T = \frac{rhdg}{4} = \frac{0.35 \times 0.8 \times 1 \times 10^3}{4}$

$= 70$ डाइन/सेमी $\equiv 68.66$ डाइन/सेमी

10. (c) बाहरी दाब $= 1\ atm$

पहले बुलबुले के भीतर दाब $= 1.01\ atm$

दूसरे बुलबुले के भीतर दाब $= 1.02\ atm$

अतिरिक्त दाब $\Delta P_1 = 1.01 - 1 = 0.01\ atm$

अतिरिक्त दाब $\Delta P_2 = 1.02 - 1 = 0.02\ atm$

$\Delta P \propto \frac{1}{r} \Rightarrow r \propto \frac{1}{\Delta P} \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{0.02}{0.01} = \frac{2}{1}$

चूँकि $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \ \therefore\ \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{2}{1}\right)^3 = \frac{8}{1}$

11. (b) $S = \frac{rhdg}{2\cos\theta} \Rightarrow$ दाब अंतर $= hdg = \frac{2S}{r}\cos\theta$

12. (c)

13. (c) साबुन के बुलबुले के भीतर अतिरिक्त दाब बुलबुले की त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है अर्थात् $\Delta P \propto \frac{1}{r}$

इसका अर्थ है कि A तथा C बुलबुले के भीतर अतिरिक्त दाब B बुलबुले से अधिक है। अतः वायु A तथा C से B की ओर जायेगी।

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

$\Rightarrow H + h = 8H \ \therefore\ h = 7H$

15. (c) $r = \sqrt{r_1^2 + r_2^2} = \sqrt{9+16} = 5\ cm$

16. (c) $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (H_{Hg}\rho_{Hg} + H_W\rho_W)V = H_{Hg}\rho_{Hg} \times 3V$

$\Rightarrow H_{Hg}\rho_{Hg} + H_W \frac{\rho_{Hg}}{10} = 3H_{Hg}\rho_{Hg}$

$\Rightarrow H_W = 2H_{Hg} \times 10 = \frac{2 \times 75 \times 10}{100} = 15m$

17. (a) $\Delta P = \frac{4T}{r} \Rightarrow \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = 4 \ \therefore \frac{r_2}{r_1} = 4$ तथा $\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \frac{1}{64}$

18. (b) $\Delta P \propto \frac{1}{r}$

19. (b) आधी गहराई पर दाब $= P_0 + \frac{h}{2}dg$,तल पर दाब $= P_0 + hdg$

दी गयी स्थिति अनुसार,

$P_0 + \frac{h}{2}dg = \frac{2}{3}(P_0 + hdg) \Rightarrow 3P_0 + \frac{3h}{2}dg = 2P_0 + 2hdg$

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

20. (a) $\Delta P \propto \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{r}{4r} = \frac{1}{4}$

21. (c) $\Delta P = \frac{2T}{R} = \frac{2 \times 70 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} = 140\ N/m^2$

22. (c) $P = h\rho g$

23. (d)

24. (b) $r = \frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} = \frac{5 \times 4}{5 - 4} = 20\ cm$

25. (c) हवा के बुलबुले के भीतर अतिरिक्त दाब $= \frac{2T}{r}$

$\Rightarrow P_{in} - P_{out} = \frac{2T}{r} = \frac{2 \times 70 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-3}} = 1400\,Pa$

$\Rightarrow P_{in} = 1400 + 1.013 \times 10^5 = 1.027 \times 10^5\,Pa$

26. (a) $r_A > r_B$ तथा $P \propto \frac{1}{r}$ इसलिये $P_A < P_B$

अतः वायु B से A की तरफ गति करेगी अर्थात् A का आकार बढ़ेगा।

27. (a) $\Delta P = \frac{4T}{R}$ $\therefore$ $\Delta P \propto \frac{1}{R}$ (T = नियत)

अतः छोटे बुलबुले का आंतरिक दाब बड़े बुलबुले के आंतरिक दाब से अधिक होगा।

28. (b) $\frac{4T}{R} = hdg$ $\therefore$ $T = \frac{Rhdg}{4}$

$T = \frac{10^{-2} \times 2 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 10^3 \times 9.8}{4} = 3.9 \times 10^{-2}\ N/m$

29. (a)

30. (d) $\Delta P \propto \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \frac{1}{27}$

केशिकत्व

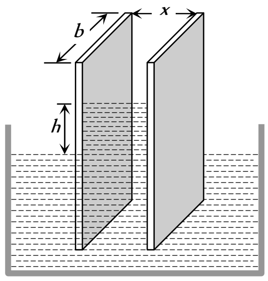
1. (d) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \Rightarrow h \propto \frac{1}{r}$ (T, θ, d तथा g नियत है)

यदि r का मान कम होगा, तो h अधिक होगी।

2. (a) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$ यदि θ, 90° से कम है, तो h का मान धनात्मक होगा।

3. (d) भारहीनता की स्थिति में अथवा गुरूत्व हीन अंतरिक्ष में पानी किसी भी लंबाई की केशनली के ऊपरी सिरे तक चढ़ेगा।

4. (b)



माना कि प्रत्येक प्लेट की चौड़ाई b है तथा पृष्ठ तनाव के कारण पानी h ऊँचाई तक उठता है, तो पृष्ठ तनाव के कारण उत्प्लावन बल $= 2Tb\cos\theta$ ...(i)

प्लेटों के मध्य पानी का भार $= Vdg = (bxh)dg$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को हल करने पर, $2T\cos\theta = bxhdg$

$\therefore h = \frac{2T\cos\theta}{xdg}$

5. (d) $6 \times 10^{-2} \times$ परिधि $=$ बल

$\therefore$ परिधि $= \frac{75 \times 10^{-4}}{6 \times 10^{-2}} = 12.5 \times 10^{-2}\,m$

6. (d) केशिकत्व के कारण यह स्याही सोखता है।

7. (b) $r \propto \frac{1}{h} \Rightarrow \frac{r_P}{r_Q} = \frac{h_Q}{h_P} = \frac{h}{\frac{2}{3}h} = \frac{2}{3}$

8. (c) $r \propto \frac{1}{h} \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{6.6}{2.2} = \frac{3}{1}$

9. (c) $\frac{h_2}{h_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow h_2 = \frac{30}{2} = 15\,cm$

10. (b)

11. (b)

12. (d) $h = \frac{2T}{rdg} = \frac{2 \times 75}{0.005 \times 1 \times 10^3} = 30\,cm$

13. (c) $T = \frac{rh\rho g}{2} \Rightarrow 75 \times 10^{-3} = \frac{3 \times 10^{-2} \times r \times 10^3 \times 9.8}{2}$

$\Rightarrow r = \frac{1}{2}mm$ $\therefore D = 2r = 1\ mm$

14. (c) काँच के साथ पारे का स्पर्श कोण अधिक कोण होता है। अतः यह बाहर के तल की तुलना में नीचा हो जाता है।

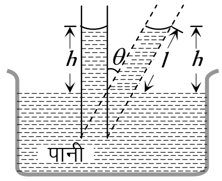
15. (d) केशिकत्व के कारण पानी h ऊँचाई तक चढ़ता है।

16. (b) $h \propto \frac{1}{r}$

17. (b) $h = \frac{2T}{rdg} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-4} \times 10^3 \times 10} = 2.4 \times 10^{-2}m = 2.4cm$

18. (b) $h \propto \frac{1}{r}$ $\therefore$ $r_1 h_1 = r_2 h_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0.4}{0.2} = 2:1$

19. (b)



नली में पानी की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई नियत रहती है

अतः $l = \frac{h}{\cos\theta} = \frac{3}{\cos 60^o} = 6\ cm$

20. (c)

21. (a)

22. (d) यदि लिफ्ट नीचे की दिशा में त्वरण से गति करती है, तो प्रभावी g का मान कम हो जायेगा। अतः h का मान बढ़ जायेगा।

चूँकि $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$ अतः $h \propto \frac{1}{g}$

23. (c)

24. (a) $\frac{2T}{r} = hdg \Rightarrow r = \frac{2T}{hdg}$

25. (b) $h \propto \frac{1}{r} \Rightarrow r_1h_1 = r_2h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{r_1h_1}{r_2} = 2.4\ mm$

26. (a)

27. (a) $h \propto \frac{1}{r} \Rightarrow rh =$ नियत

28. (a) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \Rightarrow h \propto \frac{1}{g}$

चूँकि $g_m = \frac{g_e}{6} \therefore h_m = 6h_e$

29. (d) नली के भीतर द्रव की ऊँचाई $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$

$\Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{T_1}{T_2} \times \frac{d_2}{d_1}$ (r, θ तथा g नियत हैं)

$= \frac{60}{50} \times \frac{0.6}{0.8} = \frac{9}{10}$

30. (b) $l = \frac{h}{\cos\theta} = \frac{2}{\cos 60^o} = 4.0\ cm$

31. (d) $T = \frac{rhdg}{2\cos\theta}$, शुद्ध जल के लिये $\theta = 0^o$ अतः $T = \frac{rhdg}{2}$

32. (c) पानी की ऊँचाई पूरी केशनली की लंबाई के बराबर होगी।

33. (b) $T = \frac{F}{2\pi r} = \frac{6.28 \times 10^{-4}}{2 \times 3.14 \times 2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-2}\ N/m$

34. (a) $h \propto \frac{1}{R}$

35. (a) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$, शुद्ध पानी के लिये $\theta = 0°$

$\Rightarrow r = \frac{2T}{hdg} = \frac{2 \times 7.2 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-2} \times 10^3 \times 10} = 4.8 \times 10^{-4}$

$\therefore d = 2r = 9.6 \times 10^{-4}\ m$

36. (c) $h = \frac{2T}{rdg} \Rightarrow r = \frac{2T}{hdg} = \frac{2 \times 75 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 10} = 1 mm$

37. (d) $h \propto \frac{1}{r}$

38. (a)

39. (a)

40. (b) केशनली में द्रव का द्रव्यमान

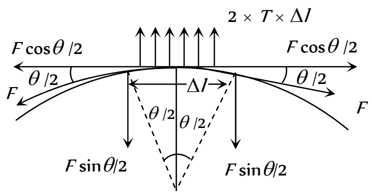
$M = \pi R^2 H \times \rho \therefore M \propto R^2 \times \left(\frac{1}{R}\right)$ (चूँकि $H \propto 1/R$)

$\therefore$ M $\propto R$, यदि त्रिज्या का मान दो गुना कर दें तो द्रव्यमान भी दो गुना हो जायेगा।

41. (c) $h \propto \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2} = 2 \Rightarrow h_2 = 2h_1$

Critical Thinking Questions

1. (d) माना कि धागे में तनाव F है, तब धागे के एक छोटे हिस्से Δl के लिये



$\Delta l = R\theta$ तथा $2F\sin\theta/2 = 2T\Delta l = 2TR\theta$

$\Rightarrow F = \frac{TR\theta}{\sin\theta/2} = \frac{TR\theta}{\theta/2} = 2TR(\sin\theta/2 \approx \theta/2)$

2. (c) ताप में वृद्धि, $\Delta\theta = \frac{3T}{JSd}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$

$\therefore \Delta\theta = \frac{3T}{J}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$ (पानी के लिये $S = 1$ तथा $d = 1$)

3. (b,c) $P_{तल} > P_{सतह}$, इसलिये बुलबुला ऊपर उठता है।

नियत ताप पर $V \propto \frac{1}{P}$ (बॉयल के नियम के अनुसार)

चूँकि बुलबुला उपर उठता है, अतः दाब घटता है तो उपर दर्शाये नियम के अनुसार बुलबुले का आयतन बढ़ेगा अर्थात इसका आकार बढ़ता है।

4. (d) उपग्रह के भीतर, पानी के स्तंभ का भार शून्य है। इसलिये द्रव केशनली में बिल्कुल ऊपर तक उठेगा।

ग्राफीय प्रश्न

1. (b) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \Rightarrow h \propto \frac{1}{r}$, अतः h तथा r के बीच ग्राफ एक समकोणिक अति परवलय होगा।

2. (a) $\Delta P = \frac{4T}{r} \Rightarrow \Delta P \propto \frac{1}{r}$

चूँकि साबुन के बुलबुले की त्रिज्या समय के साथ बढ़ती है।

अतः $\Delta P \propto \frac{1}{t}$

3. (b) $T_c = T_o(1-\alpha t)$, अर्थात ताप में वृद्धि के साथ पृष्ठ तनाव कम होता है।

प्रक्कथन एवं कारण

1. (c) जब किसी द्रव को छिड़का जाता है तब द्रव का पृष्ठ क्षेत्रफल बढ़ता है। अतः द्रव को छिड़कने के लिये कार्य करना पड़ेगा, जो कि पृष्ठ तनाव के अनुक्रमानुपाती होता है।

क्योंकि साबुन मिलाने से पानी का पृष्ठ तनाव घट जाता है तथा इसका छिड़काव आसान हो जाता है।

2. (e) साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव, साधारण पानी की तुलना में कम होता है तथा गर्म करने पर यह और कम हो जाता है। अतः साबुन का गर्म घोल अधिक क्षेत्रफल में फैलता है तथा इसके गीले करने की क्षमता भी अधिक होती है। इसी गुण के कारण साबुन का गर्म घोल साधारण पानी की तुलना में कपड़ों को अच्छे ढंग से साफ करता है।

3. (a) $h = \frac{2T}{Rdg} \Rightarrow hR = \frac{2T}{dg} \Rightarrow hR =$ नियत

अतः अपर्याप्त लंबाई की केशनली में hR के मान को नियत बनाये रखने के लिये द्रव पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या बढ़ जाती है। अर्थात यदि h घटती है तो R का मान बढ़ता है तथा द्रव पृष्ठ और अधिक चपटा हो जाता है, परंतु द्रव नली से फैलता नहीं है।

4. (c) सुई पृष्ठ तनाव के कारण तैरती है। तैरने में उत्प्लावन बल की कोई भूमिका नहीं है।

उत्प्लावन बल = $V\sigma g$

जहाँ V = द्रव में डूबी वस्तु का द्रव्यमान

σ = द्रव का घनत्व

अर्थात वस्तु पर आरोपित उत्प्लावन बल उसकी आकृति पर निर्भर करता है।

5. (c) काँच की दो प्लेटें पृष्ठ तनाव के कारण एक दूसरे से चिपक जाती हैं।

6. (e) अशुद्धियाँ चाहे वह द्रव की सतह पर हों (अघुलनशील) अथवा द्रव में घुली हुयी हों पृष्ठ तनाव को प्रभावित करती हैं। पृष्ठ तनाव पर यह प्रभाव अशुद्धि की मात्रा पर निर्भर करता है। घुलनशील अशुद्धियाँ जैसे सोडियम क्लोराइड जब पानी में घुलती हैं, तो पृष्ठ तनाव को बढ़ा देती हैं। परंतु कम घुलनशील अथवा फिनोल जैसी अशुद्धियाँ पानी का पृष्ठ तनाव कम कर देती हैं।

7. (c) तापमान में वृद्धि के साथ पृष्ठ तनाव कम हो जाता है तथा साथ ही स्पर्श कोण का मान भी कम हो जाता है।

8. (b) हम जानते हैं कि गैस के अणुओं के बीच की अंतर आण्विक दूरी द्रव की तुलना में अधिक होती है। इस कारण से गैस अणुओं के मध्य ससंजक बल बहुत कम तथा द्रव के अणुओं के मध्य यह अधिक होता है। अतः पृष्ठ तनाव की अभिधारणा सिर्फ द्रवों के लिये मान्य होती है गैसों के लिये नहीं।

9. (a) शून्य पृष्ठ तनाव का अर्थ है कि प्रसार के लिये किसी अवरोध का न होना।

10. (a) चूँकि पृष्ठ तनाव के कारण दाब आधिक्य त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अतः बुलबुला जितना छोटा होगा अतिरिक्त दाब उतना ही अधिक होगा। इसलिये जब छोटे बुलबुले और बड़े बुलबुले को जोड़ा जाता है, तो छोटे बुलबुले के भीतर अतिरिक्त दाब अधिक होने के कारण हवा छोटे बुलबुले से बड़े बुलबुले में प्रवाहित होती है। अतः छोटा बुलबुला सिकुड़ जाता है तथा बड़ा बुलबुला फूल जाता है।

11. (b) जब किसी द्रव की बूँद काँच की प्लेट पर डाली जाती है, तो बूँद की आकृति दो बलों द्वारा निर्धारित की जाती है पहला पृष्ठ तनाव तथा दूसरा गुरूत्व बल। छोटी बूँदो के लिये गुरूत्व के कारण स्थितिज ऊर्जा पृष्ठ तनाव की तुलना में नगण्य होती है। अतः छोटी बूँदों की आकृति अकेले पृष्ठ तनाव द्वारा निर्धारित की जाती है और यह गोलीय आकृति की होती हैं।

12. (a) केशनली में द्रव की ऊँचाई केशनली की त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होती है, अर्थात $h \propto \frac{1}{r}$

इसलिये r के कम मान के लिये h का मान अधिक होगा।

13. (c) तापमान में वृद्धि के साथ द्रव का पृष्ठ तनाव कम हो जाता है और यह अधिक क्षेत्रफल घेरने की चेष्टा करता है। अतः गर्म सूप पृष्ठ तनाव कम होने के कारण हमारी जीभ के पूरे हिस्से पर फैल जाता है और ठंडे सूप की तुलना में अच्छा स्वाद प्रदान करता है।

14. (b) पृष्ठ तनाव के कारण द्रव की मुक्त सतह (Free surface) कम से कम क्षेत्रफल घेरती है। चूँकि दिये गये आयतन के लिये अन्य आकृति की अपेक्षा गोले का क्षेत्रफल न्यूनतम होता है अतः द्रव की बूँद गोल आकृति की होती है।

पृष्ठ तनाव

SET Self Evaluation Test -10

1. एक आयताकार फ्रेम पर बनी साबुन की फिल्म का पृष्ठ तनाव $3\times10^{-2}Nm^{-1}$ है। यदि यह फिल्म 10 सेमी लम्बाई के एक स्ट्रॉ को संभालती है तो स्ट्रॉ का द्रव्यमान होगा

(a) 0.06 ग्राम (b) 0.6 ग्राम
(c) 6 ग्राम (d) 60 ग्राम

2. साबुन के विलयन से 20 सेमी व्यास का बुलबुला बनाने में आवश्यक ऊर्जा है (विलयन का पृष्ठ तनाव 30 डाइन/सेमी)

(a) $12000\,\pi$ अर्ग (b) $1200\,\pi$ अर्ग
(c) $2400\,\pi$ अर्ग (d) $24000\,\pi$ अर्ग

3. यदि किसी साबुन के घोल से V आयतन का बुलबुला बनाने में W कार्य करना पड़ता है, तो उसी घोल से $2V$ आयतन का बुलबुला बनाने में किये गये कार्य का मान होगा [MP PET 1989]

(a) $W/2$ (b) $\sqrt{2}\ W$
(c) $\sqrt[3]{2}\ W$ (d) $\sqrt[3]{4}\ W$

4. किसी साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव $2\times10^{-2}\ N/m$ है। 2 सेमी त्रिज्या का साबुन का बुलबुला बनाने में किया गया कार्य होगा

(a) $64\pi\times10^{-6}\,J$ (b) $32\pi\times10^{-6}\,J$
(c) $16\pi\times10^{-6}\,J$ (d) $8\pi\times10^{-6}\,J$

5. साबुन के एक बुलबुले में दाब आधिक्य साबुन के दूसरे बुलबुले का 3 गुना है, उनके आयतनों का अनुपात है

(a) 1 : 3 (b) 1 : 9
(c) 1 : 27 (d) 1 : 81

6. एक केशनली को पानी में डुबाया जाता है तो पानी 8 सेमी ऊपर चढ़ता है। क्या होगा यदि केशनली को इतना डुबाया जाता है कि ऊपर केवल 5 सेमी लम्बाई रहती है

(a) चन्द्रतल की त्रिज्या बढ़ जायेगी और जल बाहर नहीं बहेगा
(b) चन्द्रतल की त्रिज्या कम हो जायेगी और पानी बाहर नहीं बहेगा
(c) पानी नली के सिरे पर बूँद बना लेगा परन्तु बाहर नहीं बहेगा
(d) पानी बाहर बहने लगेगा

7. 8 मिमी व्यास का साबुन का बुलबुला हवा में बनाया जाता है। साबुन के द्रव का पृष्ठ तनाव 30 डाइन प्रति सेमी है। बुलबुले के अन्दर दाब आधिक्य है [MP PET 1990]

(a) 150 डाइन/सेमी^{2} (b) 300 डाइन/सेमी^{2}
(c) 3×10^{-3} डाइन/सेमी^{2} (d) 12 डाइन/सेमी^{2}

8. किसी केश नली में चढ़े हुये पानी की ऊँचाई

(a) $4°C$ के पानी के लिये अधिकतम होगी
(b) $0°C$ के पानी के लिये अधिकतम होगी
(c) $4°C$ के पानी के लिये न्यूनतम होगी
(d) सभी तापों के लिये समान होगी

9. किसी केशनली में पानी 10 सेमी ऊँचाई तक चढता है, उसी नली में पारे का तल 3.112 सेमी नीचे गिरता है। पानी तथा पारे के पृष्ठ तनावों का अनुपात होगा, यदि पारे का घनत्व 13.6 ग्राम/घन सेमी तथा स्पर्श कोण 135° है [MP PET/PMT 1988]

(a) 1 : 0.15 (b) 1 : 3
(c) 1 : 6 (d) 1.5 : 1

10. काँच तथा जल के मध्य स्पर्श कोण शून्य है। पानी 6 सेमी केशनली में चढ़ता है, जब उसका पृष्ठ तनाव 70 डाइन/सेमी है। एक अन्य द्रव का पृष्ठ तनाव 140 डाइन/सेमी और स्पर्श कोण 60° एवं आपेक्षिक घनत्व 2 है। यह द्रव उसी केशनली में कितना ऊपर चढ़ता है

(a) 12 सेमी (b) 24 सेमी
(c) 3 सेमी (d) 6 सेमी

11. पानी की एक बड़ी बूँद विभक्त होकर दो समान माप की बूँदें बनाती है, इस प्रक्रिया में कौनसा कथन सत्य है [NCERT 1976]

(a) दोनों बूँदों के तापों का योग प्रारम्भिक बूँद के ताप के तुल्य है
(b) दोनों बूँदों के द्रव्यमानों का योग प्रारम्भिक बूँद के द्रव्यमान के समान है
(c) दोनों बूँदों की त्रिज्याओं का योग प्रारम्भिक बूँद की त्रिज्या के समान है
(d) दोनों बूँदों के पृष्ठीय क्षेत्रफल का योग प्रारम्भिक बूँद के पृष्ठीय क्षेत्रफल के समान है

12. R त्रिज्या के साबुन के विलयन से एक बुलबुला बनाया जाता है। विलयन को गर्म करने पर फिर $2R$ त्रिज्या का बुलबुला बनाया जाता है। प्रथम बुलबुले की अपेक्षा द्वितीय बुलबुले को बनाने में सम्पन्न कार्य है

(a) दुगुना (b) दुगुने से कुछ कम
(c) चार गुने से कुछ कम (d) चार गुने से कुछ अधिक

13. असत्य कथन है

(a) स्पर्श कोण $\theta<90°$, यदि ससंजक बल < आसंजक बल
(b) स्पर्श कोण $\theta>90°$, यदि ससंजक बल > आसंजक बल
(c) स्पर्श कोण $\theta=90°$, यदि ससंजक बल = आसंजक बल
(d) यदि केशनली की त्रिज्या आधी कर दी जाती है, तो द्रव स्तम्भ की ऊँचाई चार गुनी हो जायेगी

14. वर्षा की एक बूँद का व्यास 0.02 सेमी है। यदि वर्षा के जल का पृष्ठ तनाव 72×10^{-3} न्यूटन प्रति मीटर है, तो बूँद के भीतर तथा बूँद के बाहर दाब का अंतर होगा

(a) 1.44×10^{4} डाइन/सेमी^{2} (b) $1.44\times10^{4}\ Nm^{-2}$
(c) 1.44×10^{3} डाइन/सेमी^{2} (d) $1.44\times10^{5}\ Nm^{-2}$

15. जल की सतह से $18\,cm$ ऊँची एक केशनली में द्रव $16.3\,cm$ ऊँचाई तक चढ़ता है। यदि नली को $12\,cm$ ऊँचाई पर काट दिया जाये, तो [CPMT 1974]

(a) केशनली से जल फुब्बारे की तरह निकलेगा
(b) केशनली में जल $12\,cm$ की ऊँचाई तक रहेगा
(c) केशनली में जल की ऊँचाई $10.3\,cm$ होगी
(d) केशनली की भुजाओं से जल का तल नीचे गिर जायेगा

AS Answers and Solutions

(SET - 10)

1. (b) स्ट्रॉ का भार पृष्ठ तनाव के बल द्वारा संतुलित किया जायेगा

$\therefore\ mg = 2Tl \Rightarrow m = \frac{2Tl}{g}$

$= \frac{2 \times 3 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2}}{9.8} kg = 0.6 gm$

2. (d) $E = 8\pi r^2 T = 8\pi (10)^2 \times 30 = 24000\ \pi\ erg$

3. (d) बुलबुला बनाने में किया गया कार्य

$W = 8\pi R^2 T$ (चूँकि $V \propto R^3 \therefore R \propto V^{1/3}$)

$\therefore\ W \propto V^{2/3}$

$\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{2/3} = (2)^{2/3} \Rightarrow W_2 = (4)^{1/3} W$

4. (a) $W = 8\pi R^2 T = 8 \times \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 2 \times 10^{-2} = 64\pi \times 10^{-6} J$

5. (c) $\Delta P \propto \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{3}{1}$

$\therefore\ \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{1}{3}\right)^3 = \frac{1}{27}$

6. (a) $h = \frac{2T}{Rdg} \Rightarrow hR = \frac{2T}{dg} =$ नियत

जब h का मान घटेगा तो R का मान बढ़ेगा।

7. (b) $\Delta P = \frac{4T}{r} = \frac{4 \times 30}{0.4} = 300\ dyne/cm^2$

8. (c) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$ जल का घनत्व 4^oC पर अधिकतम होता है।

अतः 4^oC पर जल स्तंभ की ऊँचाई न्यूनतम होगी।

9. (c) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \therefore T = \frac{hrdg}{2\cos\theta}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{h_1}{h_2} \times \frac{r_1}{r_2} \times \frac{d_1}{d_2} \times \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1} = \frac{1}{6}$

10. (c) $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg} \therefore \frac{h_2}{h_1} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1} \times \frac{d_1}{d_2} \times \frac{r_1}{r_2}$

$\frac{h_2}{h_1} = \frac{140}{70} \times \frac{\cos 60°}{\cos 0°} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{2} \Rightarrow h_2 = \frac{h_1}{2} = 3cm$

11. (b)

12. (c) R त्रिज्या का बुलबुला बनाने में किया गया कार्य

$W_1 = 8\pi R^2 T_1$

$2R$ त्रिज्या का बुलबुला बनाने में किया गया कार्य

$W_2 = 8\pi (2R)^2 T_2 = 32\pi R^2 T_2 \ \therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{T_1}{4T_2}$

यदि साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव समान है, तो

$W_2 = 4W_1$

परन्तु प्रश्न में साबुन के घोल का ताप बढ़ाया जाता है अतः इसका पृष्ठ तनाव घट जायेगा।

$\therefore\ W_2 < 4W_1$

13. (d) यदि केशनली की त्रिज्या घटाकर आधी कर दी जाये तो, द्रव स्तंभ की ऊँचाई बढ़कर दो गुनी हो जायेगी क्योंकि $h \propto 1/r$

14. (a) $\Delta P = \frac{2T}{r} = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}}{0.01 \times 10^{-2}} = 1440\ N/m^2$

$= 1.44 \times 10^4\ dyne/cm^2$

15. (b) क्योंकि यदि उपलब्ध केशनली की लंबाई आवश्यक लंबाई से कम है, तो पानी केश नली में ऊपर तक चढ़ेगा तथा अपनी वक्रता त्रिज्या को उसके अनुकूल बना लेगा।

***