

# পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

High voltage for Board CQ



পীড়ন ও বিকৃতি



শক্তি ও কাজ



পয়সনের অনুপাত



অসহ বল/ ভার

For any suggestions or  
queries, please contact us.



ASG Compressed Note

## Type 1 - পীড়ন ও বিকৃতি

এটি খুব ছোট্ট একটা অধ্যায়। মাত্র দুই তিনটা টপিক। এগুলো থেকে ছোট ছোট টপিকগুলো মিলে একটা সৃজনশীল আসবে। তাই সবগুলো টপিক থেকে মোটামুটি প্রশ্ন প্রাকটিস করে ফেলো।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

i. পীড়ন =  $\frac{F}{A}$

ii. দৈর্ঘ্য বিকৃতি =  $\frac{\Delta L}{L}$

আয়তন বিকৃতি =  $\frac{\Delta V}{V}$

কূন্তন বিকৃতি,  $\theta = \tan \theta = \frac{d}{D}$

Radian

degree



iii. ইয়ং এর গুণাক,  $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{mgl}{\pi r^2 l}$

যার Y বেশি তার স্থিতিস্থাপকতা বেশি

## নমুনা প্রশ্ন

কোনো পদার্থের অসহ পীড়ন  $4.9 \times 10^8 Nm^{-2}$ . ঐ পদার্থের তৈরি একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $1 mm^2$  হলে তারটিতে সর্বনিম্ন কত ভর ঝুলানো হলে তা ছিঁড়ে যাবে?

সমাধান :

এখানে, অসহ পীড়ন,  $= 4.9 \times 10^8 Nm^{-2}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 1 mm^2 = 10^{-6} m^2$

ভর,  $m = ?$

আমরা জানি, পীড়ন,  $= \frac{F}{A}$

বা,  $4.9 \times 10^8 Nm^{-2} = \frac{mg}{A}$

বা,  $m = \frac{4.9 \times 10^8 Nm^{-2} \times 10^{-6} m^2}{9.8 ms^{-2}}$

$\therefore m = 50 kg$

প্রশ্ন-২২।



$F_1 = 100 N$

$F_2 = 120 N$

AB 50cm তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $= 10^{11} Nm^{-2}$  এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $5.4 \times 10^{-4} m^2$  তারটির মস্ফসারণ নির্ণয় করা

এখানে,  $\vec{F}_2 = 100N$

$\vec{F}_1 = 120N$

তারের দুই প্রান্তে যদি পরস্পর বিপরীত দুইটি সমান বল ক্রিয়া করে তবে কোন তারের প্রসারণ হয়।

$\therefore$  সর্বনিম্ন বলটি কার্যকরী বল। বাকি 20 N বল

তারকে গতিশীল করবে প্রসারিত করবেনা।

এখানে কিন্তু দুটি বল আছে।  
তো এরকম যদি দুটি বল  
পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া  
করে তাহলে ইয়ং এর গুণাঙ্ক  
এ ছোট বলটি ব্যবহার করব।

মূর্ত্যাপ্রবে ফেরত

$$\therefore \text{আমরা জানি, } Y = \frac{FL}{Al}$$

$$\therefore l = \frac{FL}{AY} = \frac{100 \times 50 \text{ cm}}{5.4 \times 10^{-4} \times 10^{11}} = 9.259 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

একটি 3 m দৈর্ঘ্য ও  $1 \text{ mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট কোনো তারকে 2 kg ওজন দ্বারা সম্প্রসারিত করা হলো। তারের সম্প্রসারণ নির্ণয় করা [ $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ]

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, দৈর্ঘ্য, } L = 3 \text{ m}$$

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{ওজন, } F = 2 \times 9.8 \text{ N}$$

$$\text{তারের সম্প্রসারণ, } l = ?$$

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

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{FL}{Al}$$

$$\text{বা, } l = \frac{FL}{YA} = \frac{19.6 \times 3}{2 \times 10^{11} \times 10^{-6}} \\ = 2.96 \times 10^{-4} \text{ m}$$

1 mm<sup>2</sup> প্রস্থচ্ছেদের বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ( $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  for steel)

**সমাধান :**

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

$$A = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\frac{l}{L} = \frac{5}{100}$$

$$F = \frac{YAL}{L} = 2 \times 10^{11} \times 10^{-6} \times \frac{5}{100} \\ = 10000 \text{ N}$$

মূর্ত্যাপ্তে ফেরত

2 m লম্বা ও  $2.1 \times 10^{-7}$  প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তার একটি ছাদ হতে ঝুলিয়ে অপর প্রান্তে 2.5 kg ভর প্রয়োগ করলে তারের দৈর্ঘ্য  $1.5 \times 10^{-3}$  m বৃদ্ধি পায়। তারের উপাদানের ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, দৈর্ঘ্য,  $L = 2$  m

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 2.1 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

ওজন,  $F = mg = 24.5$  N

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $L = 1.5 \times 10^{-3}$  m

$Y = ?$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{24.5 \times 2}{2.1 \times 10^{-7} \times 1.5 \times 10^{-3}} \\ = 1.55 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

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 :**

$$\text{এখানে, } \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{1}$$

$$\text{আমরা জানি, } Y = \frac{F.L_1}{\pi r_1^2 l_1} = \frac{F.L_2}{\pi r_2^2 l_2}$$

$$\text{বা, } \frac{L_1}{\pi_1^2 l_1} = \frac{L_2}{\pi_2^2 l_2}$$

$$\therefore \frac{l_1}{l_2} = \frac{L_1}{L_2} \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{8}$$

$$\therefore l_1 : l_2 = 1 : 8$$

**মুর্চাপত্র ফেরত**

দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে  $3\text{ mm}$  এবং  $6\text{ mm}$  তার দুইটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি দ্বিতীয়টির দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির তিনগুণ হয়। তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত ব্যক্ত করো।

[BUET: '18-19]

**কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক এটি গ নাম্বারে চলে এসেছে ধরে নিতে পারো। আমরা জানি যে টির ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি সেটি বেশি স্থিতিস্থাপক। তাই এই প্রশ্ন দেখলেই তার গুলোর ইয়ং এর গুণাঙ্ক বের করে সিদ্ধান্ত নিয়ে ফেলবো।**

**সমাধান :**

এখানে, প্রথম তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $= Y_1$

দ্বিতীয় তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক  $= Y_2$

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $= l_1$

দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি  $= l_2$

প্রথম তারের প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = 1.5 \times 10^{-3}\text{m}$

দ্বিতীয় তারের প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 3 \times 10^{-3}\text{m}$

প্রশ্নমতে,  $l_1 = 3l_2$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{FL}{A_1^2 l_1}}{\frac{FL}{A_2^2 l_2}} = \frac{r_2^2 l_2}{r_1^2 l_1} = \frac{4}{3}$$

$$\therefore Y_1 > Y_2$$

আমরা জানি, যে তারে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক বেশি সে তার বেশি স্থিতিস্থাপক।

$\therefore$  প্রথম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

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 গুণক যথাক্রমে  $1.8 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  ও  $1.6 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  এদের ব্যাসের অনুপাত নির্ণয় করা  
[RUET: '11-12, 03-04]

সমাধান :

$$\text{এখানে, } l_2 = 2.5 l_1$$

$$\text{এবং } L_1 = L_2$$

$$F_1 = \frac{Y_1 A_1 l_1}{L_1}$$

$$\text{এবং } F_2 = \frac{Y_2 A_2 l_2}{L_2} \left[ Y = \frac{FL}{AY} \right]$$

$$\therefore Y_1 A_1 l_1 = Y_2 A_2 l_2$$

$$\text{বা, } Y_1 \pi \left( \frac{d_1}{2} \right)^2 l_1 = Y_2 \pi \left( \frac{d_2}{2} \right)^2 l_2$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \left( \frac{d_1}{d} \right)^2 &= \frac{Y_2 l_2}{Y_1 l_1} = \frac{1.6 \times 10^{11} \times 2.5 l_1}{1.8 \times 10^{11} \times l_1} \\ &= \frac{20}{9} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{d_1}{d_2} = \frac{2\sqrt{5}}{3}$$

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

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

1 mm<sup>2</sup> প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ইস্পাতের ইয়ং গুণাক্ষ =  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

উত্তর:  $2 \times 10^4 \text{ N}$

একটি ইস্পাতের তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  ও অসহ বিকৃতি  $4.9 \times 10^3$ । তারটিতে দৈর্ঘ্য বরাবর সর্বোচ্চ কত বল প্রয়োগ করা যাবে? [ইস্পাতের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাক্ষ =  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ]

উত্তর:  $980 \times 10^6 \text{ N}$

একটি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাক্ষ  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ । তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় করা।

উত্তর:  $10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

পিতলের একটি তারে  $4.51 \times 10^6 \text{ N.m}^2$  দৈর্ঘ্য পীড়ন প্রয়োগ করা হলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি  $5 \times 10^{-5}$  হয়। পিতলের ইয়ংয়ের গুণাক্ষ নির্ণয় করো।

উত্তর:  $9.02 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

দুটি সমান দৈর্ঘ্যের তার A ও B এর ব্যাস যথাক্রমে 1 mm 4 mm। উভয়কে সমান বলে টানা হলে A এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি B এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির 4 গুন হয়। A ও B এর ইয়ং গুণাক্ষ তুলনা করো।

উত্তর:  $Y_A : Y_B = 4 : 1$

6 m দীর্ঘ এবং  $2 \text{ mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারের সাহায্যে 10 kg এর একটি বস্তু ঝুলানো হয়। যখন বস্তুটি সরিয়ে নেয়া হয় তখন তার দৈর্ঘ্য হয় 5.9975 m। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাক্ষ বের করো।

উত্তর:  $1.17 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$



একই পুরুত্বের দুইটি তামার তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত  $1 : 2$  একই বলে প্রসারিত করলে তার দুইটির বিকৃতির অনুপাত কত?

উত্তর:  $1 : 1$

দুটি ভিন্ন ইয়ং-এর গুণাক্তের তারকে একই বল দ্বারা টানলে এদের প্রসারণের অনুপাত কত? [এদের ইয়ং-এর গুণাক্তের অনুপাত  $1 : 2$  এবং আদি দৈর্ঘ্যের অনুপাত  $4 : 1$ ]

উত্তর:  $8 : 1$

একটি তারকে  $5 \times 10^4 N$  বল দ্বারা টানলে এর ঘনত্বের কোন পরিবর্তন ঘটে না। তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $3 \text{ mm}^2$  এবং ইয়ং-এর গুণাক্ত  $= 1.1 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ . প্রসারণের আগে ও পরে ব্যাসার্ধের অনুপাত কত?

উত্তর:  $1.58 : 1$

সমান দৈর্ঘ্যের দুটি একই উপাদানের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ করা হল। ফলে দ্বিতীয় তারটি প্রথমটির 2 গুণ প্রসারিত হল। এদের ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় করা

উত্তর:  $\sqrt{2} : 1$

$3 \text{ m}$ -দৈর্ঘ্যের একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $4 \text{ mm}^2$ . এতে  $10 \text{ kg}$  ভার ঝুলানো হলে (ক) পীড়ন (খ) বিকৃতি ও (গ) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নেব কত? [ $Y = 1.96 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ]

উত্তর: (ক)  $2.45 \times 10^7 \text{ Nm}^2$ , (খ)  $1.25 \times 10^{-4}$  (গ)  $3.75 \times 10^{-4}$

## আয়তন গুণাঙ্ক ও কীর্তন গুণাঙ্ক

বোর্ড পরীক্ষায় এই দুইটা টপিক থেকে প্রশ্ন আসার সম্ভাবনা খুবই কম। তাও একটু দেখে রাখো।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

- iv. আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,  $k = B = \frac{FV}{A\Delta V} = \frac{PV}{AV}$
- সংনম্যতা,  $C = \frac{1}{B}$
- v. কুন্তন গুণাঙ্ক,  $G = S = n = \frac{\text{কুন্তন পীড়ন}}{\text{কুন্তন বিকৃতি}} = \frac{F}{A\theta} = \frac{F}{A \tan \theta}$

### নমুনা প্রশ্ন

একটি পদার্থের উপর প্রযুক্ত আয়তন পীড়ন  $3 \times 10^8 \text{ m}^{-2}$  এবং আয়তন বিকৃতি  $1.5 \times 10^{-3}$  হলে ঐ পদার্থের উপাদান আয়তন গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। [BUTex: '06-07]

সমাধান :

$$\begin{aligned}\text{আয়তন গুণাঙ্ক} &= \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} \\ &= \frac{3 \times 10^8 \text{ m}^{-2}}{1.5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{11} \text{ m}^{-2}\end{aligned}$$

একটি গোলকের যখন  $1 \text{ km}$  গভীরতায় মাগরের তলদেশে নেয়া হয় তখন এর আয়তন  $0.01\%$  হ্রাস পায়। গোলকের উপাদানের আয়তন গুণাক্ষ নির্ণয় করা দেওয়া আছে, মাগরের পানির ঘনত্ব  $= 1 \text{ gcm}^{-3}$

**সমাধান :**

এখানে, গভীরতা,  $h = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$

পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1 \text{ gcm}^{-3} = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

এবং  $\frac{\Delta V}{V} = 0.01\% = \frac{0.01}{100}$

আয়তন গুণাক্ষ,  $K = ?$

আমরা জানি,

$$K = \frac{P}{\frac{\Delta V}{V}} = \frac{h\rho g}{\frac{0.01}{100}} = \frac{1000 \times 1000 \times 9.8}{\frac{0.01}{100}} = 9.8 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

একটি ধাতব ঘনকের প্রতিটি তলের ক্ষেত্রফল  $0.5 \text{ m}^2$  এর নিচ তল দৃঢ়ভাবে আটকানো। উপরিতলে  $5 \times 10^6 \text{ N}$  স্পর্শক বল প্রয়োগ করলে কৃন্তন বিকৃতি  $10^\circ$  হয়। ধাতুটির কাঠিন্যের গুণাক্ষ নির্ণয় করা।

**সমাধান :**

এখানে, তলের ক্ষেত্রফল,  $A = 0.5 \text{ m}^2$

বল,  $F = 5 \times 10^6 \text{ N}$

কৃন্তন বিকৃতি,  $\theta = 10^\circ$

কাঠিন্যের গুণাক্ষ,  $n = ?$

এখন, কৃন্তন পড়িন,

$$\frac{F}{A} = \frac{5 \times 10^6}{0.5 \text{ m}^2} = 10^7 \text{ Nm}^{-2}$$

মূর্ত্যাপত্র ফেরত

এবং কৃন্তন বিকৃতি,  $\theta = 10^\circ = (10 \times 0.01745) \text{ rad}$   
 $= 0.1745 \text{ rad}$

$\therefore$  কাঠিন্যের গুণাঙ্ক,  $n = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$   
 $= \frac{10^7 \text{ Nm}^{-2}}{0.1745}$   
 $= 5.73 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$

10cm বাহুবিশিষ্ট একটি ধাতব ঘনকের উপর  $8.82 \times 10^5 \text{ N}$  কৃন্তন বল প্রয়োগ করায় ঘনকটির উপরের তল নীচের তল মাপক্ষে 0.3 mm সরে গেলে কৃন্তন পীড়ন, কৃন্তন বিকৃতি ও ধাতুর দৃঢ়তা গুণাঙ্ক নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, ঘনকের বাহু,  $a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

ঘনকের একটি তলের ক্ষেত্রফল,  $A = (0.1)^2 \text{ m}^2 = 0.01 \text{ m}^2$

কৃন্তন বল,  $F = 8.82 \times 10^5 \text{ N}$

তলের সরণ,  $d = 0.3 \text{ mm} = 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$

এখন, কৃন্তন পীড়ন,  $\frac{F}{A} = \frac{8.82 \times 10^5}{0.1}$   
 $= 8.82 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

কৃন্তন বিকৃতি,  $\frac{d}{a} = \frac{0.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 3 \times 10^{-3}$

ধাতুর দৃঢ়তার গুণাঙ্ক  $= \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$   
 $= \frac{8.82 \times 10^6}{3 \times 10^{-3}} = 2.94 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$

**মুর্চাপত্রে ফেরত**

## Type 2 – শক্তি ও কাজ

একক আয়তনের সঞ্চিত শক্তি কিংবা একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় কাজ এই টাইপের ম্যাথ কিন্তু ঘ নাশ্বারের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সূত্রগুলো মাথায় রাখলে ম্যাথগুলো খুব সহজে করতে পারবা।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

❖ কৃত কাজ,  $w = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \frac{YAl^2}{L}$

$$F = \frac{YAl}{L}$$

❖ আয়তন বিকৃতিতে কৃতকাজ,  $w = \frac{1}{2} \frac{B\Delta V^2}{V} = \frac{1}{2}PV$

❖ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, i.  $U = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$   
মোট শক্তি বললে আয়তন দিয়ে গুণ করবো।

ii.  $W = \frac{1}{2} \frac{YAl^2}{L}$  এটা মোট শক্তি।

একক আয়তনে চাইলে  $W/V$  করতে হবে।

পীড়ন বিকৃতি দেওয়া থাকলে প্রথমটা ব্যবহার করবো না হলে (ii) নং টা।

50 cm দীর্ঘ এবং 0.01 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারকে টেনে 0.1 cm বাড়ানো হয়। কাজের পরিমাণ বের করো। [ $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ]

**সমাধান :**

এখানে, তারের আদি দৈর্ঘ্য  $L = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.01 \text{ cm} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = 0.1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

কাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,  $W = \frac{1}{2} \frac{YAl^2}{L}$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{Y\pi r^2 l^2}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2} \times 3.14 \times (1 \times 10^{-4} \text{ m})^2 \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2}{0.5 \text{ m}}$$

$$= 6.28 \times 10^{-3} \text{ J}$$

একটি তারে  $10^5 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য 2 mm বৃদ্ধি পায়। তারের প্রসারণে কৃতকাজ নির্ণয় কর।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

প্রযুক্ত বল,  $F = 10^5 \text{ N}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,  $l = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

বের করতে হবে, কৃতকাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,  $W = \frac{1}{2} \times F \times l$

$$= \frac{1}{2} \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$= 100 \text{ J}$$

মূর্তিপত্রে ফেরত

পারদের আয়তন গুণাক্ষ  $2.2 \times 10^{10} Nm^{-2}$ । 4 ঘনমিটার পারদের আয়তন  $10^{-6}m^3$  হ্রাস করতে একক আয়তনে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

আমরা জানি,

$$\text{আয়তন বিকৃতিতে কৃতকাজ, } W = \frac{1}{2} \frac{Bv^2}{V}$$

$$\therefore \text{একক আয়তনে কৃতকাজ, } W = \frac{1}{2} \frac{Bv^2}{V^2}$$

$$\text{এখন, আয়তন হ্রাস, } v = 10^{-6}m^3$$

$$\text{পারদের আয়তন গুণাক্ষ, } B = 2.2 \times 10^{10} Nm^{-2}$$

$$\text{আদি আয়তন, } V = 4m^3$$

$$\begin{aligned} \therefore W &= \frac{1}{2} \times \frac{2.2 \times 10^{10} \times (10^{-6})^2}{4^2} \\ &= 6.875 \times 10^{-4} J \end{aligned}$$

পারদের আয়তন গুণাক্ষ  $2.2 \times 10^{10} Nm^{-2}$  এক ঘনমিটার পারদের আয়তন  $2 \times 10^{-6} m^3$  হ্রাস করতে (i) কি পরিমাণ কাজ করতে হবে? (ii) পারদের কি পরিমাণ স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হবে? [RUET: '06-07]

**সমাধান :**  $\frac{F}{A} = k \times \frac{v}{V}$

$$= 2.2 \times 10^{10} \times 2 \times 10^{-6}$$

$$= 44 \times 10^3 Nm^{-2}$$

$$(i) E = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{v}{V}$$

$$= \frac{1}{2} \times 44 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-6} [E = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃত}]$$

$$= 0.044 J$$

$$(ii) W = E = 0.044 J$$

[পারদের আয়তন  $1m^3$  তাই মোট সঞ্চিত শক্তি = একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি]

মূর্ত্যাপনে ফেরত

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

সমাধান :

$$\text{পীড়ন} = \frac{F}{A} = \frac{25 \times 9.8}{\pi \left( \frac{1 \times 10^{-3}}{2} \right)^2}$$
$$= 3.12 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\text{বিকৃতি} = \frac{l}{L} = \frac{0.1 \times 10^{-3}}{5}$$
$$= 2 \times 10^{-5}$$

$$\text{আয়তন} = \pi r^2 l$$
$$= \pi \times \left( \frac{1 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 \times 5$$
$$= 3.73 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

আমরা জানি, মোট সঞ্চিত শক্তি,

$$W = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি} \times \text{আয়তন}$$
$$= \frac{1}{2} \times 3.12 \times 10^8 \times 2 \times 10^{-5} \times 3.93 \times 10^{-6}$$
$$= 0.01225 \text{ J}$$

### প্র্যাকটিস প্রবলেম

50 cm দৈর্ঘ্য এবং  $1 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং গুণাঙ্ক  $1.24 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

(ক) একে টেনে 0.1 cm বৃদ্ধি করতে হলে কতটুকু কাজ সম্পন্ন করতে হবে?

উত্তর: 0.124 J

(খ) প্রসারিত অবস্থায় তারটির স্থিতিস্থাপক শক্তি কত? উত্তর:



$3 \text{ mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোন একটি তার 225 বল প্রয়োগে ভেঙ্গে যায়। যদি তারের উপাদানের ইয়ং-গুণাক  $1.17 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$  ঘনত্ব  $8930 \text{ kgm}^{-3}$  এবং আপেক্ষিক তাপ  $380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  হয়, তবে তারের ভেঙ্গে যাবার তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হবে?

উত্তর:  $7.084 \times 10^{-3} \text{ K}$

$3 \text{ m}$  দৈর্ঘ্য এবং  $0.5 \text{ mm}$  ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি ঝুলন্ত তারের নিচের প্রান্তে  $4 \text{ kg}$  ওজন চাপানো হল। তারটির কত দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে? প্রসারিত তারটিতে সঞ্চিত বিভব শক্তির মান বের করা (ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ )

উত্তর:  $7.49 \times 10^{-4} \text{ m}$ ,  $1.467 \times 10^{-2} \text{ m}$

### Type 3 – প্রয়সনের অনুপাত

- প্রয়সনের অনুপাত,  $\sigma = -\frac{dL}{L} = -\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

❖  $(-1 \text{ থেকে } 0.5)$

❖ for metal - 0.3

- তাপ পরিবর্তনে টান,  $F = YA \propto \Delta\theta$
- সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $P = h\rho g$

1.5 m দৈর্ঘ্য ও 1 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি ধাতব তারের এক প্রান্ত আবদ্ধ রেখে অপর প্রান্তে ভার চাপালে 2 mm দৈর্ঘ্য প্রসারণ এবং  $3.2 \times 10^{-4}$  mm ব্যাস সংকোচন হয়। তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, দৈর্ঘ্য  $L = 1.5$  m

ব্যাস,  $d = 1$  mm

দৈর্ঘ্য প্রসারণ,  $\Delta L = 2$  mm  $= 2 \times 10^{-3}$  m

ব্যাস সংকোচন  $= \Delta d = -3.2 \times 10^{-4}$  mm

পয়সনের অনুপাত,  $\sigma = ?$

আমরা জানি,  $\sigma = -\frac{L\Delta d}{\Delta L d}$

$$= \frac{3.2 \times 10^{-4} \times 1.5}{2 \times 10^{-3} \times 1}$$

$$= 0.24$$

একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় যদি দৈর্ঘ্যে 6% বৃদ্ধি পায়, তাহলে ব্যাস 4% হ্রাস পাওয়া কী সম্ভব?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{6}{100} = 0.06$$

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta r}{r} = \frac{-4}{100} = 0.04$$

$$\therefore \text{পয়সনের অনুপাত} = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{-(0.04)}{0.06} = 0.667$$

আমরা জানি,  $-1 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$

তাই,  $\sigma$  এর মান 0.5 এর বেশি হওয়া সম্ভব নয়।

মূর্ত্যাপ্তে ফেরত

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 :

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

$$\sigma = 0.25$$

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

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

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

আমরা জানি,  $F = \frac{YAl}{L}$

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

$$= 94247.78 \text{ N}$$

আবার, আমরা জানি,

$$\sigma = \frac{\Delta d \times L}{d \times l}$$

$$\text{বা, } \Delta d = \sigma \times d \times \frac{l}{L}$$

$$\text{বা, } \Delta d = 0.25 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.15$$

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

সুতরাং, তারের ব্যাস কমে যাবে,  $\Delta d = 7.5 \times 10^{-5} \text{ m}$

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

1m লম্বা এবং 5 mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় এর ব্যাস 0.01mm হ্রাস পায় এবং দৈর্ঘ্য 2 cm বৃদ্ধি পায়। তারের পয়মনের অনুপাত নির্ণয় করা

উত্তর: 0.1

1m লম্বা ও 1mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.025 cm হলে তারটির ব্যাস  $2 \times 10^{-6} \text{ cm}$  হ্রাস পায়। [পয়মনের অনুপাত কত?]

উত্তর: 0.08

2m লম্বা এবং 1 mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য 0.05 cm বৃদ্ধি পায়। তারের পয়মনের অনুপাত 0.25। তারটির ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে?

উত্তর:  $6.25 \times 10^{-8} \text{ m}$

1 m দীর্ঘ কোনো তারের ব্যাস  $5 \times 10^{-2} \text{ m}$ । তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য  $1 \times 10^{-2} \text{ m}$  বৃদ্ধি পায়। পয়মনের অনুপাত 0.2 হলে তারের ব্যাসের হ্রাস বের করা

উত্তর: 0.0001 m

## প্র্যাকটিস CQ

- A ও B দুইটি ধাতব তার। তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2m ও 2.05 m এবং তাদের ব্যাস যথাক্রমে 2mm ও 5mm। তার দুইটিতে সমান ভরের বস্তু ঝুলালে A তারের প্রসারণ B তারের প্রসারণ অপেক্ষা দ্বিগুণ হয়। A তারের পয়সনের অনুপাত 0.4।

(গ) A তারের দৈর্ঘ্য 25% বৃদ্ধি করলে স্কেবফল কতটুকু হ্রাস পাবে?

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।

- মুমেন 2 বর্গ মিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের স্কেবফল এবং 9m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001%। ইম্পাতের ইয়ং এর গুণাক্ষ  $20 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

(গ) উদ্দীপকের তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় করা।

(ঘ) উদ্দীপকে মুমেনের ব্যবহৃত তারটি ইম্পাত ছিল কিনা যাচাই করা।

- একটি ধাতব তারে 10kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।

ধাতু	ইয়ং এর গুণাক্ষ (Y)
Al	$7 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
Fe	$11.5 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$
Cu	$13 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

(গ) উক্ত ধাতব তারের পয়সনের অনুপাত কত?

(ঘ) তারের ব্যাস  $D = 4.22 \times 10^{-2} \text{ mm}$  হলে উদ্দীপক অনুসারে ধাতব তারটি কাঁ দিয়ে তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও।

## প্র্যাকটিস CQ

- 6m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি মীমার তারের শেষ প্রান্তে 25kg ভর ঝুলিয়ে দিলে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m পাওয়া গেলে ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

(গ) উদ্দীপকের ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ  $8.58 \times 10^{-4} \text{ mm}$  হ্রাস পেলে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করা

(ঘ) উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

- একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2m এবং ব্যাস 1 mm. তারটির উপর 10N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ .

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় করা

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

- একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $1 \text{ mm}^2$  এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $0.90 \text{ mm}^2$ । তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের তারের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করা

(ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

## প্র্যাকটিস CQ

- 6m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি মীমার তারের শেষ প্রান্তে 25kg ভর ঝুলিয়ে দিলে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m পাওয়া গেলে ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণক  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

(গ) উদ্দীপকের ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ  $8.58 \times 10^{-4} \text{ mm}$  হ্রাস পেলে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করা

(ঘ) উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

- একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2m এবং ব্যাস 1 mm. তারটির উপর 10N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণক,  $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ .

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় করা

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

- একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $1 \text{ mm}^2$  এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $0.90 \text{ mm}^2$ । তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের তারের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করা

(ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

#### Type 4 – অসহ বল/ ভাৰ:

ৱিসেন্টলি এই টপিক থেকে বেশ কিছু প্রশ্ন আসতেছে। তাই এই টপিকটি ভালো মতো দেখে রাখো।

সর্বোচ্চ যে কৌণিক বেগে একটি তারকে ঘোরানো সম্ভব সেটা তার অসহ বল/ ভাৰ।

$$F_c = m\omega^2 r$$

$m$  = তাৰে ঝুলানো বস্তুর ভৰ

$\omega$  = কৌণিক বেগ

$r$  = তাৰেৰ দৈৰ্ঘ্য

$F_c >$  অসহ বল  $\rightarrow$  ছিড়ে যাবে

$F_c \leq$  অসহ বল  $\rightarrow$  ছিড়বে না।

অসহ বল = অসহ পীড়ন  $\times$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য  $2m$ , প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $1\text{ mm}^2$  এবং অসহপীড়ন  $4.76 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ । তারটির এক প্রান্তে  $2\text{ kg}$  ভর ঝুলালে তারের দৈর্ঘ্য  $2 \times 10^{-4}m$  বৃদ্ধি পায়। এই ভরসহ তারটিকে এর আদি দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে ঘুরালে (ঘ) তারটি কেন ছিঁড়ে গেলো তা উদ্দীপক অনুমারে গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

**সমাধান :**

(ঘ) এখানে, বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ,  $r =$  তারের দৈর্ঘ্য  $L = 2m$

তাৰে ঝুলানো ভৰ,  $m = 2\text{ kg}$

কৌণিক বেগ,  $\omega = 4\text{ rad s}^{-1}$

মূৰ্চাপত্রে ফেরত



তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 1\text{mm}^2 = 1 \times 10^{-6}\text{m}^2$

বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনের জন্য তারটিতে অনুভূত কেন্দ্রমুখী বল,

$$F = m\omega^2 r = 2 \times 4^2 \times 2 \\ = 64\text{ N}$$

দেওয়া আছে,

তারটির অসহ পীড়ন  $= 4.76 \times 10^7\text{ Nm}^{-2}$

$$\therefore \text{তারটির অসহ বল} = \text{অসহ পীড়ন} \times \text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল} \\ = 4.76 \times 10^7 \times 1 \times 10^{-6} \\ = 47.6\text{ N}$$

যেহেতু তারটির কেন্দ্রমুখী বল তারটির অসহ বল অপেক্ষা বেশি, তাই তারটি ঘূর্ণনের ফলে সৃষ্ট বলকে সহ্য করতে পারে না। এজন্য তারটি ছিঁড়ে যায়।

একটি পিতলের তার A যার অসহ ভার  $9.23 \times 10^4\text{N}$ । এই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। অপর একটি পিতলের তার B যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $10^{-6}\text{m}^2$  এবং দৈর্ঘ্য  $0.3\text{mm}$ । B তারের এক প্রান্তে  $10\text{kg}$  ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ  $4\text{ rad s}^{-1}$  কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব হয়।

(ঘ) A ও B তারের মধ্যে কোনটি অধিকতর মোটা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য করা

**সমাধান :**

(ঘ) যেহেতু B তারের একপ্রান্তে  $10\text{kg}$  ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ  $4\text{ rad s}^{-1}$

কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব, তাই উক্ত ঘূর্ণনের জন্য উৎপন্ন কেন্দ্রমুখী বলই তারের অসহ ভার হবে।

এখানে, ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

কৌণিক দ্রুতি,  $\omega = 4 \text{ rad s}^{-1}$

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.3$

কেন্দ্রমুখী বল,  $F_c = ?$

আমরা জানি,

$$\text{কেন্দ্রমুখী বল, } F_c = m\omega^2 r = 10 \times 4^2 \times 0.3 = 48 \text{ N}$$

$\therefore$  B তারের অসহ ভার,  $48 \text{ N}$

দেওয়া আছে, A তারের অসহ ভার  $9.23 \times 10^4 \text{ N}$

আমরা জানি,

অসহ ভার = অসহ পীড়ন  $\times$  ক্ষেত্রফল

$\therefore$  অসহ ভার  $\propto$  ক্ষেত্রফল

যেহেতু, A ও B উভয় তারই পিতলের তৈরি, তাই উভয়ের জন্য অসহ পীড়ন একই। সুতরাং, উপরোক্ত সমানুপাতিক সম্পর্কের আলোকে বলতে পারি যেই তারের অসহ ভার বেশি, তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বেশি; অর্থাৎ, সেই তারটি বেশি মোটা হবে।

যেহেতু A তারের অসহ ভার B অপেক্ষা বেশি।

সুতরাং, A ও B তারের মধ্যে A তারটি অধিকতর মোটা।

আজহার  $0.3\text{ m}$  লম্বা এবং  $10^{-6}\text{ m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের এক প্রান্তে  $10\text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন  $4.8 \times 10^7\text{ Nm}^{-2}$

(গ) তারটির অসহ বল নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের তারটি সর্বনিম্ন কত বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে? ব্যাখ্যা কর।

**সমাধান :**

(গ) এখানে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $A = 10^{-6}\text{ m}^2$

তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন  $= 4.8 \times 10^7\text{ Nm}^{-2}$

$\therefore$  তারটির অসহ বল  $=$  অসহ পীড়ন  $\times$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

$$= 4.8 \times 10^7 \times 10^{-6}$$

$$= 48\text{ N}$$

সুতরাং, তারটির অসহ বল  $48\text{ N}$

(ঘ) বৃত্তাকার পথে  $10\text{ kg}$  ভরের বস্তুটি ঘুরালে বস্তুটির কেন্দ্রমুখী বল যদি তার অসহ বলের সমান হয়, তখন তারটি ছিঁড়ে যাবে।

এখানে, ভর,  $m = 10\text{ kg}$

বৃত্তের ব্যাসার্ধ,  $r =$  তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 0.3\text{ m}$

তারের অসহ বল,  $F = 48\text{ N}$

তারের কৌণিক দ্রুতি  $\omega = ?$

অর্থাৎ, তখন-  $F = m\omega^2 r$

$$\text{বা, } \omega^2 = \frac{F}{mr}$$

$$\text{বা, } \omega = \sqrt{\frac{F}{mr}} = \sqrt{\frac{48}{10 \times 0.3}} = 4\text{ rad s}^{-1}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের তারটিকে সর্বনিম্ন  $4\text{ rad s}^{-1}$  কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে।

**মূর্ত্যাপন্থে ফেরত**