{पाठ-4}
{पृष्ठ तनाव}
{Surface Tension}

Imp. **पृष्ठ तनाव** - किसी द्रव के पृष्ठ पर किसी भी दिशा में खींची गई एक काल्पनिक रेखा की एकांक लम्बाई पर तल के लम्बवत् लगने वाले बल को पृष्ठ तनाव कहते हैं।

अर्थात

$$\boxed{T = \frac{F}{l}}$$

मात्रक - न्यूटन/मीटर२

विमा - $[MT^{-2}]$

अथवा "द्रवों का वह गुण जो अपने पृष्ठ को न्यूनतम करने का प्रयास करता है। पृष्ठ तनाव कहलाता है"

→ **पृष्ठ तनाव पर प्रभाव** -

1. **ताप का प्रभाव** - जब किसी द्रव का ताप बढ़ाते हैं तो अणुओं की बीच की दूरी बढ़ जाती है, इससे उनके बीच ससंजक बल कम हो जाता है अतः पृष्ठ तनाव घट जाता है।

2. **विलेय पदार्थ का प्रभाव** - यदि पदार्थ जल में अत्यन्त घुलनशील है तो द्रव का पृष्ठतनाव बढ़ जाता है और यदि पदार्थ कम घुलनशील है, तो पृष्ठतनाव कम हो जाता है।

3. **संदूषण का प्रभाव** - जल के पृष्ठ पर कोई चिकनाई जैसे गिरीश या तेल डाल दें, तो जल का पृष्ठतनाव कम हो जाता है।

→ **ससंजक बल** - एक ही पदार्थ के अणुओं के मध्य लगने वाले आकर्षण बल को ससंजक बल कहते हैं।

उदा - जल के अणुओं के मध्य, काँच के अणुओं के मध्य आदि।

→ **असंजक बल** -
भिन्न-भिन्न पदार्थों के अणुओं के मध्य लगते वाले आकर्षण बल को असंजक बल कहते हैं।

Ex→ जल तथा काँच के अणुओं के मध्य, कागज तथा गोंद के अणुओं के मध्य, चॉक तथा बोर्ड के अणुओं के मध्य लगने वाले बल।

प्र०→1. क्या कारण है कि जल काँच को भिगो देता है परन्तु पारा नहीं।

उ०→ जल के अणुओं के मध्य लगने वाला ससंजक बल, जल तथा काँच के बीच अणुओं के बीच लगने वाले असंजक बल से कम होता है। जिससे जल के अणु काँच के पृष्ठ पर चिपक जाते हैं। जबकि पारे के अणुओं के मध्य लगने वाले ससंजक बल का मान, पारे तथा काँच के अणुओं के मध्य लगते वाले असंजक बल से अधिक होता है, जिससे पारे के अणु काँच के पृष्ठ पर नहीं चिपक पाते।

→ **द्रव की पृष्ठ ऊर्जा** - जब किसी द्रव के पृष्ठ का क्षेत्रफल बढ़ाया जाता है, तो द्रव के कुछ अणु अन्दर से पृष्ठ पर आ जाते हैं, इन अणुओं का आकर्षण बल के विरुद्ध कुछ कार्य करना पड़ता है, यह कार्य द्रव में पृष्ठीय ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है, इसे द्रव की पृष्ठीय ऊर्जा कहते हैं।

Note→ यदि किसी द्रव का पृष्ठतनाव T है तथा इसके क्षेत्रफल में ΔA की वृद्धि करने से किया गया कार्य W है अर्थात द्रव की पृष्ठीय ऊर्जा W है तो -

$$\boxed{T = \frac{W}{\Delta A}}$$

if,
$\Delta A = 1$ मी०^2

then,
$$\boxed{T = W}$$

"किसी द्रव के पृष्ठीय क्षेत्रफल में एकांक वृद्धि करने के लिए किया गया कार्य द्रव के पृष्ठतनाव के बराबर होता है।"

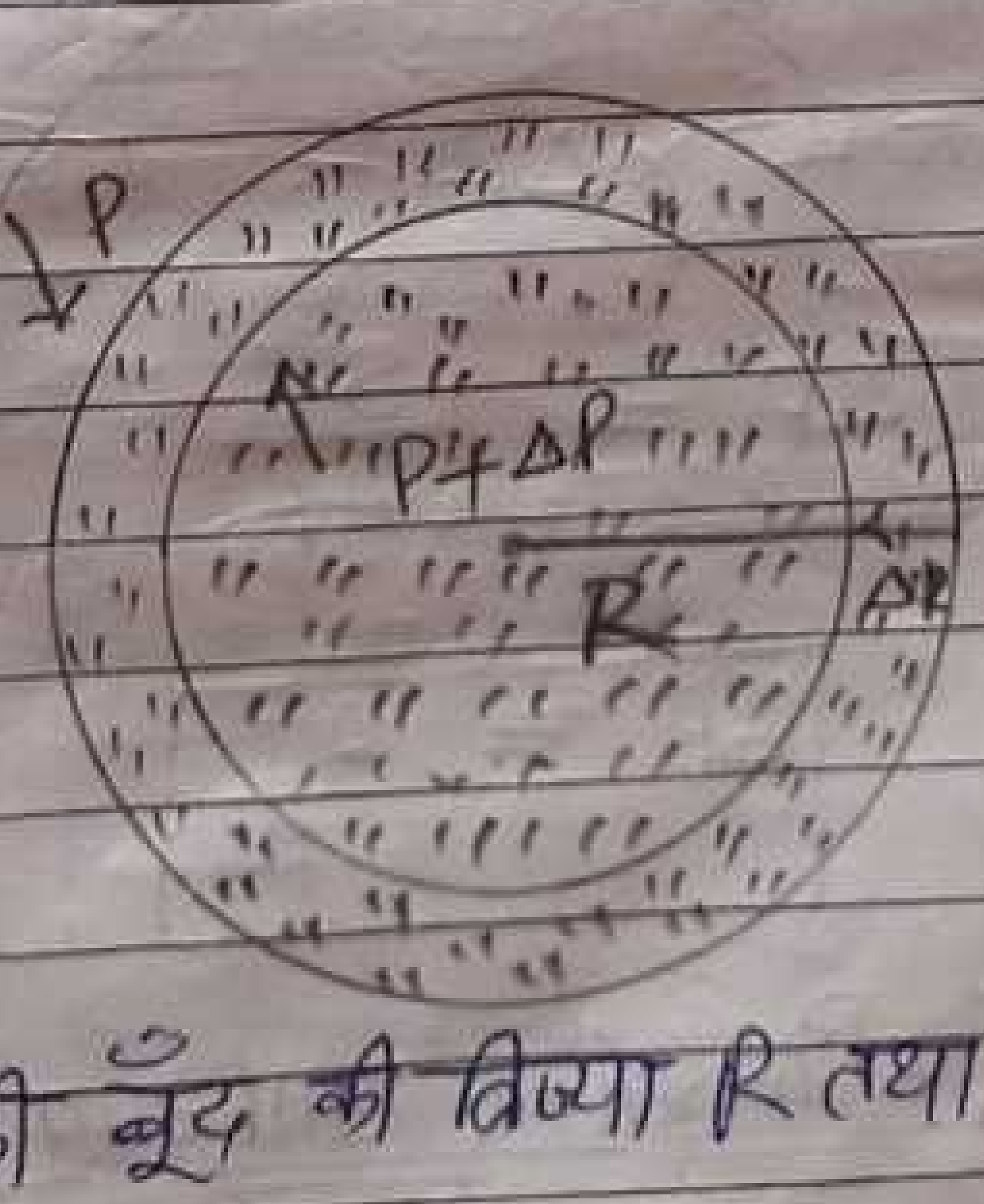
पृष्ठतनाव का मात्रक जूल/मी^{2} होता है।

प्र०→ 2. यदि कपूर के टुकड़े को स्वच्छ जल की सतह पर छोड़ दें तो वह तेजी से घूमने लगता है। क्यों?

उ०→ यदि कपूर के टुकड़े को स्वच्छ जल में डालते हैं तो वह पानी में घुलने लगता है इसका कारण यह है कि कपूर के जलीय घोल का पृष्ठतनाव जल की अपेक्षा कम होता है। चूँकि कपूर के टुकड़े की आकृति अनियमित होती है। अतः कपूर का एक भाग दूसरे भाग की अपेक्षा अधिक घुलने लगता है। जिससे उस स्थान पर पृष्ठतनाव कम हो जाता है अतः कपूर का टुकड़ा अधिक पृष्ठतनाव की ओर घूम जाता है।

आधिक्य दाब (Excess Pressure) - किसी द्रव के पृष्ठ के अवतल सतह पर उत्तल सतह की अपेक्षा अधिक दाब कार्य करता है। इसी दाबान्तर को आधिक्य दाब कहते हैं।

→ द्रव के बुलबुले के भीतर आधिक्य दाब -



चित्र नं. 1

माना एक द्रव की बूँद की त्रिज्या R तथा पृष्ठतनाव T है।

Page No.

माना बूँद के बाहर दाब P तथा बूँद के अन्दर दाब $P+\Delta P$ है। जहाँ ΔP आधिक्य दाब है। यदि आधिक्य दाब बूँद को ΔR दूरी तक विस्थापित करता है, तो आधिक्य दाब के कारण किया गया कार्य = बल × विस्थापन

या
$$W = \text{आधिक्य दाब} \times \text{क्षेत्रफल} \times \text{विस्थापन}$$
$$W = \Delta P \times 4\pi R^2 \times \Delta R \quad \text{——— (1)}$$

बूँद के पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि

$$\Delta A = 4\pi(R+\Delta R)^2 - 4\pi R^2$$
$$\Delta A = 4\pi[R^2 + (\Delta R)^2 + 2R\Delta R] - 4\pi R^2$$
$$\Delta A = 4\pi R^2 + 4\pi(\Delta R)^2 + 8\pi R\Delta R - 4\pi R^2$$
$$\Delta A = 8\pi R\Delta R$$
{ΔR को छोड़ने पर}

So
$$\text{पृष्ठीय ऊर्जा } W = T \times \Delta A$$
$$W = T \times 8\pi R\Delta R \quad \text{——— (2)}$$

द्रव की पृष्ठीय ऊर्जा में वृद्धि आधिक्य दाब के कारण किए गए कार्य के बराबर होती है।

समीकरण (1) व (2) को बराबर करने पर-

$$\Delta P \times 4\pi R^2 \times \Delta R = T \times 8\pi R\Delta R$$

$\therefore$
$$\Delta P = \frac{8T}{4R}$$

So
$$\boxed{\Delta P = \frac{2T}{R}}$$

→ साबुन के बुलबुले के भीतर आधिक्य दाब -

चित्र नं. 1

माना साबुन के घोल के बुलबुले की त्रिज्या R तथा साबुन के घोल का पृष्ठतनाव T है।
माना बुलबुले के बाहर दाब P तथा अन्दर दाब P+ΔP है। जहाँ ΔP आधिक्य है। माना इस आधिक्य दाब के कारण त्रिज्या में वृद्धि ΔR होती है तो आधिक्य दाब के कारण किया गया कार्य = बल × विस्थापन

$$= \Delta P \times 4\pi R^2 \times \Delta R \quad \text{--- (1)}$$

पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि $= 4\pi(R+\Delta R)^2 - 4\pi R^2$

$$\Delta A = 4\pi\left[R^2 + (\Delta R)^2 + 2R\Delta R\right] - 4\pi R^2$$

$$\Delta A = 4\pi R^2 + 4(\Delta R)^2 + 8\pi R\Delta R - 4\pi R^2$$

$$\Delta A = 8\pi R\Delta R \qquad [(\Delta R)^2 = \text{Neglect}]$$

Since
साबुन के बुलबुले के दो पृष्ठ होते हैं अतः पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि $= 2 \times 8\pi R\Delta R$

$$= 16\pi R\Delta R$$

पृष्ठीय ऊर्जा में वृद्धि (ω) $= T \times \Delta A$

$$= T \times 16\pi R\Delta R \quad \text{--- (2)}$$

साबुन के बुलबुले की बूँद की पृष्ठीय ऊर्जा में नेट वृद्धि, आधिक्य दाब द्वारा किए गए कार्य के बराबर होती है।

from equation (i) and (ii)

$$\Delta P \times 4\pi R^2 \Delta R = T \times 16\pi R\Delta R$$

$$\boxed{\Delta P = \frac{4T}{R}}$$

Page No.

पृष्ठ तनाव

प्र०→1. साबुन के घोल का पृष्ठतनाव .03 न्यूटन/मी० है। इस घोल से 2 सेमी० त्रिज्या के बुलबुले को फूंक मारकर बनाने में कितना कार्य करना पड़ेगा। तथा बुलबुले में कितनी ऊर्जा संचित होगी।

Solve→ Given,

बुलबुले की त्रिज्या $r = 2$ सेमी

$r = 2\times10^{-2}$ मी०

पृष्ठतनाव $T = .03$ न्यूटन/मी०

$T = 3\times10^{-2}$ न्यूटन/मी०

$T = \frac{W}{A}$

∵ साबुन के बुलबुले के 2 पृष्ठ होते हैं।

$A = 2\times4\pi r^2$

$= 2\times4\times3.14\times4\times10^{-4}$

$= 8\times3.14\times4\times10^{-4}$

$= 100.48\times10^{-4}$

We know that -

$W = T\times A$

so $W = 3\times10^{-2}\times100.48\times10^{-4}$

$W = 301.44\times10^{-6}$

$\underline{W = 3.01\times10^{-4}}$ जूल

~~प्र०→2~~ बुलबुले को फूँकने में किया गया कार्य स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

अतः

$\underline{W = U = 3.01\times10^{-4}}$ जूल

प्र०→2. साबुन के घोल से बने एक बुलबुले का क्षेत्रफल 2 सेमी० है बढ़ाने में कितना कार्य करना होगा साबुन के घोल का पृष्ठतनाव 1.8×10^{-2} न्यूटन/मी० है।

Solve→ Given,

$T = 1.8 \times 10^{-2}$ न्यूटन/मी०

बुलबुले के क्षेत्रफल में वृद्धि $(\Delta A) = 1$ सेमी^{2}
$= 1 \times 10^{-4}$ मी०

$T = \frac{W}{\Delta A}$

∵ साबुन के बुलबुले के 2 पृष्ठ होते हैं।

क्षेत्रफल में वृद्धि $\Delta A = 2 \times 10^{-4}$

We know that -

$W = T \cdot \Delta A$
$W = 1.8 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4}$
$W = 3.6 \times 10^{-6}$ जूल

प्र०→3. साबुन के घोल के एक बुलबुले का पृष्ठीय क्षेत्रफल 2×10^{-3} मी०^2 है। बुलबुले को बढ़ाकर उसका पृष्ठीय क्षेत्रफल दोगुना करने में कितना कार्य करना होगा। जबकि घोल का पृष्ठतनाव 3×10^{-2} न्यू/मी० है।

Solve→ Given,

$T = 3 \times 10^{-2}$ न्यूटन/मी०

साबुन के घोल का प्रारम्भिक क्षेत्रफल $= 2 \times 10^{-3}$ मी०
साबुन के घोल का अन्तिम क्षेत्रफल $= 4 \times 10^{-3}$ मी०
क्षेत्रफल में वृद्धि $(\Delta A) = 4 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3}$
$= 2 \times 10^{-3}$ मी०^2

∵ साबुन के बुलबुले के दो पृष्ठ होते हैं
अतः

$\Delta A = 2 \times 2 \times 10^{-3}$ मी०
$= 4 \times 10^{-3}$ मी०

We know that -

$T = \frac{W}{\Delta A}$

Date
Page No.

$$W = T \cdot \Delta A$$
$$W = 3\times10^{-2} \times 4\times10^{-3}$$
$$W = 12\times10^{-5} \text{ जूल}$$

प्र०74. 5×10^{-3} मी० त्रिज्या की जल की बूँद के भीतर आधिक्य दाब की गणना कीजिए जल का पृष्ठ तनाव .5 न्यूटन/मी० है।

Solve→ Given,

जल की बूँद की त्रिज्या $R = 5\times10^{-3}$ मी०

जल का पृष्ठतनाव $T = .5$ न्यूटन/मी०

जल की बूँद के भीतर आधिक्य दाब $= \frac{2T}{R}$

$$= \frac{2\times .5}{5\times10^{-3}}$$
$$= \frac{1}{5}\times10^{3}$$
$$= 2\times10^{2} \text{ न्यूटन/मी०}$$

:- Important Notes :-

1. जो द्रव काँच को भिगो देते हैं या जो द्रव ठोस को भिगों देते हैं उनका स्पर्श कोंण 90° से कम होता है। तथा जो द्रव ठोस को नहीं भिगोते हैं उनके स्पर्श कोंण 90° से अधिक होते हैं।

2. शुद्ध जल तथा स्वच्छ काँच का स्पर्शकोंण शून्य होता है।
3. पारे तथा काँच का स्पर्श कोंण 135° होता है।
4. चाँदी तथा जल का स्पर्श कोंण 90° होता है।

प्र०२५. 1 मिमी त्रिज्या की पारे की बूँद को समान आयतन की 27 छोटी-2 बूँदों में विभक्त करने के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए जबकि पारे का पृष्ठतनाव .032 न्यूटन/मी० है।

Solve: Given,

बड़ी बूँद की त्रिज्या $R = 1$ मिमी०
$= 10^{-3}$ मी०

पृष्ठतनाव $T = .032$ न्यूटन/मी०.

माना एक छोटी बूँद की त्रिज्या $= r$ मी०

1 बड़ी बूँद का आयतन = 27 × छोटी बूँदों का आयतन

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 27 \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$R^3 = 27r^3$$

$$R^3 = (3r)^3$$

$$R = 3r$$

$$r = \frac{R}{3}$$

$$r = \frac{10^{-3}}{3} \text{ मी०}$$

So

1 बड़ी बूँद का क्षेत्रफल $= 4\pi R^2$
$= 4\pi \times (10^{-3})^2$
$= 4\pi \times 10^{-6}$ मी०.

27 छोटी बूँदों का क्षेत्रफल $= 27 \times 4\pi r^2$
$= 27 \times 4\pi \times \left(\frac{10^{-3}}{3}\right)^2$
$= 27 \times 4\pi \times \frac{10^{-6}}{9}$
$= 12\pi \times 10^{-6}$ मी०

बूँद के पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि -

$$(\Delta A) = 12\pi \times 10^{-6} - 4\pi \times 10^{-6}$$

$$\Delta A = 8\pi \times 10^{-6}$$

$\because$

$$T = \frac{W}{\Delta A}$$

$\therefore$

$$W = T \times \Delta A$$

$$W = .032 \times 8 \times 3.14 \times 10^{-6}$$

$$W = 3.2 \times 10^{-2} \times 8 \times 3.14 \times 10^{-6}$$

$$W = 80.3 \times 10^{-8} \text{ जूल}$$

प्र०76. 1 सेमी० त्रिज्या की जल की एक बूँद को समान आकार की 10^6 छोटी बूँदों में परिवर्तित किया गया है तो इस कार्य में व्यय ऊर्जा की गणना कीजिए। जल का पृष्ठतनाव 7.2×10^{-2} न्यूटन / मी० है।

Solve: Given,

पृष्ठतनाव $T = 7.2 \times 10^{-2}$

बड़ी बूँद की त्रिज्या $R = 1$ सेमी

$= 10^{-2}$ मी०

माना एक छोटी बूँद की त्रिज्या r है

so

1 बड़ी बूँद का आयतन $= 10^6$ छोटी बूँद का आयतन

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 10^6 \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$R^3 = 10^6 \times r^3$$

$$R^3 = (10^2 r)^3$$

$$R = 10^2 r$$

$$R = 100r$$

$$r = \frac{100}{R}$$

$$r = \frac{10^{-2}}{10^{2}}$$

$$r = 10^{-4}\ \text{मी०}$$

1 बड़ी बूँद का पृष्ठीय क्षेत्रफल $= 4\pi R^2$
$= 4\pi(10^{-2})^2$
$= 4\pi\, 10^{-4}$

10^6 छोटी बूँदों का पृष्ठीय क्षेत्रफल $= 10^6 \times 4\pi r^2$
$= 10^6 \times 4\pi \times 10^{-8}$
$= 4\pi \times 10^{-2}$

पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि $= 4\pi \times 10^{-2} - 4\pi \times 10^{-4}$

$\Delta A = 4\pi(10^{-2} - 10^{-4})$
$= 4\pi(10^2 \times 10^{-2} \times 10^{-2} - 10^{-4})$
$= 4\pi(100 \times 10^{-4} - 10^{-4})$
$= 4\pi \times 10^{-4}(100 - 1)$
$= 4\pi \times 10^{-4} \times 99$

$\because\ T = \frac{W}{\Delta A}$

$\therefore\ W = T \times \Delta A$

$W = 7.2 \times 10^{-2} \times 4 \times 3.14 \times 10^{-4} \times 99$

$W = 8.95 \times 10^{-3}$ जूल

→ **केशकात्व** ⇒ किसी केशनली में द्रव के ऊपर चढ़ने या नीचे उतरने की घटना केशकात्व कहलाती है। केशकात्व का कारण द्रव का पृष्ठतनाव होता है।
जैसे- लालटेन की बत्ती में तेल का ऊपर चढ़ना।
केशनली में द्रव के ऊपर चढ़ने की ऊँचाई के लिए

$$T = \frac{rhdg}{2\cos\theta}$$

or

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

Page No. ______

प्र०→7. .1 मिमी व्यास की काँच की दोनों सिरों पर खुली केशनली को पानी में ऊर्ध्वाधर खड़ा किया जाता है। तो केशनली में पानी के चढ़ने की ऊँचाई ज्ञात कीजिए।

$T = .072$ न्यूटन/मी० तथा

$d = 10^3$ किग्रा/मी^{3}

$g = 9.8$ मी/sec^2

Solve→ Given,

$T = 0.072$ न्यूटन/मी०

$= 7.2 \times 10^{-2}$ न्यूटन/मी०

$d = 10^3$ kg/m^3

$g = 9.8$ m/sec^2

व्यास $= .1$ मिमी

$r = 1 \times 10^{-4}$ मी०

$\theta = 0^\circ$

$$h = \frac{2 \times 7.2 \times 10^{-2}}{0.5 \times 10^{-4} \times 10^3 \times 9.8}$$

$$h = \frac{14.4 \times 10^{-2}}{4.90 \times 10^{-1}}$$

$$h = \frac{14.4}{4.9} \times 10^{-1}$$

$$h = \frac{144}{49} \times 10^{-1}$$

$$h = 2.93 \times 10^{-1}$$

Surface Tension

Date ______
Page No. ______

प्र॰1 साबुन के घोल की एक फिल्म का क्षेत्रफल 50 cm² से 100 cm² बढ़ाने में 3×10^{-4} Joule कार्य करना पड़ता है। साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव ज्ञात कीजिए।

Solve→ क्षेत्रफल में वृद्धि

$$\Delta A = 100\,cm^2 - 50\,cm^2$$
$$\Delta A = 50\,cm^2$$
$$\Delta A = 50\times10^{-4}\,m^2$$
$$W = 3\times10^{-4}\,Joule$$

साबुन के घोल के लिए-

$$W = T\cdot 2\Delta A \Rightarrow T = \frac{W}{2\cdot\Delta A}$$
$$3\times10^{-4} = T\cdot 2\times50\times10^{-4}$$
$$T = \frac{3\times10^{-4}}{2\times50\times10^{-4}}$$
$$T = \frac{3}{100}$$
$$T = 0.03\,Joule/m^2$$

प्र॰2. साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव 0.03 N/m है। इस घोल से 2 cm त्रिज्या के बुलबुले को फूँक मारकर बनाने में कितना कार्य करना पड़ेगा।

Solve→ साबुन के बुलबुले का पृष्ठीय क्षेत्रफल $= 4\pi R^2$

चूँकि साबुन के बुलबुले के दो पृष्ठ होते हैं।

अतः कुल पृष्ठीय क्षेत्रफल $\Delta A = 2\times4\pi R^2$

$$= 8\pi(2\times10^{-2})^2$$
$$= 8\pi\times4\times10^{-4}$$
$$T = 0.03\,N/m$$

Since: $W = T\cdot\Delta A$

$$W = 0.03\times8\times3.14\times4\times10^{-4}$$
$$W = 3.0144\times10^{-4}$$
$$W = 3\times10^{-4}\,Joule$$

Date
Page No.

प्र०73 1cm त्रिज्या की जल की बूँद को 1000 बूँदों में स्प्रे किया जाता है तो इस कार्य में व्यय ऊर्जा की गणना कीजिए। दिया है जल का पृष्ठतनाव 72×10^{-3} N/m है।

Solve⇒

जल की बड़ी बूँद की त्रिज्या $R = 1cm = 10^{-2}$ मी.
माना एक छोटी बूँद की त्रिज्या $= r$

बडी बूँद का आयतन = 1000 छोटी बूँदों का आयतन

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 1000\times\frac{4}{3}\pi r^3$$

$$R^3 = 1000 r^3$$

$$(R)^3 = (10)^3\cdot(r)^3$$

$$R = 10r$$

so

$$r = R/10$$

∴ क्षेत्रफल में वृद्धि = 1000 छोटी बूँदों का क्षेत्रफल − 1 बडी बूँद का क्षे०

$$\Delta A = 1000\times 4\pi r^2 - 4\pi R^2$$

$$\Delta A = 4\pi\left[\frac{1000\times R^2}{100} - R^2\right]$$

$$\Delta A = 4\pi\times 9R^2$$

∴ व्यय कार्य (W) $= T.\Delta A$

$$= 72\times10^{-3}\times4\times3.14\times9\times1\times10^{-4}$$

$$= 8138.8\times10^{-7}$$

$$= 8.13\times10^{-4} \text{ जूल}$$ Ans.

प्र०74. 2 मिमी व्यास की पारे की एक बडी बूँद बराबर आयतन की 64 छोटी बूँदों में तोडी जाती है इस प्रक्रिया में किये गये कार्य की गणना कीजिए पारे का पृष्ठतनाव 0.465 N/m है।

Page No.

पारे की एक बड़ी बूँद का आयतन $R = 1mm = 10^{-3}$ मी.

प्र०75. किशनली में द्रव 7cm की ऊँचाई तक चढ़ता है। नली की त्रिज्या 0.1 मिमी तथा द्रव का घनत्व $.8 \times 10^3$ kg/m³ है। यदि द्रव तथा नली की सतह के बीच स्पर्श कोण 0 हो तो द्रव का पृष्ठ तनाव ज्ञात कीजिए।

केशनली को द्रव में डुबोने पर नली में चढ़े द्रव द्रव की ऊँचाई -

जल का घनत्व $\rho = 1\times10^{3}$ kg/m

Date ______ Page No. ______

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g}$$

$$T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$$

Given,

$r = .1\,mm = 10^{-4}$ m

$\rho = .8\times10^{3}$ kg/m^3

$g = 9.8$

$\theta = 0^\circ$

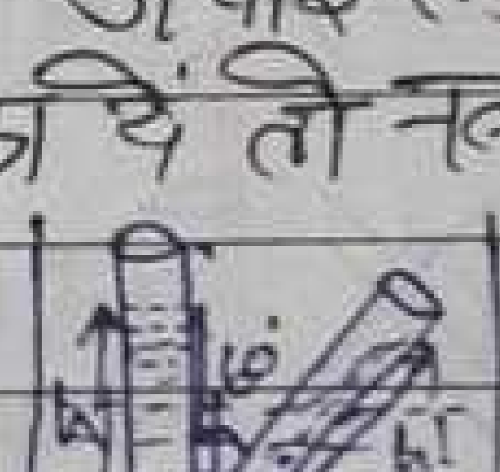
so

$$T = \frac{10^{-4}\times7\times10^{-2}\times.8\times10^{3}\times9.8}{2\times\cos0^\circ}$$

$$T = 27.24\times10^{-3}$$

$$T = 2.\cancel{44}\times10^{-2}\ N/m$$ Ans.

2019 प्र०6. एक केशनली जिसकी त्रिज्या .4 mm है। जल में ऊर्ध्वाधर डुबोई जाती है। ज्ञात कीजिए कि केशनली में जल कितनी ऊँचाई तक चढ़ेगा। यदि केशनली को ऊर्ध्वाधर से 60° झुका दें तो नली में जल कितनी ऊँचाई तक चढ़ जायेगा।



Given,

जल का पृष्ठतनाव $T = 7\times10^{-2}$ N/m

$r = .4\,mm = 4\times10^{-4}$ m

$g = 10$ m/sec^2

$\theta = 0^\circ$

जल का घनत्व $\rho = 1\times10^{3}$ kg/m^3

We know that –

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g}$$

$$h = \frac{2 \times 7 \times 10^{-2} \times \cos 0^\circ}{4 \times 10^{-4} \times 10^{3} \times 10}$$

$$h = 3.5 \times 10^{-2}\ m$$

$$\underline{h = 3.5\ cm}$$

from figure,

$$\cos 60^\circ = \frac{h}{h'}$$

$$h' = \frac{h}{\cos 60^\circ}$$

$$h' = \frac{3.5\ cm}{\frac{1}{2}}$$

$$\underline{h' = 7\ cm}$$ Ans.

→ **केशकत्व** – केशनली में द्रव के ऊपर चढ़ने तथा नीचे उतरने की घटना केशकत्व कहलाती है।

केशकत्व द्वारा जल का पृष्ठ तनाव ज्ञात करना। अथवा केशनली में द्रव के उन्नयन के सूत्र का निगमन

माना r त्रिज्या की एक केशनली जल में ऊर्ध्वाधर खड़ी है। पृष्ठतनाव के कारण केशनली में जल h ऊँचाई तक चढ़ता है। माना जल तथा काँच के लिए स्पर्श कोण θ है। यदि जल का पृष्ठ तनाव T है। तो T को क्षैतिज घटक T sinθ तथा ऊर्ध्व घटक T cosθ में वियोजित करने पर-

ऊर्ध्व घटक T cosθ केशनली में जल के वक्रीय पृष्ठ की वृत्तीय परिधि (2πr) की एकांक लं० पर ऊपर की ओर कार्य करता है।

Date
Page No.

So

ऊपर की ओर लगने वाला कुल बल $F = 2\pi r \times T\cos\theta$
यह बल केशनली में चढ़े जल स्तम्भ के भार को सन्तुलित करता है।
अतः केशनली में चढ़े जल स्तम्भ का आयतन = h ऊँचाई के बेलन में भरे जल का आ०
+ वक्रपृष्ठ में भरे जल का आयतन

अर्थात

$$V = \pi r^2 h + (\text{बेलन } ABCD \text{ का आयतन} - \text{गोलार्द्ध का आ०})$$
$$V = \pi r^2 h + [\pi r^2 (r) - \frac{2}{3}\pi r^3]$$
$$V = \pi r^2 h + \pi r^3 [1 - \frac{2}{3}]$$
$$V = \pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3$$
or
$$V = \pi r^2 [h + \frac{r}{3}] \text{ ——— } (1)$$

केशनली में चढ़े जल स्तम्भ का द्रव्यमान $m = V \times \rho$
जहाँ ρ जल का घनत्व है।
केशनली में चढ़े जल स्तम्भ का भार $= V \times \rho \times g$
$$= \pi r^2 (h + \frac{r}{3}) \rho g \text{ ——— } (2)$$
∵ इस भार को बल $2\pi r \cdot T\cos\theta$ सन्तुलित करता है।
अतः

$$2\pi r \cdot T\cos\theta = \pi r^2 (h + \frac{r}{3}) \rho g$$

Since,

$$h \gg \frac{r}{3}$$
So

$\frac{r}{3}$ को Neglect मान लेते हैं।

$$2\pi r T\cos\theta = \pi r^2 h \times \rho g$$

$$2T\cos\theta = r h \rho g$$

$$\boxed{T = \frac{r h \rho g}{2\cos\theta}}$$