Question Type-01: পীড়ন ও বিকৃতি

➲ **Formula & Concept:**

♦ বিকৃতি হল একক মাত্রায় পরিবর্তন।

➢ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{\ell}{L}$; যেখানে, ℓ = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, L = আদি দৈর্ঘ্য

➢ আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$; যেখানে, v = আয়তনের পরিবর্তন, V = আদি আয়তন

➢ কৃন্তন বিকৃতি = কৃন্তন কোণ = θ বা $\tan\theta$ কারণ $\theta = \tan\theta$ যখন θ মান খুব ছোট এবং θ রেডিয়ানে হিসাব করতে হবে।

➢ পীড়ন $= \frac{F}{A}$; যেখানে F = প্রযুক্ত বল, A = ক্ষেত্রফল

➢ হুকের সূত্রঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক, অর্থাৎ পীড়ন $\propto$ বিকৃতি। পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত হল স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক।

♦ বিকৃতির কোনো একক নেই।

♦ পীড়ন, চাপ, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক প্রত্যেকেরই একক $\frac{N}{m^2}$ বা Pa এবং এগুলো সবই স্কেলার রাশি।

---

01. দুইটি ভিন্ন পদার্থের তৈরী সমান দৈর্ঘ্যের (2 m) এবং সমান ব্যাসের (1 mm) দুইটি তার সিরিজে সংযুক্ত আছে। যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে এদের সম্মিলিত দৈর্ঘ্য 0.9 mm বৃদ্ধি পাবে তার মান বের কর। [$Y_1 = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ ও $Y_2 = 7 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$] **[CKRUET'20-21]**

(a) 219.8 N (b) 635.85 N (c) 2198×10^8 N (d) 109.9 N (e) 6.36 N

সমাধানঃ (সঠিক উত্তর নেই); সিরিজে সংযুক্ত থাকলে উভয় তারে সমান বল প্রযুক্ত হবে।

$Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow \frac{FL}{A} = Yl = \text{constant}$

$Y_1 l_1 = Y_2 l_2 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{Y_2}{Y_1} = \frac{7\times10^{11}}{2\times10^{11}} = \frac{7}{2} \Rightarrow 2l_1 - 7l_2 = 0 \ldots\ldots\ldots \text{(i)}; l_1 + l_2 = 0.9 \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$

Solving (i) and (ii) $\Rightarrow l_1 = 0.7\text{mm}, l_2 = 0.2\text{mm}$

$\therefore F = \frac{Y_1 A l_1}{L} = \frac{2\times10^{11}\times\pi\times(0.5\times10^{-3})^2\times0.7\times10^{-3}}{2}\text{N} = 54.98\text{N}$

02. একই পুরুত্বের দুটি তামার তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1: 2। একই বলে প্রসারিত করলে তার দুটির বিকৃতির অনুপাত কত?

(a) 1: 1 (b) 1: 2 (c) 2: 1 (d) 1: 4 **[BUET'13-14, BUTEX'12-13]**

সমাধান: (a) একই পুরুত্বের দুটি তামার তারের জন্য Y ও A একই হবে

$\therefore Y_1 = Y_2$; $A_1 = A_2$ এবং প্রশ্নমতে, $F_1 = F_2$

$L_1 : L_2 = 1:2$, $\ell_1 : \ell_2 = ?$

$Y_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 \ell_1} \ldots\ldots\ldots \text{(i)}, Y_2 = \frac{F_2 L_2}{A_2 \ell_2} \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$; (ii) ÷ (i) $\Rightarrow 1 = \frac{L_2}{\ell_2} \times \frac{\ell_1}{L_1}$

$\therefore$ বিকৃতির অনুপাত $= \frac{\ell_1}{L_1} : \frac{\ell_2}{L_2} = \frac{\ell}{L_1} \times \frac{L_2}{\ell_2} = 1$

[প্রশ্ন হতে বোঝা যায় যে F, A অভিন্ন বলে পীড়ন অভিন্ন হবে, ফলে Y স্থির রাখার জন্য বিকৃতি অভিন্ন হবে]

03. Two steel wires of length 1.0 m and 2.0 m have diameters 1.0 mm and 2.0 mm, respectively. If they are stretched by forces of 40 N and 8 N respectively, what is the ratio of their elongation? **[IUT'11-12]**

(a) 3:7 (b) 10:1 (c) 5:12 (d) 2:5

Solution: (b); $Y_1 = Y_2 \Rightarrow \frac{\frac{40}{(1\times10^{-3})^2}}{\frac{\Delta l_1}{1}} = \frac{\frac{8}{(2\times10^{-3})^2}}{\frac{\Delta l_2}{2}} \Rightarrow \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{10}{1}$

04. দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 3 mm এবং 6 mm। তার দুইটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির তিনগুণ হয়। তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত ব্যক্ত কর।

সমাধান: $l_1 = 3l_2$; $r_1 = 1.5 \times 10^{-3}\text{m}$; $r_2 = 3 \times 10^{-3}\text{m}$ **[BUET'18-19]**

$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{FL}{A_1 l_1}}{\frac{FL}{A_2 l_2}} = \frac{r_2^2 l_2}{r_1^2 l_1} = \frac{4}{3}$; $Y_1 : Y_2 = 4:3$ ∴ প্রথমটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

05. সমান দৈর্ঘ্যের দুটি ভিন্ন পদার্থের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ করা হল। ফলে দ্বিতীয় তারটি প্রথমটির 2.5 গুণ প্রসারিত হল। তার দুটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে $1.8 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$ ও $1.6 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$। এদের ব্যাসের অনুপাত নির্ণয় কর।

[RUET'11-12, 03-04]

সমাধান: আমরা জানি, $F = \frac{YAl}{L}$; এখন, $l_2 = 2.5l_1$; এখন, $F_1 = \frac{Y_1 A_1 l_1}{L_1}$; $F_2 = \frac{Y_2 A_2 l_2}{L_1}$; $L_1 = L_2$; $l_2 = 2.5l_1$

& $F_1 = F_2$ ∴ $F_1 L_1 = F_2 L_2$

∴ $Y_1 A_1 l_1 = Y_2 A_2 l_2 \Rightarrow Y_1 \pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 l_1 = Y_2 \pi \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 l_2$ ∴ $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \frac{Y_2 l_2}{Y_1 l_1} = \frac{1.6\times10^{11}\times2.5l_1}{1.8\times10^{11}\times l_1} = \frac{20}{9}$

∴ $\frac{d_1}{d_2} = \frac{2\sqrt{5}}{3}$ ∴ $d_1 : d_2 = 2\sqrt{5}:3$

06. বিকৃতির (Strain) মাত্রা লিখ। **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: বিকৃতির মাত্রা নেই। কারণ ইহা একই প্রকার দুটি রাশির অনুপাত।

07. একই দৈর্ঘ্যের দুটি ইস্পাতের তারের ব্যাস যথাক্রমে 1.0mm ও 2.0mm। তার দুটিকে যথাক্রমে 40N ও 80N বল দ্বারা টানা হল, এদের প্রসারণের অনুপাত নির্ণয় কর। **[BUET'08-09]**

সমাধান: $F = \frac{YAl}{L}$ ∴ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1 \times L_2 \times l_1}{L_1 \times A_2 \times l_2} = \frac{40}{80}$ $[L_1 = L_2] \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{1}{2} \times 1 \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 2$ ∴ $\ell_1 : \ell_2 = 2:1$

08. একই পদার্থের দুইটি তার A এবং B এর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1:2 এবং ব্যাসের অনুপাত 2:1 যদি একই বল দ্বারা তার দুটোকে টানা হয়, তখন A এবং B এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অনুপাত কি হবে? **[BUET'06-07]**

সমাধান: আমরা জানি, $Y = \frac{FL_1}{\pi r_1^2 \ell_1} = \frac{FL_2}{\pi r_2^2 \ell_2} \Rightarrow \frac{L_1}{r_1^2 \ell_1} = \frac{L_2}{r_2^2 \ell_2}$ ∴ $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{L_1}{L_2}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}$

∴ $\ell_1 : \ell_2 = 1:8$ (Ans.)

09. দুইটি তারের প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য 3 m এবং এদের ইয়ং এর গুণাংক যথাক্রমে $1.6\times10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$ এবং $1.8\times10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$। তার দুইটির দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ করা হলে দেখা যায় দ্বিতীয়টি প্রথমটির দ্বিগুণ প্রসারিত হয়েছে। তাঁর দুইটির ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

সমাধান: $Y_1 = \frac{FL_1}{\pi r_1^2 l_1}$; $Y_2 = \frac{FL_2}{\pi r_2^2 l_2}$ ∴ $\frac{\pi r_1^2 l_1 Y_1}{L_1} = \frac{\pi r_2^2 l_2 Y_2}{L_2}$

$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{11}\times2l_1}{1.6\times10^{11}\times l_1}} = 1.5 = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$ (Ans.)

$Y_1 = 1.6\times10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$
$Y_2 = 1.8\times10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$
$\frac{r_1^2}{r_2} = \frac{l_2 Y_2}{l_1 Y_1}$

10. 2 টি বিভিন্ন উপাদানের তৈরী তারের প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য 10 মি. এবং ইহাদের ব্যাস যথাক্রমে 2 মি. মি. এবং 4 মি. মি.। প্রথম পদার্থের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক দ্বিতীয় পদার্থের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক-এর চেয়ে চারগুণ বেশী। দৈর্ঘ্য বরাবর উভয়ের উপরই ১০০ কিলোগ্রাম ওজনের বল প্রয়োগ করলে, প্রথম ও দ্বিতীয় তারের প্রসারের তুলনা বাহির কর। **[CUET'05-06]**

সমাধান: $\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{F.L}{\pi r_1^2 \ell_1}}{\frac{F.L}{\pi r_2^2 \ell_2}}$; $4 = \frac{r_2^2 \ell_2}{r_1^2 \ell_1} = \frac{(2\times10^{-3})^2 \ell_2}{(10^{-3})^2 \ell_1} \Rightarrow 4 = \frac{4\ell_2}{\ell_1}$

∴ $\ell_1 = \ell_2$ ∴ $\ell_1 : \ell_2 = 1:1$

$r_1 = 10^{-3}\text{m}$
$r_2 = 2\times10^{-3}\ \text{m}$
$L_1 = L_2 = L = 10\text{m}$
$Y_1 = 4Y_2$
$F_1 = F_2 = F = 100 \times 9.8\text{N}$

11. ইস্পাত ও রাবারের মধ্যে কোনটি বেশী স্থিতিস্থাপক? তোমার উত্তরের ব্যাখ্যা দাও। **[KUET'04-05]**

সমাধান: একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট রাবার ও ইস্পাতের তার সমান দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে ইস্পাতে বেশি বল প্রয়োগ করতে হয়। তাই ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক।

12. দুটি সমান দৈর্ঘ্যের তারের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 : 2 । এদের উপর একটি সমান বল প্রয়োগ করা হল। যদি তার দুটির দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধির অনুপাত 3 : 1 হয় তবে তার দুটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাংকের অনুপাত নির্ণয় কর। **[KUET'04-05]**

সমাধান: $Y_1 = \frac{FL}{\pi r_1^2 \ell_1}$; $Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 \ell_2}$; $Y_1 : Y_2 = \frac{FL}{\pi r_1^2 \ell_1} \times \frac{\pi r_2^2 \ell_2}{FL} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \times \left(\frac{l_2}{l_1}\right)$; $Y_1 : Y_2 = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \left(\frac{1}{3}\right) = \frac{4}{3}$ (Ans.)

Question Type-02: ইয়ং গুণাঙ্ক ও প্রযুক্ত বল

➲ **Formula & Concept:**

$Y = \frac{FL}{A\ell}$; Y= স্থিতিস্থাপক গুণাংক বা ইয়ং এর গুণাঙ্ক, F = যে দিকে দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয় সে দিকে প্রযুক্ত বল, L = আদি দৈর্ঘ্য, A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, ℓ = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন।

01. 2m দীর্ঘ ঝুলন্ত একটি তারের নিচের প্রান্তে 10kg ভর ঝুলালে এর দৈর্ঘ্য 0.6mm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ হলে তারের ব্যাসার্ধ কোনটি? **[KUET'18-19]**

(a) 1.28mm (b) 0.52mm (c) 0.06cm (d) 0.84cm (e) 0.72mm

সমাধান: **(e)**; $A = \frac{FL}{\ell Y} \Rightarrow \pi r^2 = \frac{mgL}{\ell Y} \Rightarrow r = 0.72mm$

02. A 91 kg man's thighbone has a relaxed length of 0.50m, a cross-sectional area of $7.0 \times 10^{-4} m^2$ and a young's modulus of 1.1×10^{11} Nm^{-2}. By how much does the thighbone compress when the man is standing on both feet? **[IUT'18-19]**

(a) 4.26 cm (b) 4.26 μm (c) 3.25 cm (d) 3.25 μm

Solution: (No correct answer); $Y = \frac{FL}{A\Delta l} \Rightarrow \Delta l = \frac{FL}{AY} = \frac{\left(\frac{91 \times 9.8}{2}\right) \times 0.5}{7 \times 10^{-4} \times 1.1 \times 10^{11}} = 2.895 \times 10^{-6} m$

03. 2.2 m দীর্ঘ ঝুলন্ত একটি তারের নিচের প্রান্তে 8.4 kg ভর ঝুলালে এর দৈর্ঘ্য 0.52 mm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়াং গুণাঙ্ক 2×10^{11} Nm^{-2} হলে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) $1.568 \times 10^{-6} m^2$ (b) $1.48 mm^2$

(c) $1.6 \times 10^{-2} cm^2$ (d) $1.74 \times 10^{-6} m^2$ (e) $2 \times 10^{-6} m^2$

সমাধান: **(d)**; $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{Al}$ $\therefore A = 1.74 \times 10^{-6}$ m^2

04. A man whose weight is 0.80 kN is standing upright. How much his thighbone shortened compared to when he is lying down? The length of his thighbone when lying is 43.0 cm and the area of the thighbone is 8.0 cm. [Young's modulus of the thighbone $Y = 9.4 \times 10^9$ Pa] **[IUT'16-17]**

(a) $2.29 \times 10^{-3} cm$ (b) $3.29 \times 10^{-3} cm$ (c) $1.29 \times 10^{-3} cm$ (d) $4.57 \times 10^{-3} cm$

Solution: (a); L = 43cm $l = \frac{FL}{YA} = \frac{\frac{W}{2} \times L}{YA} = 2.29 \times 10^{-3} cm$; [As the weight is divided in two legs, the weight has been divided by two]

05. 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তামার তারকে টেনে দ্বিগুণ লম্বা করতে কত বলের প্রয়োজন হবে? [$Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] **[RUET'14-15]**

(a) $10^7 N$ (b) $2 \times 10^7 N$ (c) $3 \times 10^7 N$ (d) $4 \times 10^7 N$ (e) None

সমাধান: **(b)**; $F = \frac{YAl}{L} = \frac{2 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-4} \times L}{L} = 2 \times 10^7$; $[l = L' - L = 2L - L = L]$

06. A 10kg mass is suspended by a metallic string with cross-sectional area of $1.0 mm^2$. The length of the wire with the mass suspended is 4.02m. When the mass is removed, the length is reduced by 0.02m. What is the modulus of elasticity of the wire? **[IUT'14-15]**

(a) $1.96 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (b) $1.86 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (c) $1.76 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (d) $2.96 \times 10^{10} Nm^{-2}$

Solution: (a); $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{mgL}{A\Delta l} = \frac{10 \times 9.8 \times 4}{1 \times 10^{-6} \times 0.02} = 1.96 \times 10^{10}$ Nm^{-2}

07. A platform is suspended by four wires at its corners. The wires are 3m long and have a diameter of 2.00 mm. Young's modulus of the material of the wire is $1.8 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$. How far will the platform drop due to the elongation of the wires if a 50kg load is placed at the centre of the platform? **[IUT'14-15]**

(a) 0.65mm (b) 0.65cm (c) 0.42mm (d) 0.55mm

Solution: (a); $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} \Rightarrow \Delta l = \frac{FL}{AY} = \frac{mgL}{AY} = \frac{\frac{50}{4}\times 9.8\times 3}{\pi\times\left(\frac{2\times10^{-3}}{2}\right)^2\times 1.8\times10^{11}} = 0.65\text{ mm}$

08. 2m দৈর্ঘ্য এবং 1mm^2 প্রস্থচ্ছেদ এর একটি ষ্টীল তারের মুক্ত প্রান্তে 20N বল প্রয়োগ করলে কতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে? $[Y = 2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}]$ **[KUET'13-14, 10-11, RUET'13-14]**

(a) 2×10^{-4}cm (b) 4×10^{-4}m (c) 2×10^{-4}km (d) 2×10^{-4}m (e) 4×10^{-3}m

সমাধান: (d); $Y = \frac{FL}{A\ell} \therefore l = \frac{FL}{AY} = \frac{20\times2}{10^{-6}\times2\times10^{11}} = \frac{20}{10^5} = 2 \times 10^{-4}\text{m}$

09. একটি তারের দৈর্ঘ্য 2m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2। তারটির এক প্রান্তে 20N বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত? $(Y = 2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2})$ **[RUET'13-14]**

(a) 0.2×10^{-4}m (b) 2.0×10^{-4}m (c) 2.0×10^{-5}m (d) 0.2×10^{-5}m (e) None

সমাধান: (b); $Y = \frac{FL}{A\ell} \therefore l = \frac{FL}{AY} = \frac{20\times2}{2\times10^{11}\times10^{-6}} = 2 \times 10^{-4}\text{m}$

10. Steel wire has a length of 2m and cross-sectional area of 1mm^2. When 20 N force is applied to the wire its length is increased by 2×10^{-4}m. What is the Young's modulus for steel? **[IUT'11-12]**

(a) $2.5 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$ (b) $2.25 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$ (c) $3.5 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$ (d) $2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$

Solution: (d); $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{\frac{20}{1\times10^{-6}}}{\frac{2\times10^{-4}}{2}} = 2 \times 10^{11}\text{ Nm}^{-2}$

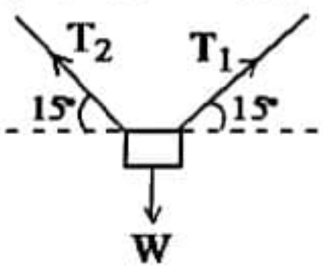
11. A weight of 15 kg is hung with a wire of cross-sectional area 2 mm^2. The length of the wire is 4 m at the time of hanging the weight. Taking Young's modulus of the wire as $1.3 \times 10^{10}\text{ Nm}^{-2}$, find the reduction of length of the wire when the weight is withdrawn. **[IUT'10-11]**

(a) 0 m (b) Increase in length by 5cm

(c) 0.025 m (d) 0.0225 m

Solution: (d); $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{\frac{mg}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} \Rightarrow \frac{\Delta l}{L} = \frac{mg}{AY} \Rightarrow \frac{\Delta l}{4-\Delta l} = \frac{15\times9.8}{2\times10^{-6}\times1.3\times10^{10}} \Rightarrow \Delta l = 0.022488 \approx 0.0225\text{ m}$

12. সমান দৈর্ঘ্য ও $r = 0.5\text{cm}$ ব্যাসার্ধের দুটি ইস্পাত তারের সাহায্যে 45 kg ভরের একটি ট্রাফিক লাইট ঝুলানো আছে। যদি তার দুটি অনুভূমিকের সাথে 15° কোণ তৈরি করে, তাহলে ট্রাফিক লাইটের ওজনের জন্য তার দুটির দৈর্ঘ্য বিকৃতির পরিমাণ কত হবে? দেওয়া আছে, ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$। **[BUET'19-20]**



সমাধান: ; লামির উপপাদ্য অনুসারে, $\frac{W}{\sin 150°} = \frac{T_1}{\sin(90+15°)} = \frac{T_2}{\sin(90+15°)}$

$\Rightarrow T_1 = \frac{W}{\sin 150°} \times \cos 15° = 851.9465\text{ N}\,;\, T_2 = 851.9465\text{ N}$

আমরা জানি, $Y = \frac{T/A}{l/L} \Rightarrow \frac{l}{L} = \frac{T/A}{Y} = \frac{851.9465}{\pi\times(5\times10^{-3})^2\times2\times10^{11}} \Rightarrow \frac{l}{L} = 5.4427 \times 10^{-5}$

13. 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ($Y = 2\times10^{11}\text{ Nm}^{-2}$ for steel) **[CUET'09-10, 03-04]**

সমাধান: $F = \frac{YA\ell}{L} = 2 \times 10^{11} \times 10^{-6} \times \frac{5}{100} = 10{,}000\text{ N}$

$Y = 2 \times 10^{11}\text{ Nm}^{-2}$

$A = 1\text{mm}^2 = 10^{-6}\text{ m}^2;\ \frac{\ell}{L} = \frac{5}{100}$

14. $2mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের সাথে 15kg ভর ঝুলানো আছে। ভর ঝুলানো অবস্থায় তারটির দৈর্ঘ্য 4m । তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাংক $1.3 \times 10^{10} Nm^{-2}$। ভরটি সরিয়ে নিলে তারটির দৈর্ঘ্য কি পরিমাণ সংকুচিত হবে? **[RUET'08-09]**

সমাধান: এখানে, $A = 2mm^2 = 2 \times 10^{-6} m^2$; $m = 15kg$; $L + \ell = 4$; $\ell = (4 - L)$; $Y = \frac{FL}{A\ell}$

$Y = \frac{FL}{A(4-L)}$ বা, $1.3 \times 10^{10} = \frac{15 \times 9.8 \times L}{2 \times 10^{-6}(4-L)}$ বা, $(4 - L)2.6 \times 10^4 = 147L$

বা, $10.4 \times 10^4 = (147 + 2.6 \times 10^4)L$ বা, $L = 3.9775$

আদিদৈর্ঘ্য $= L$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $= \ell$

$\therefore$ সংকুচিত হবে $\ell = 0.022488m = 22.488mm$ [Ans]

15. কোন তারের দৈর্ঘ্য 3m এবং ভর 20gm। 50N টানে এর দৈর্ঘ্য 1mm বাড়ে। ইয়াং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। তারের ঘনত্ব $7.5 \times 10^3 kgm^{-3}$। **[RUET'07-08, 05-06]**

সমাধান: এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 3m$, ভর, $m = 20gm = 0.02kg$,

প্রযুক্ত বল, $F = 50N$, দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি, $l = 1mm = 10^{-3}m$

তারের আয়তন, $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.02kg}{7.5 \times 10^3 kg\, m^{-3}} = 2.67 \times 10^{-6} m^3$

$\therefore$ তারের প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফল, $A = \frac{V}{L} = \frac{2.667 \times 10^{-6} m^3}{3m} = 8.89 \times 10^{-7} m^2$

সুতরাং ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al} = \frac{50 \times 3}{8.89 \times 10^{-7} \times 10^{-3}} = 1.687 \times 10^{11} Nm^{-2}$ (Ans.)

16. 1m লম্বা এবং 1mm ব্যাসের একটি তারের এক প্রান্তে 80 N এর একটি ওজন ঝুলাতে হবে। যদি এক্ষেত্রে 1mm এর বেশি দৈর্ঘ্য-বৃদ্ধি গ্রহণযোগ্য না হয়, তাহলে তামার তার ব্যবহার করা যাবে কি? [তামার ইয়ং গুণাঙ্ক $= 13 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$]

সমাধান: $Y = \frac{FL}{\pi r^2 l} \Rightarrow l = \frac{FL}{\pi r^2 Y} = \frac{80 \times 1}{\pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times 13 \times 10^{10}} = 7.83 \times 10^{-4} m = 0.783\ mm$

$\therefore$ তামার তার ব্যবহার করা যাবে। **[BUET'04-05]**

17. দুইটি নির্দিষ্ট প্রান্ত বিন্দুর মধ্যবর্তী 30m লম্বা একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের মধ্যে গ্রীষ্মকালে টানা বল 200 kN। গ্রীষ্ম ও শীত কালের মধ্যে পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রার ব্যবধান 25°C। যদি তারের ব্যাসার্ধ 1.5 cm, তারের উপাদানের তাপীয় দৈর্ঘ্য প্রসারাংক $24 \times 10^{-6} / °C$ এবং ইয়ং এর গুণাংক $7 \times 10^7 Ncm^{-2}$ হয় তবে শীতকালে তারের মধ্যে সৃষ্ট অতিরিক্ত বলের পরিমাণ এবং এই অতিরিক্ত বলের ধরন নির্ণয় কর। তখন তারের মধ্যে সর্বসাকুল্যে বলের পরিমাণ কত? **[RUET'04-05]**

সমাধান: $F = YA\alpha t = 7 \times 10^7 \times 10^4 \times \pi \times (1.5 \times 10^{-2})^2 \times 24 \times 10^{-6} \times 25 = 296880N = 296.88\ kN$(Ans.)

অতিরিক্ত বল $= 296.88$ kN; শীতকালে টান = গ্রীষ্মকালে টান + $F = 200 \times 10^3 + 296.88 \times 10^3 = 496.88 \times 10^3$ N

18. দুটি নির্দিষ্ট প্রান্তবিন্দুর মধ্যবর্তী 50 মিটার লম্বা একটি অ্যালুমিনিয়াম তারের মধ্যে শীতকালে টানা বল 100 kN। শীত ও গ্রীষ্ম কালের মধ্যে পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রা ব্যবধান 20°C। যদি তারের ব্যাসার্ধ 1 সে. মি., উপাদানের তাপীয় দৈর্ঘ্য প্রসারাংক $20 \times 10^{-6} / °C$ এবং ইয়ং এর গুণাংক $1.1 \times 10^7\ Ncm^{-2}$ হয় তবে গ্রীষ্মকালে তারের মধ্যে সৃষ্ট বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[CUET'04-05]**

সমাধান: $Y = \frac{Fl}{A\Delta l}$, আবার, $\alpha = \frac{\Delta l}{tl} \Rightarrow \alpha t = \frac{\Delta l}{l}$

সুতরাং, $F = YA\frac{\Delta l}{l} = YA\alpha t$

$= 1.1 \times 10^{11} \times 3.14 \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{-6} \times 20$

$= 13816$ N. (Ans.)

গ্রীষ্মকালে টান = শীতকালে টান − F

$100 \times 10^3 - 13816 = 86184$ N

এখানে, $A = \pi r^2 = 3.141 \times (0.01)^2$ $t = 20°C$

$= 3.141 \times 10^{-4}\ m^2$

$Y = 1.1 \times 10^7\ Ncm^{-2} = 1.1 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

19. 130 cm দীর্ঘ এবং 1.1 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তারকে 830°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে তারের দুই প্রান্ত দুটি দৃঢ় বন্ধনীর সাথে এরূপ আঁটকিয়ে দেয়া হলো যেন তারটি দুপাশে টানা অবস্থায় থাকে। তারটি ঠান্ডা হয়ে 20°C এ নেমে আসলে তারে কি পরিমাণ টান সৃষ্টি হবে? [ইস্পাতের ইয়াং গুণাংক, $Y = 200 \times 10^9\ Nm^{-2}$, প্রসারাংক, $\alpha = 11 \times 10^{-6} / °C$] **[BUET'03-04]**

সমাধান: আমরা জানি, $T = YA\Delta t\alpha$

$= 200 \times 10^9 \times \pi \times (5.5 \times 10^{-4})^2 \times 810 \times 11 \times 10^{-6}$

$= 1693$ N (Ans.)

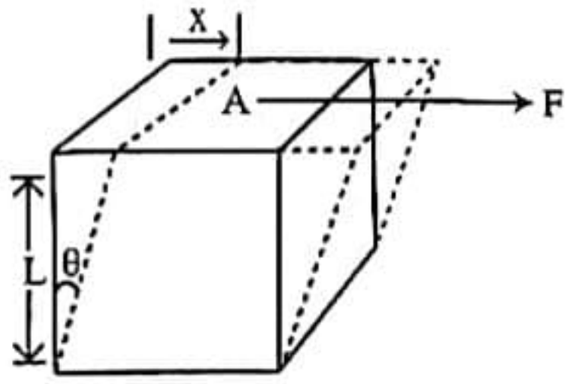
এখানে, $\Delta t = (830 - 20)°C = 810°C$

$r = \frac{1.1}{2} mm = 5.5 \times 10^{-4} m$, $A = \pi r^2$, $T = ?$

Question Type-03: কাঠিন্যের গুণাঙ্ক

➲ **Formula & Concept:**

♦ দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{F}{A\tan\theta}$



এখানে, F = তলের সমান্তরালে প্রযুক্ত বল এবং A = যে তল বরাবর বল প্রয়োগ করা হয়

তার ক্ষেত্রফল, $\tan\theta \approx \theta = \frac{x}{L}$; [θ (রেডিয়ান এককে)]

দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{F}{A\theta}$; যেখানে, $\theta = \frac{\text{সরণ}}{\text{বাহুর দৈর্ঘ্য}}$

Note: η (Modulus of Rigidity) কে বাংলায় বিভিন্ন নামে পাঠ্যবইগুলোতে উল্লেখ করা হয়েছে। যেমন: কাঠিন্যের গুণাঙ্ক/দৃঢ়তার গুণাঙ্ক/ব্যবর্তন গুণাঙ্ক/মোচড় গুণাঙ্ক।

01. একটি দেয়াল হতে 4.8cm ব্যাসের একটি অ্যালুমিনিয়ামের দন্ড অনুভূমিকভাবে 5.3cm প্রক্ষেপিত আছে। দন্ডটির শেষ প্রান্তে 1200kg ভরের একট বস্তু ঝোলানো হল। অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবর্তন গুণাংক $3 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$। দন্ডটির ভরকে উপেক্ষা করে (a) দন্ডটির উপর ব্যবর্তন পীড়ন, এবং (b) দন্ডটির প্রান্তের উল্লম্ব বিচ্যুতি নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

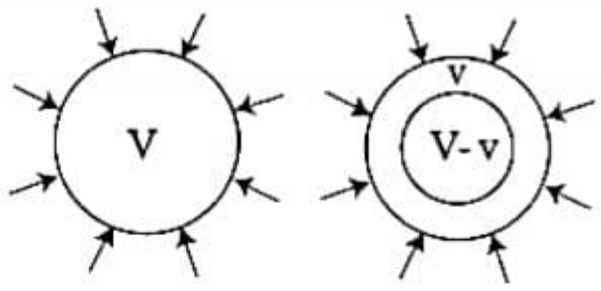
সমাধান: ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $\gamma = \frac{F}{A\theta}$; $\theta = \frac{F}{A\gamma} \Rightarrow \theta = \frac{1200\times9.8}{3\times10^{10}\times\pi\left(\frac{4.8\times10^{-2}}{2}\right)^2} = 2.166 \times 10^{-4}$ radian

(a) ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{1200\times9.8}{\pi\left(\frac{4.8\times10^{-2}}{2}\right)^2} = 6.5 \times 10^{6}\text{Nm}^{-2}$

(b) উল্লম্ব বিচ্যুতি $= 5.3 \times \tan\theta = 1.148 \times 10^{-3}\text{cm}$

Question Type-04: আয়তন গুণাঙ্ক

➲ **Formula & Concept:**



V আয়তনের কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর আয়তন v পরিমাণ কমে যায় তাহলে, আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$

আয়তন বিকৃতি ঘটাতে যদি কোনো বস্তুর A ক্ষেত্রফলের উপর F বল লম্বভাবে প্রয়োগ করতে হয় তাহলে, আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$

আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} \therefore B = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{V}} = \frac{PV}{v}$; $[\frac{F}{A} = \text{চাপ, P}]$

এখানে, P = প্রযুক্ত চাপ, V= আদি আয়তন, v = আয়তন পরিবর্তন, $V \pm v$ = পরিবর্তনের পর আয়তন, B = আয়তন গুণাঙ্ক।

সংনম্যতা হচ্ছে আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি। অর্থাৎ, সংনম্যতা, $K = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}} = \frac{1}{B}$ [B = আয়তন গুণাঙ্ক(Bulk modulous)]

লক্ষণীয়ঃ আয়তন গুণাঙ্ককে কখনও কখনও অসংনম্যতা বলা হয়।

বিঃদ্রঃ কোন কোন বইয়ে আয়তন গুণাঙ্ককে K দ্বারা এবং সংনম্যতাকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

01. পানির উপরিতলে পানির ঘনত্ব $1.03 \times 10^{3}\text{kgm}^{-3}$ হলে 800 atm চাপ গভীরতায় পানির ঘনত্ব কত হবে? [দেওয়া আছে, পানির সংনম্যতা $= 45.8 \times 10^{-11}\text{Pa}^{-1}$ এবং $1\text{ atm} = 1.013 \times 10^{5}\text{Pa}$] **[BUET'16-17]**

সমাধান: $B = \frac{PV}{v} \therefore v = \frac{P}{B}V = 0.037V$; $V' = V - v = 0.9629V$ | $\frac{1}{B} = 45.8 \times 10^{-11}\text{Pa}^{-1}$

যেহেতু, ভর অপরিবর্তিত থাকবে। $\therefore V\rho = V'\rho' \therefore \rho' = \frac{V\rho}{V'} = \frac{V}{0.9629V} \times 1.03 \times \frac{10^3\text{kg}}{\text{m}^3} = 1069.7\,\text{kgm}^{-3}$

02. $2 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ চাপে সীসার ঘনত্ব কত হবে? [সীসার স্বাভাবিক ঘনত্ব $\rho = 11.4 \text{gcm}^{-3}$ এবং সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $0.80 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$] **[BUET'08-09, KUET'03-04]**

সমাধান: আমরা জানি, আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{VP}{v}$ বা, $\frac{V}{v} = \frac{B}{P} = \frac{0.80 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}}{2 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}} = 40 \ \therefore v = \frac{V}{40}$

ধরা যাক, চাপ প্রয়োগের ফলে সীসার নতুন আয়তন হল V' এবং নতুন ঘনত্ব হল ρ'

চাপ প্রদানের পূর্বে সীসার ভর = চাপ প্রদানের পর সীসার ভর

$V\rho = V'\rho'$; বা, $\rho' = \frac{V\rho}{V'}$ কিন্তু $V' = V - v = V - \frac{V}{40} = \frac{39V}{40}$

সুতরাং $\rho' = \frac{V\rho}{\frac{39}{40}V}$ বা, $\rho' = \frac{40\rho}{39} \ \therefore \rho' = \frac{40 \times 11.4 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}}{39} = 11.692 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$

03. একটি পদার্থের উপর প্রযুক্ত আয়তন পীড়ন $3 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ এবং আয়তন বিকৃতি 1.5×10^{-3} হলে ঐ পদার্থের উপাদানের আয়তন গুণাংক নির্ণয় কর। **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: আয়তন গুণাংক $= \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{3 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}}{1.5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$.

04. ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাংক $2.1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ও পানির আয়তনের স্থিতিস্থাপক গুণাংক $2.1 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$। ইস্পাত ও পানির ঘনত্ব যথাক্রমে $7.8 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ও 10^3 kgm^{-3}। ইস্পাত ও পানিতে শব্দের বেগের তুলনা কর। **[KUET'04-05]**

সমাধান: $V_s = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.1 \times 10^{11}}{7.8 \times 10^3}} = 5188.75 \text{ ms}^{-1}$; $V_w = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.1 \times 10^9}{10^3}} = 1449.14 \text{ ms}^{-1} \ \therefore \frac{V_s}{V_w} = \frac{5188.75}{1449.14} = 3.58$ (Ans.)

Qucstion Type-05: পয়সনের অনুপাত

➲ **Formula & Concept:**

➢ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}}$; যেখানে, D = আদি ব্যাস, d = ব্যাসের পরিবর্তন (চিহ্ন বাদে), L = তারের আদি দৈর্ঘ্য, l = বাহ্যিক বলের প্রভাবে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি।

➢ পয়সনের অনুপাতের কোনো মাত্রা ও একক নেই।

➢ তাত্ত্বিকভাবে, পয়সনের অনুপাতের মান -1 এর চেয়ে কম এবং $+\frac{1}{2}$ এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। অর্থাৎ, $-1 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$

➢ পয়সনের অনুপাতে পজেটিভ/নেগেটিভ sign নিয়ে বিভ্রান্ত হলে পরমমান নিয়ে কাজ করবে।

মনে রাখবে, পয়সনের অনুপাত কেবল তখনই ঋণাত্মক হতে পারে, যখন দৈর্ঘ্য প্রসারণের ফলে বস্তুর ব্যাস বৃদ্ধি পায়। এ ধরনের বস্তুকে Auxetics বলা হয়।

01. পয়সনের অনুপাতের মান নিচের কোনটির সমান হতে পারে না? **[BUTEX'14-15]**

(a) 0.01 (b) 0.1 (c) 0.4 (d) 0.6

সমাধান: (d); σ এর সীমা -1 থেকে $\frac{1}{2}$

02. 1 m দীর্ঘ ও 1 mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.05 cm বৃদ্ধি করা হলে তারটির ব্যাস হ্রাস পাবে- [Poisson ratio, $\gamma = 0.25$]

(a) $1.25 \times 10^{-7}\text{m}$ (b) $1.25 \times 10^{-7}\text{cm}$ (c) $12.5 \times 10^{-7}\text{m}$ (d) $1.25 \times 10^{-7}\text{mm}$ **[BUET'13-14]**

সমাধান: (a); $\Delta d = \gamma \times \frac{\Delta L}{L_o} \times D = 0.25 \times \frac{0.05}{100} \times 1\text{mm}$; $\Delta d = 1.25 \times 10^{-7}\text{m}$

03. বল প্রয়োগের ফলে একটি তারের দৈর্ঘ্য 1% পরিবর্তন হলে এর ব্যাস শতকরা কত ভাগ পরিবর্তিত হবে? [পয়সনের অনুপাত 0.2.]

(a) 1% (b) 2% (c) 0.2% (d) 5% **[BUET'12-13]**

সমাধান: (c); $\sigma = 0.2; \Delta l = \frac{1}{100}L$

এখন, $\sigma = \frac{\Delta dL}{D\Delta l} \Rightarrow \sigma = \frac{\Delta dL}{D\times\frac{1}{100}L} \Rightarrow 0.2 = \frac{\Delta d\times 100}{D} \Rightarrow \Delta d = \frac{0.2}{100}D \Rightarrow \Delta d = D$ এর 0.2%

04. 3m দৈর্ঘ্য এবং 1mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি ধাতব তারকে 10kg ওজন দ্বারা টানা হল। যদি ইহার উপাদানের ইয়াং-এর গুণাঙ্ক এবং পয়সনের অনুপাত যথাক্রমে $12.5 \times 10^{11}\text{dyne/cm}^2$ ও 0.26 হয় তাহলে এর পার্শ্বীয় সংকোচন বের কর। **[CUET'11-12]**

(a) $2.6 \times 10^{-5}\text{cm}$ (b) $2.6 \times 10^{-8}\text{cm}$ (c) $2.6 \times 10^{-7}\text{cm}$ (d) None of these

সমাধান: (a); $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$

$[1\ \text{dyne/cm}^2 = \frac{1}{10}\text{Nm}^{-2} \quad \therefore\ 12.5 \times 10^{11}\text{dyne/cm}^2 = 12.5 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}]$

বা, $l = \frac{mgL}{\pi r^2 Y} = \frac{10\times 9.8\times 3}{3.1416\times(0.5\times10^{-3})^2\times 12.5\times10^{10}}$ বা, $l = 2.99 \times 10^{-3}\text{m}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য সংকোচন $= \frac{l}{L} = \frac{2.99\times10^{-3}}{3} = 9.98 \times 10^{-4}\text{m}$; পয়সনের অনুপাত $= \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

$\therefore$ পার্শ্বীয় সংকোচন = পয়সনের অনুপাত × দৈর্ঘ্য সংকোচন $= 0.26 \times 9.98 \times 10^{-4}\text{m} = 2.6 \times 10^{-4}\text{m}$

$\therefore$ এখন পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{\Delta D}{D}$ $\therefore$ পার্শ্বীয় সংকোচন $= 2.6 \times 10^{-4} \times 10^{-1}\text{cm} = 2.6 \times 10^{-5}\text{cm}$

05. 3m দীর্ঘ ও 3mm ব্যাসার্ধের একটি তারকে টানলে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 0.2mm। তারটির ব্যাস কতটুকু কমবে? [পয়সনের অনুপাত $\sigma = 0.2$] **[BUTEX'20-21]**

সমাধান: এখানে, $L = 3\text{m}, r = 3\text{mm} = 3 \times 10^{-3}\text{m}, \Delta L = 0.2\text{mm} = 0.2 \times 10^{-3}\text{m}$

আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত $= \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{L\Delta r}{r\Delta L}$

$\therefore \sigma = \frac{L\Delta r}{r\Delta L} \Rightarrow 0.2 = \frac{3\times\Delta r}{3\times10^{-3}\times0.2\times10^{-3}} \Rightarrow \Delta r = 4 \times 10^{-8}\text{m}$

$\therefore \Delta d = 2 \times \Delta r = 2 \times 4 \times 10^{-8}$ $\therefore$ তারটির ব্যাস $8 \times 10^{-8}\text{m}$ কমবে।

06. 2 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে কত kN বল প্রয়োগ করতে হবে? এর ফলে তারের ব্যাসের কতটা পরিবর্তন হবে? [ইস্পাতের Young's Modulus $2 \times 10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$ এবং Poisson's ratio is 0.25] **[BUET'17-18]**

সমাধান: আমরা জানি, $F = \frac{YAl}{L}$

$= 2 \times 10^{11} \times \pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 0.15$

$= 94247.78\ \text{N} = 94.2478\ \text{kN}$ (Ans.)

আবার আমরা জানি, $\sigma = \frac{\Delta d\times L}{d\times l}$

$\Rightarrow \Delta d = \sigma \times d \times \frac{l}{L} = 0.25 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.15$

$\Rightarrow \Delta d = 7.5 \times 10^{-5}\ \text{m}$

$\therefore$ তারের ব্যাস কমে যাবে, $\Delta d = 7.5 \times 10^{-5}\ \text{m}$ (Ans.)

দেওয়া আছে, $Y = 2 \times 10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$

$\sigma = 0.25$

$\frac{l}{L} = 15\% = 0.15$

$d = 2 \times 10^{-3}\ \text{m} = 2\ \text{mm}$

$r = \frac{d}{2} = 1 \times 10^{-3}\ \text{m}$

Question Type-06: অসহ পীড়ন

➲ **Formula & Concept:**

➢ ন্যূনতম যে নির্দিষ্ট ভারের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যায় তাকে অসহ ভার বা অসহ ওজন বলে। আর কোনো একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত অসহ ভারকে অসহ পীড়ন বলে।

➢ অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ ওজন}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

01. 1.5×10^6gm ভরের একটি লিফট একটি ইস্পাতের তারের সাহায্যে ঝুলানো আছে। উহার উঠার সময় লিফটের সর্বোচ্চ ত্বরণ 1.2ms^{-2} এবং অসহপীড়ন $3.0 \times 10^8\text{Nm}^{-2}$ হলে তারের সর্বনিম্ন ব্যাসার্ধ কত? **[CUET'13-14, 10-11]**

(a) 4.33×10^{-3}m (b) 4.19×10^{-3}m (c) 3.7×10^{-3}m (d) None of these

সমাধান: **(b)**; $F = m(g + a) = 1.5 \times 10^3 \times 11\text{N}; A = \pi r^2$

পীড়ন $= \frac{F}{A} \therefore A = \frac{1.5\times10^3\times11}{3\times10^8} = 5.5 \times 10^{-5}$; $r = 4.19 \times 10^{-3}$m

Question Type-07: কৃতকাজ সংক্রান্ত সমস্যা

➲ **Formula & Concept:**

♦ তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কৃতকাজঃ ইয়ং গুণাঙ্ক বিশিষ্ট, A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং L দৈর্ঘ্যের কোনো তারের দৈর্ঘ্য l পরিমাণ বৃদ্ধি করতে কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2}Fl$

এই কাজ তারে বিভবশক্তি হিসেবে জমা হয়।

∴ একক আয়তনে বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} \times \frac{Yl}{L} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2}$ পীড়ন × বিকৃতি

01. A force of 100 N is required to stretch a steel wire 2.0 mm^2 in cross sectional area and 2.0 m long a distance of 0.50 mm. How much work is done? **[IUT'17-18]**

(a) 0.25 N-m (b) 0.025 N-m (c) 2.5 N-m (d) 25 N-m

Solution: (b); $W = \frac{1}{2}F \times l = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.5 \times 10^{-3} = 0.025$ J (Ans.)

02. 5m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাস বিশিষ্ট তারে 100 kg ভর চাপালে দৈর্ঘ্য 0.3mm প্রসারিত হয়। তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

(a) 0.0147 J (b) 0.03 J (c) 0.147 J (d) 5 J (e) 100 J **[KUET'16-17]**

সমাধান: **(c)**; $W = \frac{1}{2}Fx = \frac{1}{2}mgx = \frac{1}{2} \times 100 \times 9.8 \times 0.3 \times 10^{-3} = 0.147$ J

03. 2m দৈর্ঘ্য এবং 1mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারকে টেনে 0.11mm প্রসারিত করতে প্রয়োজনীয় কাজের পরিমাণ কত? [ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$] **[KUET'15-16]**

(a) 6.05×10^{-4}J (b) 6×10^{-3}N (c) 5.03×10^{-4}J (d) 6.05J (e) 3.03×10^{-4}N

সমাধান: **(a)**; $W = \frac{YAl^2}{2L} = 6.05 \times 10^{-4}$J

04. 2 মিটার দৈর্ঘ্য এবং $1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারকে টেনে 0.1 mm প্রসারিত করতে কাজের পরিমাণ কত? $[Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}]$ **[KUET'14-15, 11-12, 07-08]**

(a) 5×10^{-3}J (b) 5×10^{-4}J (c) 2×10^{-3}J (d) 10^{-4}J (e) 2.5×10^{-4}J

সমাধান: **(b);** $L = 2m,\ A = 1 \times 10^{-6}m^2,\ \ell = 0.1 \times 10^{-3}m, Y = 2 \times 10^{11}Nm^{-2}$

$W = \frac{1}{2}\frac{YA\ell^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{2\times10^{11}\times1\times10^{-6}\times(0.1\times10^{-3})^2}{2} = 5 \times 10^{-4}J$

05. স্থিতিস্থাপক বিভব-এর সমীকরণ **[BUTEX'11-12]**

(a)$W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$ (b)$W = \frac{1}{2}\frac{YAl}{L}$ (c)$W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{1}$ (d)$W = \frac{1}{2}\frac{Yl}{L}$

সমাধান: **(a);** স্থিতিস্থাপক বিভব এর সমীকরণ $W = \frac{1}{2}\frac{YA\ell^2}{L}$

06. 1m লম্বা এবং 1 mm ব্যাসের একটি তারকে একটি হুকে বেধে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করায় এটি 0.025cm পরিমাণ লম্বা হলো। তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ হলে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়েছিল? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: আমরা জানি, $W = \frac{YAl^2}{2L} \Rightarrow W = \frac{2\times10^{11}\times\frac{1}{4}\times\pi\times(1\times10^{-3})^2\times(0.025\times10^{-2})^2}{2\times1} \Rightarrow W = 4.91 \times 10^{-3}J$

07. 5m দৈর্ঘ্য এবং 1mm ব্যাস বিশিষ্ট তারে 25kg ভরের ফলে দৈর্ঘ্য 0.1mm প্রসারিত হলে তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। **[BUET'14-15]**

সমাধান: আমরা জানি, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $w = \frac{1}{2} \times$পীড়ন $\times$ বিকৃতি

মোট সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $\times$ আয়তন

$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{\ell}{L} \times v = \frac{1}{2} \times F \times \ell = \frac{1}{2} \times 25 \times 9.8 \times 0.1 \times 10^{-3} = 0.01225\ J$ (Ans.)

08. পারদের আয়তন গুণাংক $2.2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$। $1\ m^3$ পারদের আয়তন $2\times10^{-6}\ m^3$ হ্রাস করতে (i) কি পরিমাণ কাজ করতে হবে? (ii) পারদের কি পরিমাণ স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হবে? **[RUET'06-07]**

সমাধান: $\frac{F}{A} = B \times \frac{v}{V} = 2.2 \times 10^{10} \times \frac{2\times10^{-6}}{1} = 44 \times 10^3\ Nm^{-2}$

(i) $E = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{v}{V} \times V = \frac{1}{2} \times 44 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-6}$

[∵ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{v}{V}$] $= .044\ J$

(ii) $W = E = 0.044\ J$ (Ans.)

Alternative: $W = \frac{1}{2}B\frac{v^2}{V}$ [আয়তন বিকৃতিতে কৃত কাজ]

$= \frac{1}{2} \times 2.2 \times 10^{10} \times (2 \times 10^{-6})^2 = 0.044J$

09. একটি স্থিতিস্থাপক তারকে টেনে লম্বা করা হয়েছে। তারের মূল দৈর্ঘ্য L, দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি x; তারের প্রস্থচ্ছেদ A এবং বস্তুর ইয়ংয়ের ধ্রুবক Y হলে, কতটা স্থিতিস্থাপক শক্তি এতে জমা হয়েছে ? **[BUET'01-02]**

সমাধান: হুকের সূত্র হতে, $\frac{F}{A} = Y\frac{x}{L} \Rightarrow F = Y\frac{Ax}{L}$

ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য dx বৃদ্ধিতে কৃতকাজ তথা সঞ্চিত বিভবশক্তি, $dW = Fdx = \frac{YA}{L}xdx$

$x = 0$ হতে $x = x$ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে মোট কৃত কাজ, $W = \int_0^W dw = \int_0^x \frac{YA}{L}xdx$

$= \frac{YA}{L}\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^X = \frac{1}{2}YA\frac{x^2}{L}$, যা স্থিতিস্থাপক শক্তি হিসেবে তারে জমা থাকবে। (Ans.)

[এক্ষেত্রে কৃত কাজ, $W = F\frac{x}{2}$; $\frac{x}{2}$ = ভর কেন্দ্রের সরণ]

Question Type-08: পৃষ্ঠটান

➲ **Formula & Concept:**

➢ পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{L}$; যেখানে T = পৃষ্ঠটান; F = বল; L = বিবেচিত দৈর্ঘ্য (প্রবাহীর উপরিপৃষ্ঠ যতটুকু দৈর্ঘ্য জুড়ে কোন পদার্থের সংস্পর্শে থাকে।)

➢ আয়তকার বস্তুর জন্য, ℓ = (দৈর্ঘ্য+প্রস্থ), বৃত্তাকার প্লেট = $2\pi r$, যেখানে r হচ্ছে বৃত্তাকার প্লেটের ব্যাসার্ধ।

01. কোন ধর্মের কারণে পানির ফোঁটা গোলাকৃতির হয়? **[Ans: c] [RUET'14-15, BUTEX'12-13, BUET'09-10]**

(a) স্থিতিস্থাপকতা (b) সান্দ্রতা (c) তলটান (d) কৈশিকত্ব (e) None

02. l দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার কাঠামোকে সাবানের পানিতে ডুবানো হল। যখন কাঠামোটিকে বাহিরে আনা হল তখন তার উপর একটি সাবানের ফিল্ম পাওয়া যায়। সাবানের দ্রবণের পৃষ্ঠটান T হলে কাঠামোটির উপর বলের মান হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 8 Tl (b) 4 Tl (c) 10 Tl (d) 12 Tl

সমাধান: **(a);** $F = 2 \times 4T\ell = 8T\ell$

Question Type-09: পৃষ্ঠশক্তি $W = \Delta A \times T$

➲ **Formula & Concept:**

➢ তরলের মুক্ততলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত শক্তি = পৃষ্ঠশক্তি = E = T

➢ ক্ষেত্রফল পরিবর্তনে কৃতকাজ, $W = \Delta A \times T$; যেখানে ΔA = ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন

➢ তরলের ফোটার টুকরা হতে / জোড়া লাগতে ব্যায়িত বা নির্গত শক্তি,

$W = (A_2 - A_1) \times T, = 4\pi(Nr^2 - R^2) \times T = 4\pi\left(N^{\frac{1}{3}} - 1\right)R^2.T$

এখানে, N = ক্ষুদ্র ফোটার সংখ্যা ; R = বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ ; T = পৃষ্ঠটান, r = ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ

♦ একটি তরল ফোঁটার জন্য: $W = 4\pi(R^2 - \pi^2)T$

♦ একটি বুদবুদের জন্য: $W = 2 \times 4\pi(R^2 - \pi^2)T$; [কারণ বুদবুদের ২টি পৃষ্ঠ]

01. 10cm ব্যাসার্ধের একটি পারদ ফোটাকে 10^6 সমআয়তন ফোটায় বিভক্ত করা হলো। এতে কি পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হলো? পারদের পৃষ্ঠটান $= 0.55Nm^{-1}$। **[KUET'18-19]**

(a) 10^{-3}J (b) 6.84×10^{-3}J (c) 68.39×10^{-3}J (d) 0.684J (e) 6.84J

সমাধান: **(e);** $W = 4\pi(Nr^2 - R^2)T = 6.84$ J $\left[N \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3; N = 10^6 \Rightarrow r = \frac{R}{\sqrt[3]{10^6}}\right]$

02. কোন তরলের ফোঁটার তলশক্তি U । উক্ত ফোঁটা থেকে 1000 টি একই রকম ফোঁটা তৈরী করা হল। সবকটি ফোঁটার মোট তলশক্তি হল- **[BUTEX'16-17]**

(a) 1000 U (b) 100 U (c) 10 U (d) U

সমাধান: **(c);** 1000 ছোট ফোঁটার আয়তন 1 বড় ফোঁটার আয়তনের সমান।

$\therefore 1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = 10r$ $\therefore$ মোট তলশক্তির অনুপাত $= \frac{1000 \times 4\pi\left(\frac{R}{10}\right)^2}{4\pi \times R^2} = 10$

03. 0.2mm ব্যাস বিশিষ্ট পানির 1000 ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরী করে। বৃহৎ ফোঁটাটি তৈরি করতে নির্গত শক্তি নির্ণয় কর। (পানির পৃষ্ঠটান $= 72 \times 10^{-3}\ \text{Nm}^{-1}$) **[KUET'13-14]**

(a) 82 ergs (b) 81.31 J (c) 81.46 ergs (d) 81 dynes (e) 80.2 ergs

সমাধান: (c); $r = 0.1\text{mm} = 0.1 \times 10^{-3}\text{m} = 10^{-4}\text{m}$; $R = \sqrt[3]{n}r = 10r = 0.1 \times 10^{-2}\text{m} = 10^{-3}\text{m}$

$T = 72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$ নির্গত শক্তি $= 4\pi(Nr^2 - R^2)T = 81.43 \times 10^{-7}\text{J} \approx 81.46$ ergs

04. প্রতিটি 10^{-4}m ব্যাস বিশিষ্ট পানির 1000 ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরী করল। বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ কত? **[RUET'13-14, CUET'10-11]**

(a) 10^{-2} m (b) $\frac{1}{10}$ m (c) 5×10^{-4} m (d) None of these

সমাধান: (c); $\frac{4}{3}\pi R^3 = N \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R^3 = N \times r^3 = 1000 \times \left(\frac{10^{-4}}{2}\right)^3 \therefore R = 10 \times \frac{10^{-4}}{2} = 5 \times 10^{-4}\text{m}$

05. একটি সাবানের বুদবুদকে 1cm ব্যাস হতে ধীরে ধীরে আকৃতি বৃদ্ধি করে 10cm ব্যাসে পরিণত করা হল। কৃত কাজ এর পরিমাণ নির্ণয় কর। (সাবান পানির পৃষ্ঠটান $= 25 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$) **[KUET'11-12]**

(a) 1.555×10^{-3}J (b) 1.555×10^{-4}J (c) 1.550×10^{-3}J (d) 1.655×10^{-3}J (e) 1.550×10^{-2}J

সমাধান: (a); $W = T \times 4\pi \times (r_2^2 - r_1^2) \times 2 = 1.555 \times 10^{-3}\text{J}$ $|r_2 = 0.05\text{m}, r_1 = 0.005\text{m}$

06. 3×10^{-3} m ব্যাসার্ধের একটি সাবানের বুদবুদের পৃষ্ঠ-শক্তি নির্ণয় কর। সাবানের মিশ্রণের পৃষ্ঠটান $20 \times 10^{-3}\ \text{Nm}^{-1}$।

(a) 4.52×10^{-6} joules (b) 2.26×10^{-6} joules **[CUET'11-12]**

(c) 1.13×10^{-6} joules (d) None of these

সমাধান: (a); $W = 2 \times 4\pi r^2 \times T = 2 \times 4 \times 3.1416 \times (3 \times 10^{-3})^2 \times 20 \times 10^{-3} \therefore W = 4.52 \times 10^{-6}$ Joules

07. 25 tiny drops of water of radius 0.17×10^{-2} m merge to a large drop. Calculate the amount of energy released in this process. (Surface tension of water: $7.2 \times 10^{-3}\ \text{Nm}^{-1}$). **[IUT'10-11]**

(a) 5.97×10^{-4}J (b) 5.37×10^{-3}J (c) 6.37×10^{-4}J (d) 6.5×10^{-4}J

Solution: (No answer); $25 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = \left(\sqrt[3]{25}\right) \times r$

$\therefore \Delta E = (4\pi r^2 \times 25 - 4\pi R^2) \times T$

$= \left\{4\pi \times (0.17 \times 10^{-2})^2 \times 25 - 4\pi \times \left(\sqrt[3]{25} \times r\right)^2\right\} \times 7.2 \times 10^{-3} = 4.3 \times 10^{-6}$ J

08. একটি সাবানের বুদবুদের ব্যাসার্ধ 1 সে.মি. হতে বাড়িয়ে 10 সে.মি. করতে কত কাজ সম্পন্ন করতে হবে? [সাবান পানির পৃষ্ঠটান $= 2.6 \times 10^{-2}$ নিউটন/মিটার] **[KUET'19-20]**

সমাধান: পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 2 \times (4\pi R^2 - 4\pi r^2)$ [∵ সাবানের ২ টি পৃষ্ঠ থাকে] $= 2 \times 4\pi \times (0.1^2 - 0.01^2) = 0.2488\text{m}^2$

$\therefore$ কৃতকাজ $W = \Delta AT = 0.2488 \times 2.6 \times 10^{-2} = 6.469 \times 10^{-3}$J

09. পানি ব্যবহার করার পর কল বন্ধ করা হলো। তারপরও ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। পরিমাপ করে দেখা গেল প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস 4×10^{-7}m। এ রকম আটটি পানির ফোঁটা একত্রিত করে একটি বড় পানির ফোঁটা তৈরি করা হলো। পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\ \text{Nm}^{-1}$ হলে (i) বড় পানির ফোঁটার ব্যাস কত? (ii) পানির তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে? **[BUTEX'19-20]**

সমাধান: (i) $\frac{4}{3}\pi R^3 = \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \times 8 \Rightarrow R^3 = 8r^3 \therefore R = 2r \therefore D = 2d = 8 \times 10^{-7}\text{m}$ (Ans.)

(ii) $\Delta W = mS\Delta\theta \Rightarrow T \times 4\pi(Nr^2 - R^2) = mS\Delta\theta \Rightarrow 4T\pi(Nr^2 - R^2) = \frac{4}{3}\pi R^3 \times \rho \times S \times \Delta\theta$

$\therefore \Delta\theta = \frac{3T(Nr^2 - R^2)}{R^3\rho s} = \frac{3 \times 72 \times 10^{-3} \times \{8 \times (2 \times 10^{-7})^2 - (4 \times 10^{-7})^2\}}{(4 \times 10^{-7})^3 \times 1000 \times 4200} = 0.12857^\circ\text{C}$ (Ans.)

10. প্রতিটি 1mm ব্যাসার্ধের আটটি বৃষ্টির ফোঁটা $5cms^{-1}$ প্রান্তিক বেগে পতনশীল। যদি আটটি ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হয়, তাহলে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। [দেয়া আছে, পানির পৃষ্ঠটান $= 7.4 \times 10^{-2} Nm^{-1}$ **[BUET'16-17]**

সমাধান: বড় ফোটার ব্যাসার্ধ R হলে, $8 \times \frac{4}{3}\pi r^3\rho = \frac{4}{3}\pi R^3\rho \Rightarrow R = 2r = 2mm$

$\therefore$ পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তনের কারণে নির্গত শক্তি $= (8 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2) \times T = 3.72 \times 10^{-6} J$

[**Note:** প্রান্তবেগ, $v_T \propto r^2$ $\therefore$ গতিশক্তি, $E_k \propto v_t^2 \Rightarrow E_k \propto (r^2)^2 \Rightarrow E_k \propto r^4$

এখানে, গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে। তাই প্রান্তবেগের পরিবর্তনের কারণে কোন শক্তি মুক্ত হবে না।]

11. $0.17 \times 10^{-2} m$ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট 25 টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরী করলো। এতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। (পানির পৃষ্ঠটান $= 7.2 \times 10^{-3} Nm^{-1}$). **[RUET'07-08]**

সমাধান: 25 টি ছোট ফোঁটার আয়তন = 1 টি বড় ফোঁটার আয়তন

$\Rightarrow 25 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow 25 \times r^3 = R^3 \Rightarrow R = r \times \sqrt[3]{25} = 0.17 \times 10^{-2} m \times \sqrt[3]{25} = 0.00497m$

$\therefore \Delta A = 25 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2 = 25 \times 4\pi(0.17 \times 10^{-2})^2 - 4\pi(0.00497)^2$

$= 4\pi[25 \times (0.17 \times 10^{-2})^2 - (0.00497)^2] = 0.000597m^2$

$\therefore$ নির্গত শক্তি, $E = T\Delta A = 7.2 \times 10^{-3} \times 0.0005975 = 4.3 \times 10^{-6} J$ (Ans.)

12. 8 টি সমান মাপের পানির ফোঁটা (ব্যাসার্ধ 5×10^{-4} মি.) একত্র করে 1 টি ফোঁটা তৈরী করলে কত শক্তি নির্গত হবে? মনে কর পানির পৃষ্ঠটান $7.2 \times 10^{-2} Nm^{-1}$। **[CUET'05-06]**

সমাধান: $8 \times \frac{4}{3}\pi(5 \times 10^{-4})^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = 1 \times 10^{-3} m$

$W = \Delta A \times T = 4\pi (Nr^2 - R^2)T = 4\pi [8 (5\times10^{-4})^2 - (1\times10^{-3})^2]\times7.2\times10^{-2}$; $W = 9.05 \times 10^{-7} J$

13. 2 cm ব্যাসার্ধের একটি সাবানের বুদবুদকে 3 cm ব্যাসার্ধের বুদবুদে পরিণত করা হল। কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। বুদবুদের পৃষ্ঠটান $4 \times 10^{-2} Nm^{-1}$। **[CUET'04-05]**

সমাধান: $\Delta A = 2 \times [4\pi(r_2^2 - r_1^2)] = 2 \times [4 \times 3.14\{(0.03)^2 - (0.02)^2\}] = 1.266 \times 10^{-2} m^2$

$\therefore W = \Delta A \times T = 1.256 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2} = 5.024 \times 10^{-4} J$. (Ans.)

14. $10^{-4} m$ ব্যাস বিশিষ্ট পানির 1000টি ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরি করলে কি পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়? [পানির পৃষ্ঠটান $= 7.2 \times 10^{-3} Nm^{-1}$] **[RUET'03-04]**

সমাধান: $1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = 5 \times 10^{-4} m$; $\Delta A = 4\pi(Nr^2 - R^2) = 2.83 \times 10^{-5} m^2$

নির্গত শক্তি, $W = T\Delta A = 7.2 \times 10^{-3} Nm^{-1} \times 2.83 \times 10^{-5} m^2 = 2.037 \times 10^{-7} J$ (Ans.)

Question Type-10: সান্দ্রতা এবং স্টোকসের সূত্র

➲ Formula & Concept:

➢ সান্দ্র বলঃ

$F = \eta A\frac{dv}{dx}$; যেখানে η = সান্দ্রতাঙ্ক, $\frac{dv}{dx}$ = বেগের নতি, F = সান্দ্রবল, A = প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল

➢ স্টোকসের সূত্রঃ

η সান্দ্রতা সহগের কোন প্রবাহীর মধ্যে r ব্যাসার্ধের কোন গোলক v বেগে গতিশীল হলে তার উপর প্রবাহীর সান্দ্র বল (viscous force), $F = 6\pi r\eta v$

➢ বস্তু যখন প্রবাহীর মধ্যদিয়ে প্রান্তবেগে নিচে পড়তে থাকে, প্রান্ত বেগ,

$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$; যেখানে, ρ_s = গোলকের ঘনত্ব, ρ_f = প্রবাহীর ঘনত্ব

➢ v = (+ve) হলে, গোলক নিচে নামে

➢ v = (− ve) হলে, গোলক উপরে উঠে

01. বৃষ্টির পানির একটি ফোঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে পতিত হচ্ছে। ফোঁটাটির অন্তঃবেগ $1.5\ cms^{-1}$, বায়ুর সান্দ্রতা সহগ 1.8×10^{-4} এবং বায়ুর ঘনত্ব 1.21×10^{-3} gm/cc হলে পানির ফোঁটার ব্যাসার্ধ কত? **[CKRUET'20-21]**

(a) 1.11×10^{-4} cm (b) 1.11×10^{-3} cm (c) 11.11×10^{-6} cm (d) 1.24×10^{-6} cm (e) 1.11×10^{-5} cm

সমাধান: **(b);** ফোঁটার অন্তঃবেগ, $v = \frac{2r^2(\rho_w - \rho_a)g}{9\eta}$ [সবই C. G. S এককে]

$\Rightarrow r^2 = \frac{9\eta v}{2g(\rho_w - \rho_a)} = \frac{9 \times 1.8 \times 10^{-4} \times 1.5}{2 \times 980 \times (1 - 1.21 \times 10^{-3})} = 1.24 \times 10^{-6} cm^2 = 1.11 \times 10^{-3} cm$

02. A drop of water is falling through air. The terminal velocity of the drop is $1.2 \times 10^{-2}\ ms^{-1}$ and co-efficient of viscosity of air, $\eta = 1.8 \times 10^{-5}\ Nsm^{-2}$ What is the diameter of the drop? **[IUT'20-21]**

(a) 1.99×10^{-5} m (b) 2.99×10^{-5} m (c) 1.49×10^{-5} m (d) 2.49×10^{-5} m

Solution: (a); $v = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho_w - \rho_{air})}{\eta} \Rightarrow \sqrt{\frac{9v\eta}{2g(\rho_w)}} = r\ [\because \rho_{air} \ll \rho_w] \Rightarrow 2r = 1.99182 \times 10^{-5}$ m

03. In an experiment, a small steel ball falls through a liquid at a constant speed of $10\ cms^{-1}$. If the steel ball is pulled upward with a force equal to twice its effective weight, how fast will it move upward? **[IUT'19-20]**

(a) $5\ cms^{-1}$ (b) zero (c) $10\ cms^{-1}$ (d) $20\ cms^{-1}$

Solution: (c);

1st case:	**2nd case:**
F_v(viscous Force) mg Net falling speed = $10\ cms^{-1}$	2mg ⇒ mg $mg + F_v$ F_v(viscous Force)

∴ The forces working on the steel ball are equal but on opposite direction. So, the upward speed will be $10\ cms^{-1}$.

04. $800\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব ও 10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি তেল ফোঁটা $1.5\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব ও $1.85 \times 10^{-5}\ NSm^{-2}$ সান্দ্রতা গুণাংকের বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়লে উহার প্রান্তিক বেগ কত? **[KUET'18-19]**

(a) $1.14 \times 10^{-4}\ ms^{-1}$ (b) $0.94\ ms^{-1}$

(c) $9.4\ ms^{-1}$ (d) $94\ ms^{-1}$ (e) $800\ ms^{-1}$

সমাধান: **(b);** $v_e = \frac{2r^2}{9\eta}(\rho_s - \rho_f)g = 0.94\ ms^{-1}$

05. একটি বৃষ্টির ফোঁটা পরার সময় সমবেগ সম্পন্ন হয় কারণ- **[BUTEX'14-15]**

(a) পৃষ্ঠটান (b) বায়ুর উর্ধ্বমুখী ধাক্কা (c) বায়ুর সান্দ্রবল (d) বায়ু প্রবাহ

সমাধান: (c); বায়ুর বাধা তথা সান্দ্রবলের কারণেই বৃষ্টির ফোটা সমবেগ প্রাপ্ত হয়; উর্ধ্বমুখী ধাক্কা তথা প্লবতা প্রধান কারণ নয়।

06. 50 km উঁচু থেকে পড়ন্ত দুটি শিলাপিন্ডের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 : 2 শিলাপিন্ড দুইটির অন্তবেগের অনুপাত হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 1 : 9 (b) 9 : 1 (c) 4 : 1 (d) 1 : 4

সমাধান: **(d);** $V \propto r^2 \therefore v_1 : v_2 = 1^2 : 2^2 = 1 : 4$

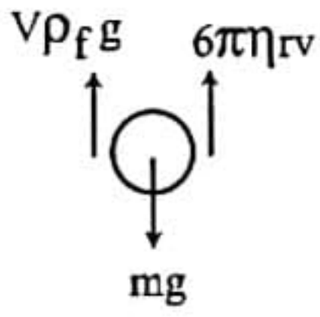
07. একই ধাতুর তৈরী দুটি গোলক যাদের একটির ব্যাসার্ধ অন্যটির দ্বিগুণ। গোলক দুটিকে তরল পদার্থে পূর্ণ একটি লম্বা জারের ভেতর দিয়ে পড়তে দেয়া হলে ছোটটির তুলনায় বড় বলটির টার্মিনাল গতি- **[BUET'11-12]**

(a) একই হবে (b) দ্বিগুণ হবে (c) চার গুণ হবে (d) অর্ধেক হবে

সমাধান: (c); আমরা জানি, $v = \frac{2}{9}\frac{r^2(\rho_s - \rho_f)g}{\eta} \Rightarrow v \propto r^2$; যেহেতু একটি ব্যাসার্ধ অপরটির দ্বিগুণ তাই টার্মিনাল গতি হতে চারগুণ।

08. পানির গভীরতা মাপার জন্য, একটি জলাশয়ের পানির পৃষ্ঠ থেকে 0.005 m ব্যাসার্ধের এবং $2.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্বের একটি বল ছেড়ে দেয়া হল। 10 s পর বলটি জলাশয়ের তলায় পড়ল। যদি 9 s এ বলটি প্রান্তিক বেগ অর্জন করে থাকে, তাহলে জলাশয়ের গভীরতা নির্ণয় কর। [পানির সান্দ্রতা $\eta = 1.6 \times 10^{-3}\ Nsm^{-2}$ এবং ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$] **[BUET'17-18]**

সমাধান: দেওয়া আছে, $r = 0.005\ m$, $\rho_s = 2.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$, $t = 10\ s$



$\rho_f = 1000\ kgm^{-3}$, $\eta = 1.6 \times 10^{-3}\ Nsm^{-2}$, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

বলের উপর প্রযুক্ত নীট বল $F = V(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv$

সুতরাং $F = m\frac{dv}{dt} \Rightarrow V(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv = m\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv = \frac{4}{3}\pi r^3\rho_s\frac{dv}{dt} \Rightarrow v = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta} - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow v = v_T - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}$ ..... (i) [যেখানে, $v_T = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta}$] | $v_T = 51.04\ ms^{-1}$

প্রথম 9s এ, $ds = vdt \Rightarrow \int_0^s ds = \int_0^9 vdt \Rightarrow [s]_0^s = \int_0^9 \left(v_T - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}\right)dt$

$\Rightarrow (s - 0) = \int_0^9 v_T dt - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\int_0^{v_T} dv$ [$t = 0$ সময়ে $v = 0$; $t = 9$ সময়ে $v = v_T$]

$\Rightarrow s = v_T[t]_0^9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta} \cdot [v]_0^{v_T} \Rightarrow s = v_T \times 9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta} \cdot v_T$

$= v_T \cdot \left(9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\right) = \frac{2\times r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta}\left(9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\right) = \frac{2\times(0.005)^2\times(2500-1000)\times9.8}{9\times1.6\times10^{-3}}\left\{9 - \frac{2\times(0.005)^2\times2500}{9\times1.6\times10^{-3}}\right\}$

$\therefore s = 51.04 \times (9 - 8.68) = 16.33\ m$; শেষ সেকেন্ডে সমবেগে যায়, $s_2 = v_T \times 1 = 51.04\ m$

$\therefore$ হ্রদের গভীরতা $= s_1 + s_2 = 16.33 + 51.04 = 67.37\ m$

09. $1.34 \times 10^{-4}\ kg$ এবং $4.4 \times 10^{-3}\ m$ ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাঁচের বল $0.943 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব বিশিষ্ট তেলের মধ্য দিয়ে সুষম বেগে 6.4 s সময়ে 0.381 m নীচে পড়ে। তেলের সান্দ্রতা সহগের মান নির্ণয় কর। **[BUET'14-15]**

সমাধান: $v = \frac{s}{t} = \frac{0.381}{6.4} = 0.0595\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $\eta = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9v} \Rightarrow \eta = \frac{2\times(2.2\times10^{-3})^2\times\left(\frac{1.34\times10^{-4}}{\frac{4}{3}\pi\times(2.2\times10^{-3})^3} - 0.943\times10^3\right)\times9.8}{9\times0.0595} = 0.365\ Pas$ (Ans.)

10. $4 \times 10^{-4}m$ ব্যাসার্ধের একটি সীসার গোলক গ্লিসারিনের ভিতর দিয়ে $6.5\times10^{-3}ms^{-1}$ প্রান্তবেগ নিয়ে পড়ছে। সীসার ও গ্লিসারিনের ঘনত্ব যথাক্রমে $11.37 \times 10^3\ Kgm^{-3}$ ও $1.26 \times 10^3\ Kgm^{-3}$ হলে গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক নির্ণয় কর। **[KUET'03-04]**

সমাধান: $V = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho_s-\rho_l)g}{\eta}$ $\therefore \eta = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho_s-\rho_l)g}{v} = \frac{2}{9} \times \frac{(4\times10^{-4})^2(11.37-1.26)\times10^3\times9.8}{6.5\times10^{-3}} = 0.542\ Nsm^{-2}$ (Ans.)

Question Type-11: কৈশিকতা ও স্পর্শ কোণ

➲ **Formula & Concept:**

♦ কৈশিক নলে তরলের আরোহণ বা অবনমনের ক্ষেত্রেঃ

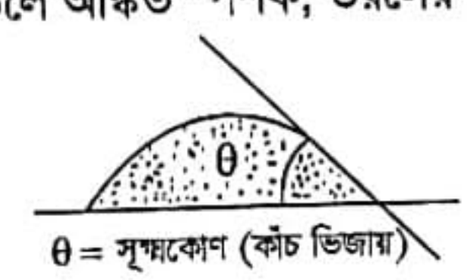
➢ $T = \frac{r\rho g\left(h+\frac{r}{3}\right)}{2\cos\theta}$; যেখানে r = কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ; ρ = তরলের ঘনত্ব, g = অভিকর্ষীয় ত্বরণ, h = তরলের আরোহণ, θ = স্পর্শ কোণ [আরোহণ হলে h (+)ve, অবরোহণ হলে h (–) ve]

➢ $T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$ [$r \ll h$ হলে]

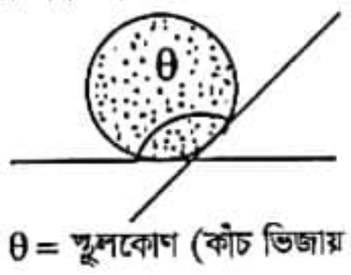
তরলের আরোহণ, h ⟶ Positive (+ve) এবং $\theta \leq 90°$

তরলের অবরোহণ, h ⟶ negative (– ve) এবং $\theta > 90°$

♦ স্পর্শকোণ θ হচ্ছে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক, তরলের মধ্য দিয়ে কঠিন তলের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে সেটি



θ = সূক্ষ্মকোণ (কাঁচ ভিজায়)



θ = স্থূলকোণ (কাঁচ ভিজায় না)

01. তার্পিন তেলের পৃষ্ঠটান $27 \times 10^3\ \mathrm{Nm^{-1}}$ এবং ঘনত্ব $0.87 \times 10^3\ \mathrm{kgm^{-3}}$। যদি 5.8×10^{-5} m ব্যাসের একটি কৈশিক নলের পাত্রের সাথে স্পর্শ কোণ $22°$ হয়, তবে নলটিতে তার্পিন তেল কত উচ্চতায় উঠবে নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 20.25 cm (b) 20 cm (c) 0.28 m (d) 0.18 m (e) 18.2 cm

সমাধান: **(a);** $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta}\ \therefore h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} = 0.2025\ \mathrm{m} = 20.25\ \mathrm{cm}$

[প্রশ্নে T এর মান 27×10^{-3} এর স্থলে 27×10^3 ছাপা হয়েছে।]

02. 0.5×10^{-3}m ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক কাঁচনল পারদে ডুবালে নলের মধ্যে পারদের অবনমন 6.753×10^{-3}m হয়। কাঁচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ কত? [পারদের পৃষ্ঠ টান $= 0.47\ \mathrm{Nm^{-1}}$ এবং ঘনত্ব $= 13.6 \times 10^3\mathrm{kgm^{-3}}$] **[KUET'16-17]**

(a) 103.85° (b) 106.69° (c) 118.6° (d) 120.6° (e) 125.6°

সমাধান: **(c);** এখানে, $h = -6.753 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}, r = 0.5 \times 10^{-3}\mathrm{m}$

$\rho = 13.6 \times 10^3\mathrm{kgm^{-3}},\ g = 9.8\mathrm{ms^{-2}}, T = 0.47\mathrm{Nm^{-1}}$

$\cos\theta = \frac{hr\rho g}{2T} = -0.4787\ \ \therefore \theta = \cos^{-1}(-0.4787) = 118.6°$

03. কাঁচ ও পারদের স্পর্শ কোণ θ হবে- **[BUET'13-14]**

(a) $0 < \theta < 90°$ (b) $90° < \theta < 180°$ (c) $\theta = 90°$ (d) $\theta = 180°$

সমাধান: **(b);** পারদ কাঁচকে ভেজায় না। $\therefore \theta$ স্থূলকোণ

04. কাঁচ ও বিশুদ্ধ পানির বেলায় স্পর্শ কোণের মান কত? **[BUTEX'13-14]**

(a) 3° (b) 5° (c) 6° (d) 8°

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); বিশুদ্ধ পানি ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শকোণ প্রায় শূন্য।

05. একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.1cm। একে $50 \times 10^{-3}\mathrm{Nm^{-1}}$ পৃষ্ঠটান এবং $1000\mathrm{kgm^{-3}}$ ঘনত্বের তেলে ডুবালে কৈশিক নলে কত উচ্চতায় তেল উঠবে। [স্পর্শ কোণ $= 20°$]? **[KUET'10-11]**

(a) 9.588 mm (b) 9.588 cm (c) 9.588 m (d) 0.1438 m (e) 0.1438 cm

সমাধান: $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta} \Rightarrow h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} \Rightarrow h = \frac{2\times50\times10^{-3}\times\cos 20°}{10^{-3}\times1000\times9.8}\ \therefore h = 9.588 \times 10^{-3}\mathrm{m} = 9.588\ \mathrm{mm}$

06. একই পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণকে কি বলে? **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: সংশক্তি বল।

07. 3.0 mm এবং 6.0 mm ব্যাস বিশিষ্ট দুটি কৈশিক নলকে একটি পানির পাত্রে খাড়াভাবে আংশিক ডুবিয়ে রাখলে নল দুটির ভিতর দিয়ে পানি উপরে উঠে যে দুটি তরল অবতল তলের সৃষ্টি করে, সেই তল দুটির মধ্যে উচ্চতার পার্থক্য কত? [পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রায় পানির পৃষ্ঠটান $7.3 \times 10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}}$, স্পর্শ কোণ শূন্য এবং পানির আপেক্ষিক ঘনত্ব $1.0 \times 10^3\ \mathrm{kgm^{-3}}$] **[BUET'05-06]**

সমাধান: $T = \frac{r_1\rho g h_1}{2} = \frac{r_2\rho g h_2}{2}\ \ \therefore h_1 = \frac{2T}{\rho g r_1}, h_2 = \frac{2T}{\rho g r_2}\ \ \therefore h_1 - h_2 = \frac{2T}{\rho g}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$= \frac{2\times7.3\times10^{-2}}{1000\times9.8}\left(\frac{1}{1.5\times10^{-3}} - \frac{1}{3\times10^{-3}}\right) = 4.966 \times 10^{-3}\mathrm{m} = 4.966\ \mathrm{mm}$

08. ছয় পা বিশিষ্ট 3.0×10^{-3}gm ভরের একটি পোকা পানির উপরিতলে দাঁড়িয়ে থাকতে পারে। ছয়টি পা সমান ভার বহন করলে এবং পোকার পায়ের তলা 2.0×10^{-5}m ব্যাসার্ধের গোলক আকৃতির হলে, পানির সাথে পোকার পায়ের স্পর্শকোণ কত হবে? [পানির পৃষ্ঠটান $7.2\times10^{-2}\mathrm{Nm^{-1}}, g = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$] **[BUET'00-01]**

সমাধান: $M = 3.0\times10^{-6}\ \mathrm{kg}, m = \frac{M}{6} = 5.0\times10^{-7}\ \mathrm{kg};\ r = 2.0\times10^{-5}\ \mathrm{gm};\ T = 7.2\times10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}};\ g = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$

$\therefore \cos\theta = \frac{mg}{2\pi rT} = \frac{5\times10^{-7}\times9.8}{2\pi\times2\times10^{-5}\times7.2\times10^{-2}}\ \therefore \theta = 57.2°$ **(Ans.)**

Question Type-12: বিবিধ

01. Two 10 cm long aluminum rods and five 8 cm long steel rods are at 5°C temperature and are joined together to form a 60 cm long rod. What is the increase in the length of the joined rod when the temperature is raised to 80°C? (Use a coefficient of linear expansion for aluminum $= 2.4 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ and coefficient of linear expansion for steel $= 1.2 \times 10^{-5} K^{-1}$ **[IUT'20-21]**

(a) 0.3 mm (b) 0.5 mm (c) 1.8 mm (d) 0.72 mm

Solution: (d); $\Delta L_1 = L_1 \alpha\, \Delta\theta = (2 \times 10) \times 2.4 \times 10^{-5} \times (80 - 5)$ cm

$= 20 \times 2.4 \times 10^{-5} \times 75$ cm $= 0.036$ cm $= 0.36$ mm

$\therefore \Delta L_2 = L_2\, \alpha\, \Delta\theta = (8 \times 5) \times 1.2 \times 10^{-5} \times (80 - 5)$ cm $= 0.36$ mm

$\therefore \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 0.72$ mm

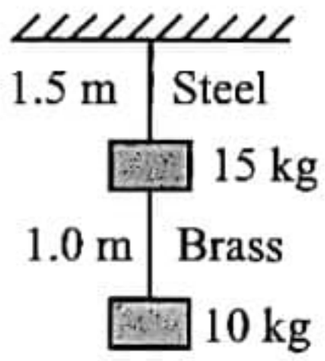
02. A slab of ice floats on a freshwater lake. What minimum volume must the slab have for a 55.0 kg woman to be able to stand on it without getting her feet wet? Density of ice is 0.92 times of that of water.

(a) 0.6558 m^3 (b) 0.6756 m^3 (c) 0.6875 m^3 (d) 0.6335 m^3 **[IUT'19-20]**

Solution: (c); $W_{ice} + W_{woman} = W_{buoyancy} \Rightarrow V\rho_i g + mg = V\rho_w g \Rightarrow V\rho_i + m = V\rho_w \Rightarrow V = \frac{m}{\rho_w - \rho_i}$

$= \left(\frac{55}{1000-920}\right) m^3 = 0.6875\ m^3$

03. 0.25 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি স্টীল ও একটি ব্রাসের তার প্রদত্ত চিত্র অনুযায়ী ভার বহন করছে। উক্ত ভরের জন্য স্টীল ও ব্রাসের তারের সম্প্রসারণ নির্ণয় কর। স্টীল এবং ব্রাস এর ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে $E_s = 200 \times 10^9 Nm^{-2}$ এবং $E_b = 120 \times 10^9 Nm^{-2}$। **[RUET'18-19]**



সমাধান: Steel এর নিচে $(15 + 10) = 25$kg ভর চাপানো।

$\therefore l_s = \frac{F_s L_s}{AY_s} = \frac{25 \times 9.8 \times 1.5}{\pi\left(\frac{0.25}{2} \times 10^{-2}\right)^2 \times 200 \times 10^9}$ $\therefore l_s = 3.74 \times 10^{-4}$ m

Brass এর নিচের 10kg ভর চাপানো।

$l_B = \frac{F_b L_b}{AY_b} = \frac{10 \times 9.8 \times 1}{\pi\left(\frac{0.25}{2} \times 10^{-2}\right)^2 \times 120 \times 10^9}$ $\therefore l_b = 1.66 \times 10^{-4}$ m

04. বিখ্যাত টাইটানিক জাহাজের ওজন 46000 tons (প্রায়)। যাত্রার প্রাক্কালে জাহাজটির মোট আয়তনের এক তৃতীয়াংশ পানির নীচে ছিল। সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1.025 gm / cc হলে জাহাজটির আয়তন কত? বরফখণ্ডে ধাক্কা লাগার পর যদি প্রতি সেকেণ্ডে 3 million cc পানি জাহাজটিতে প্রবেশ করে তাহলে প্রতি ঘন্টায় জাহাজটির কত অংশ ডুবতে থাকবে? **[RUET'04-05]**

সমাধান: ধরি, জাহাজটির আয়তন $= V m^3$

শর্তমতে, $\frac{V}{3} \times 1.025 \times 10^{-3} = 46000 \times 1016$ [$\because$ 1 ton $= 1016$ kg]

$\Rightarrow V = \frac{46000 \times 1016 \times 3}{1.025 \times 10^{-3}} = 1.368 \times 10^{11}$ cc

1 ঘন্টায় প্রবেশকৃত পানির আয়তন $= 3 \times 10^6 \times 3600$ cc $= 1.08 \times 10^{10}$ cc

$\therefore V = \frac{1.08 \times 10^{10}}{13.68 \times 10^{10}}$ $\therefore V = \frac{3}{\ }\ Vhr^{-1}$ (Ans.)