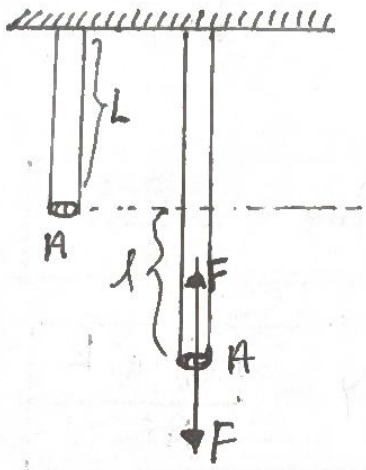
পদার্থের গাঠনিক ধর্ম
(Structural properties of matter)

সূত্রসমূহ

① দৈর্ঘ্য বিকৃতি, দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক



l = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন
L = আদি দৈর্ঘ্য
A = তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল
F = প্রযুক্ত বল বা বিকৃতি বাধাদানকারী বল
Y = স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা ইয়ং গুণাঙ্ক

ⓐ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$

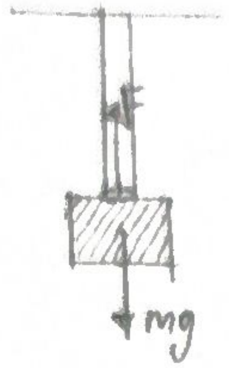
ⓑ দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A}$

ⓒ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

$$Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$$

② টানা তারে ত্বরণ/মন্দন প্রযুক্ত হলে দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য স্থিতিস্থাপক গুণাংক

a ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী

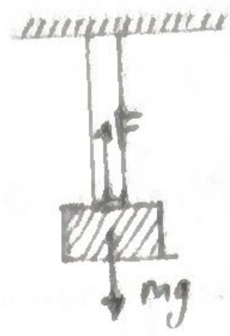


ⓐ পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{m(a+g)}{A}$

ⓑ $Y = \frac{m(g+a)L}{Al}$

ত্বরণ বললে, $a = +ve$ মান বসাতে হবে
মন্দন " , $a = -ve$ " " "

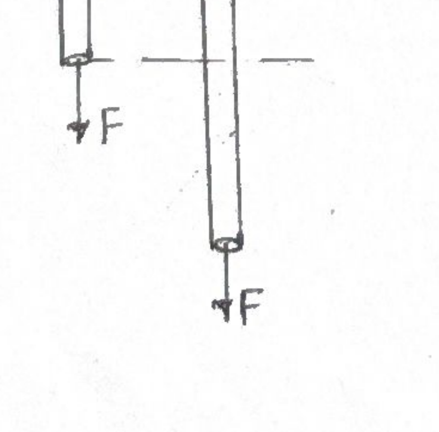
a, ত্বরণে নিম্নগামী



ⓐ পীড়ন $= \frac{m(g-a)}{A}$

ⓑ $Y = \frac{m(g-a)L}{Al}$

③ তারের শ্রেণি সমবায়



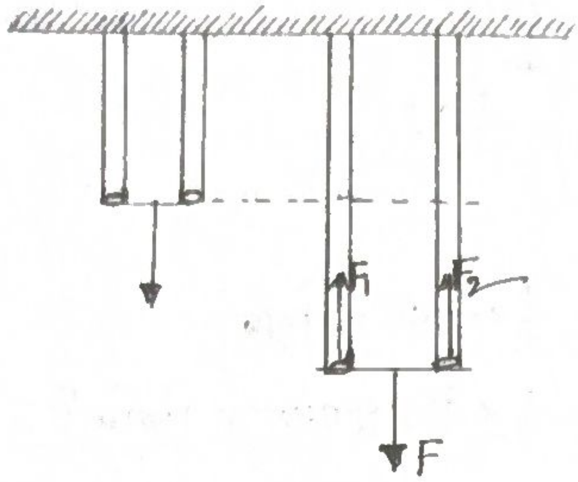
১ম তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= A_1$
১ম তারের ইয়ং গুণাংক $= Y_1$
" " দৈর্ঘ্য $= L_1$
" " প্রসারণ $= l_1$
২য় তারের ইয়ং গুণাংক $= Y_2$
" " দৈর্ঘ্য $= L_2$
" " প্রসারণ $= l_2$

প্রযুক্ত বল $= F$
মোট প্রসারণ $= l$

ⓐ $l = l_1 + l_2$

ⓑ $l = \frac{FL_1}{Y_1A_1} + \frac{FL_2}{Y_2A_2}$

④ তারের সমান্তরাল সমবায়ে দৈর্ঘ্য পীড়ন, দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক



১ম তার:
দৈর্ঘ্য $= L_1 = L$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= A_1$
ইয়ং গুণাঙ্ক $= Y_1$
প্রযুক্ত বল $= F_1$

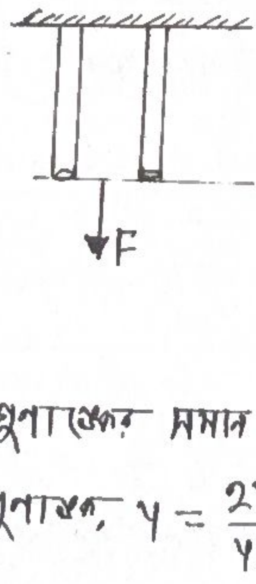
২য় তার:
দৈর্ঘ্য $= L_2 = L$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= A_2$
ইয়ং গুণাঙ্ক $= Y_2$
প্রযুক্ত বল $= F_2$

দুটি তারের-ই প্রসারণ $= l$

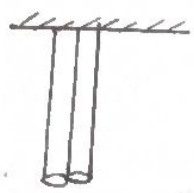
ⓐ $F = F_1 + F_2$

ⓑ $F = \frac{Y_1 A_1 l}{L} + \frac{Y_2 A_2 l}{L}$

⑤ Y_1 ও Y_2 ইয়ং গুণাঙ্কের সমান দৈর্ঘ্যের ও সমান প্রস্থচ্ছেদের তারকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে তুল্য ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$



তুল্য :



⑥ Y_1 ও Y_2 ইয়ং গুণাঙ্কের সমান দৈর্ঘ্যের ও সমান প্রস্থচ্ছেদের তারকে শ্রেণীতে সংযুক্ত করলে তুল্য ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{2Y_1 Y_2}{Y_1 + Y_2}$

(৭) তারের প্রসারণে কৃতকাজ বা তারে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি, $W = \frac{YA}{L} \frac{l^2}{2}$

বা, $W = \frac{1}{2} \frac{YAl^2}{L}$

বা, $W = F_p = \frac{1}{2} Fl$

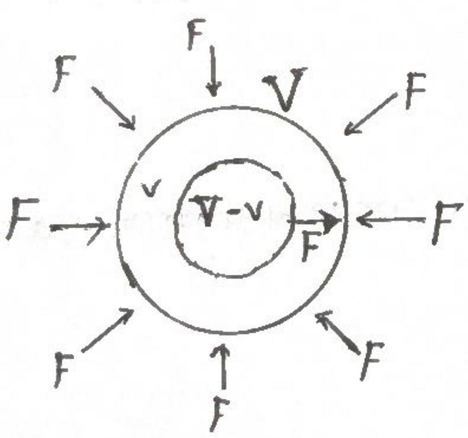
(৮) তারের প্রসারণে একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$U = \frac{1}{2} \times$ ইয়ং গুণাঙ্ক $\times$ বিকৃতি^{2}

(a) $U = \frac{1}{2} \frac{F}{A} \frac{l}{L}$

(b) $U = \frac{1}{2} Y \left(\frac{l}{L}\right)^2$

(৯) আয়তন বিকৃতি, আয়তন পীড়ন ও আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক



V আয়তনের গোলকটিতে সবদিক থেকে সমানভাবে (F) বল প্রয়োগ করা হলো।

ফলে, আয়তন হ্রাস = v এবং আদি আয়তন = V

পরিবর্তিত আয়তন = V − v

গোলকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = A

বিকৃতি প্রতিরোধকারী বল = F

(a) আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$

(b) আয়তন পীড়ন বা চাপ, $p = \frac{F}{A}$

(c) আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $B = \frac{pV}{v}$

B এর মান যত বেশি, তত বেশি স্থিতিস্থাপক ও আয়তন পরিবর্তন করা কঠিন।

(d) সংনম্যতা, $c = k = \frac{1}{B} = \frac{v}{pV}$

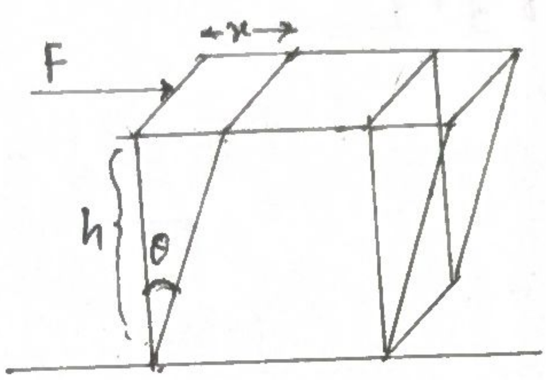
(e) আয়তন পরিবর্তনে কৃতকাজ / স্থিতিশক্তি, $W = E_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{Bv^2}{V}$

(f) একক আয়তনে স্থিতিশক্তি: $U = \frac{1}{2} B\left(\frac{v}{V}\right)^2$

$U = \frac{1}{2} \times P \times \frac{v}{V}$

$U = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

(৩) ব্যবর্তন / মোচড় দৃঢ়তা / কৃন্তন পীড়ন - বিকৃতি ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক



স্পর্শকীয় বল = F

x = পার্শ্বসরণ বা আপেক্ষিক সরণ বা রৈখিক পার্শ্বসরণ

h = যে দুইতলের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ ঘটেছে সেই দুইতলের মধ্যকার লম্ব দূরত্ব

θ = কৌণিক সরণ

A = স্পর্শকীয় বল যে তলে প্রয়োগ করা হয়েছে সে তলের ক্ষেত্রফল।

এখানে, $\tan\theta = \frac{x}{h}$

(a) ব্যবর্তন বিকৃতি $= \frac{x}{h} = \tan\theta$

θ খুব ক্ষুদ্র হলে, $\tan\theta = \sin\theta = \frac{x}{h}$

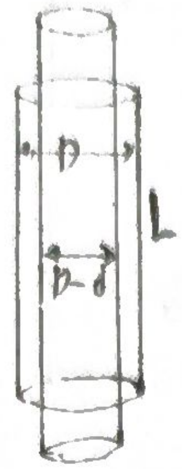
(b) ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$

(c) ব্যবর্তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{F}{A\tan\theta} = \frac{Fh}{Ax}$

(d) কৃতকাজ / স্থিতিশক্তি $= W = E_p = \frac{1}{2} \frac{\eta A x^2}{h}$

(e) একক আয়তনে কৃতকাজ / স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}\eta\left(\frac{x}{h}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{F}{A}\frac{x}{h} = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

(11) পয়সনের অনুপাত



পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{d}{D}$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$

* পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{dL}{Dl}$$

* $-1 \leq \sigma \leq +\frac{1}{2}$

(12) চারটি সূত্র:

(a) $B = \frac{Y}{3(1-2\sigma)}$

(b) $\frac{3}{Y} = \frac{1}{3B} + \frac{1}{\eta}$

(c) $\eta = \frac{Y}{2(1+\sigma)}$

(d) $\sigma = \frac{3B-2\eta}{6B+2\eta}$

Math problems

① একটি 2mm ব্যাসের তারের একপ্রান্তে 20kg ভার ঝুলালে তারটির দৈর্ঘ্য 0.25% বাড়ে। ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

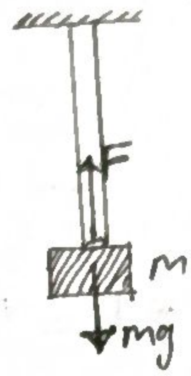
$\Rightarrow$ $m = 20kg$

$r = 1\times10^{-3} m$

$l = L \times \frac{0.25}{100}$

$= \frac{0.25}{100} L$

$Y = ?$



Now,

$$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mg L}{\pi r^2 \frac{0.25}{100} L}$$

$$\Rightarrow Y = \frac{20\times9.8}{3.1416\times(10^{-3})^2 \times 0.0025}$$

$$\Rightarrow Y = \boxed{\quad} Nm^{-2}$$

② 2mm ব্যাসের একটি তারে 20 kg ভার ঝুলিয়ে $2ms^{-2}$ মন্দনে উপরে টেনে তোলা হলে দৈর্ঘ্য 0.20% বাড়ে। Y নির্ণয় কর।

$\Rightarrow$ $r = 1\times10^{-3} m$

$m = 20kg$

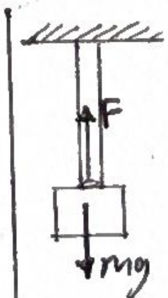
$l = \frac{0.20}{100} L$

$a = -2ms^{-2}$

$$Y = \frac{m(g+a)L}{Al}$$

$$= \frac{20(9.8-2)L}{3.1416\times(10^{-3})^2\times 0.002}$$

$$\Rightarrow Y = \boxed{\quad} Nm^{-2}$$



$\uparrow a = -2ms^{-2}$

(৩) 0.3m দৈর্ঘ্যের একটি তারে 10kg ভর ঝুলিয়ে অনুভূমিক তলে সর্বোচ্চ কত বেগে / কৌণিক বেগে ঘুরানো যাবে? [অসহ পীড়ন $4.8\times10^{7}\ Nm^{-2}$; $A=10^{-6}m^{2}$]

$\Rightarrow m = 10kg$

$L = 0.3m$

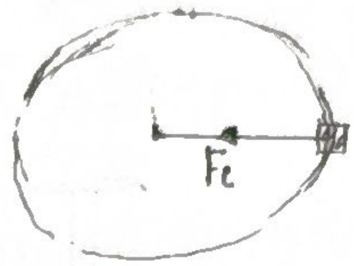
$\frac{F}{A} = 4.8\times10^{7}$

$\Rightarrow F = 4.8\times10^{7} A$

$= 4.8\times10^{7}\times10^{-6}$

$= 4.8\times10$

$= 48N$



$F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r.$

$\Rightarrow F = \frac{mv^2}{L} = m\omega^2 L$

$\Rightarrow v^2 = \frac{FL}{m} = \frac{48\times0.3}{10}$

$= \frac{14.4}{10}$

$\Rightarrow v = \sqrt{1.44}$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{1.44}\ ms^{-1}$

আবার,

$m\omega^2 L = F$

$\Rightarrow \omega^2 = \frac{F}{mL}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{F}{mL}}$

$\Rightarrow \omega_{max} = \sqrt{\frac{48}{10\times0.3}}$

$= \boxed{\quad}\ rad\,s^{-1}$

④ 1 mm ব্যাসার্ধের 1m দৈর্ঘ্যের তারে 3kg ভার যুক্ত করে সেকেন্ডে দুইবার ঘোরানো হচ্ছে। তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় কর। [$Y = 20\times10^{11}\ Nm^{-2}$]

⇒ $m = 3kg$

$r = 1\times10^{-3}m$

$L = 1m$

$\omega = \frac{2n\pi}{t}$

$= \frac{2\times2\pi}{1}$

$= 4\pi$

$Y = 20\times10^{11}\ Nm^{-2}$

$l = ??$

$F_c = m\omega^2 L$

$\Rightarrow \frac{YAl}{L} = m\omega^2 L$

$\Rightarrow l = \frac{m\omega^2 L^2}{YA}$

$= \frac{m\omega^2 L^2}{\pi r^2}$

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

$\Rightarrow l =$ □ m

$Y = FL/Al$

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

⑤ একটি তারের অসহ পীড়ন $4.5\times10^{7}\ Nm^{-2}$; তারটিতে 20kg ভার ঝুলিয়ে সর্বোচ্চ কত ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী লিফটে উঠা যাবে? [ব্যাসার্ধ $r = 1.5mm$]

⇒ $\frac{F}{A} = 4.5\times10^{7}$

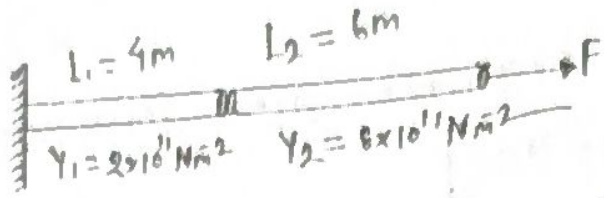
$\Rightarrow \frac{m(g+a)}{A} = 4.5\times10^{7}$

$\Rightarrow m(g+a) = 4.5\times10^{7}A$

$\Rightarrow g+a = \frac{4.5\times10^{7}\times 3.1416\times(1.5\times10^{-3})^2}{20}$

$\Rightarrow a =$ □ -9.8

$\Rightarrow a_{max} =$ □ ms^{-2}

(6) 

F বল প্রযুক্ত করায় মোট 0.02m প্রসারিত হলো। ব্যাস সমান হলে আলাদা আলাদা প্রসারণ কত হবে?

$\Rightarrow l = l_1 + l_2$

$\Rightarrow 0.02 = \frac{FL_1}{Y_1A_1} + \frac{FL_2}{Y_2A_2}$

$\Rightarrow 0.02 = F\left(\frac{L_1}{Y_1A_1} + \frac{L_2}{Y_2A_2}\right)$

$\Rightarrow F\left(\frac{L_1Y_2A_2 + L_2Y_1A_1}{Y_1A_1Y_2A_2}\right) = 0.02$

$\Rightarrow F = 0.02 \times \frac{Y_1A_1Y_2A_2}{L_1Y_2A_2 + L_2Y_1A_1} = 0.02\left(\frac{Y_1A\,Y_2A}{L_1Y_2A + L_2Y_1A}\right)$

$\Rightarrow F = 0.02 \times \frac{Y_1Y_2}{L_1Y_2 + L_2Y_1}$

$\Rightarrow F = \square$

Now,

$l_1 = \frac{FL_1}{Y_1A_1}$

$= \frac{FL_1}{Y_1A}$

$\Rightarrow l_1 = \frac{FL_1}{AY_1}$ —(i)

$l_2 = \frac{FL_2}{AY_2}$ —(ii)

$(i \div ii) \Rightarrow$

$\frac{l_1}{l_2} = \frac{L_1Y_2}{L_2Y_1} = \frac{4\times8\times10^{11}}{6\times2\times10^{11}}$

$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{32}{12} = \frac{8}{3}$

$\Rightarrow 3l_1 = 8l_2$ —(iii)

$l = l_1 + l_2$

$= \frac{1}{3}(3l_1 + 3l_2) = \frac{1}{3}(8l_2 + 3l_2)$

$l = \frac{1}{3}(11l_2)$

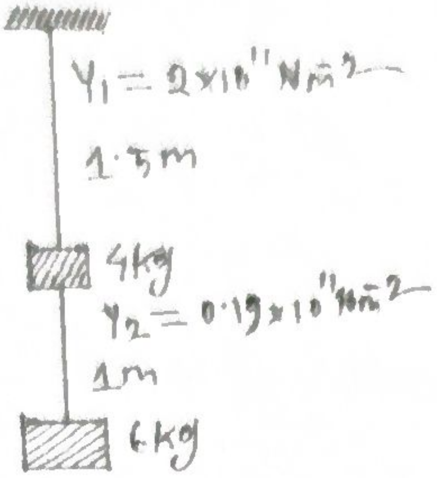
$0.02 = \frac{1}{3}(11l_2)$

$\Rightarrow l_2 = \frac{3\times0.02}{11} = \frac{0.06}{11}$ m (Ans.)

$l_1 = l - l_2 = 0.02 - \frac{0.06}{11}$

$= \square$ m (Ans.)

⑦



প্রতিটি তারের ব্যাসার্ধ 0.02m
মোট প্রসারণ নির্ণয় কর।

⇒ $F_1 = (m_1+m_2)g$

$= (4+6)\,9.8$

$= 98\,N$

$F_2 = m_2 g$

$= 6\times9.8$

$= 58.8\,N$

মোট প্রসারণ $l = l_1 + l_2$

$$= \frac{F_1L_1}{Y_1A} + \frac{F_2L_2}{Y_2A}$$

$$= \frac{98\times1.5}{2\times10^{11}\times3.1416\times(0.02)^2} + \frac{58.8\times1}{0.19\times10^{11}\times3.1416\times(0.02)^2}$$

$l = \square\ m$

⑧ একটি স্টীলের তারে 10N বল প্রয়োগে 0.1mm প্রসারণ ঘটে। বলের পরিবর্তন করে একই দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের অপর স্টীলের তারে সমান প্রসারণ ঘটানো হলো।

(i) ১ম তারের স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

(ii) ২য় ক্ষেত্রে বলের পরিবর্তন নির্ণয় কর।

⇒ (i) স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}Fl$

$= \frac{1}{2}\times10\times0.1\times10^{-3}$

$= \square\ J$

(ii) দুটি তারের ক্ষেত্রে L ও l একই আছে।

১ম তার : $Y = \frac{F_1 L}{A_1 l}$ —(i)

২য় তার : $Y = \frac{F_2 L}{A_2 l}$ —(ii)

i ও ii হতে পাই,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

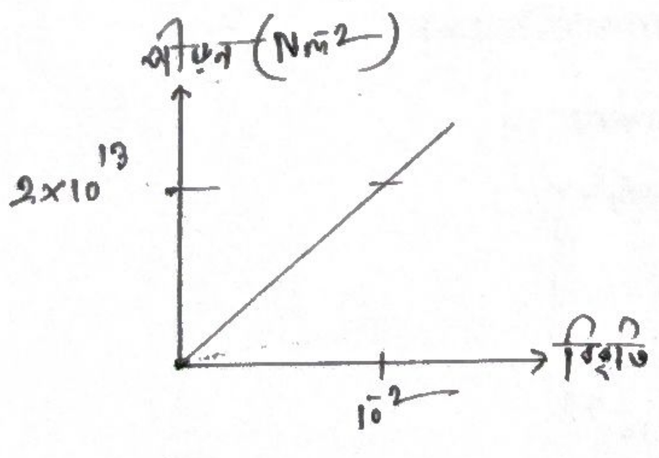
$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}$$

$$= \frac{r_1^2}{(2r_1)^2} = \frac{1}{4}$$

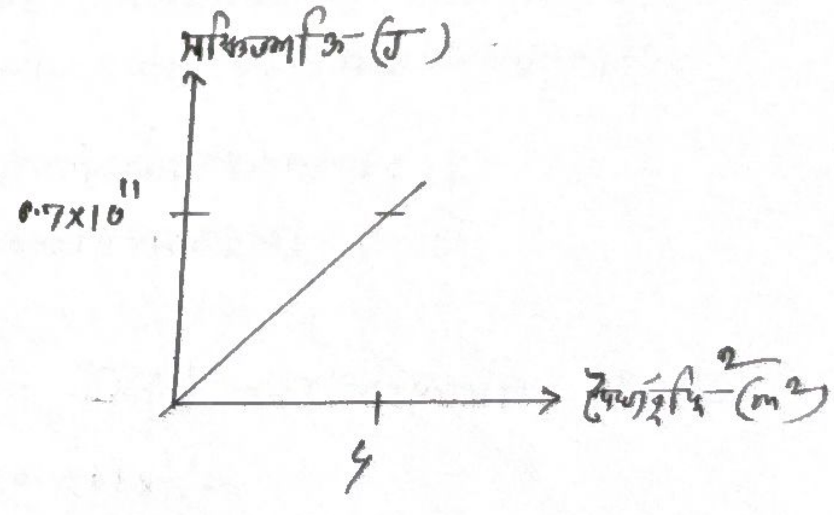
$$\Rightarrow F_2 = 4F_1$$
$$= 4 \times 10$$
$$= 40N$$

বলের পরিবর্তন $= 40 - 10$
$= 30N$ (Ans)

(৭)



১ম তারের গ্রাফ



২য় তারের জন্য গ্রাফ

১ম ও ২য় উভয় তারের ব্যাস 0.8mm ও দৈর্ঘ্য 2m

(i) ১ম তারে স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

(ii) কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক?

⇒ (i) স্থিতিশক্তি $E_p = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$

$= \frac{1}{2}\frac{2\times10^{13}\times 3.1416\times(0.4\times10^{-3})^2\times(2\times10^{-2})^2}{2}$

$\Rightarrow E_p = 100531.2\ J$

$Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

$= \frac{2\times10^{17}}{10^{-2}}$

$Y = 2\times10^{13}\ Nm^{-2}$

বিকৃতি $= \frac{l}{L}$

$\Rightarrow l = L\times$বিকৃতি

$\Rightarrow l = 2\times10^{-2}$

$r = 0.4\times10^{-3} m$

(ii) ১ম তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_1 = 2\times10^{13}\ Nm^{-2}$

২য় তারের স্থিতিশক্তি, $E_p = 0.7\times10^{11}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\frac{Y_2 A l^2}{L} = 0.7\times10^{11}$

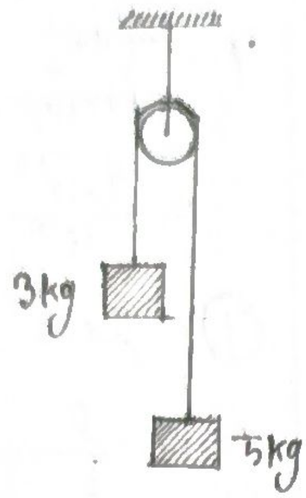
$\Rightarrow Y_2 = \frac{0.7\times10^{11}\times2\times2}{3.1416\times(0.4\times10^{-3})^2\times(2\times10^{-2})^2}$

$\Rightarrow Y_2 = 1.39\times10^{17}\ Nm^{-2}$

$Y_2 > Y_1$

সুতরাং ২য় তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

(10)



দড়ির অসহপীড়ন $7.8\times10^{8}\ Nm^{-2}$

দড়িটি সর্বনিম্ন কত সরু হতে পারে যাতে ছিঁড়ে না যায়??

$\Rightarrow$ পীড়ন $= \frac{F}{A}$

$\Rightarrow F = A \times$ পীড়ন

$\Rightarrow F = 7.8\times10^{8} A$ —(1)

সুতার টান, $T = F = \frac{2m_1m_2}{m_1+m_2} g$

$= \frac{2\times3\times5}{(3+5)} \times 9.8$

$= 36.75 N$

তারে প্রযুক্ত টান বলের মান, $F = 36.75N$

$\Rightarrow F = 7.8\times10^{8} A$

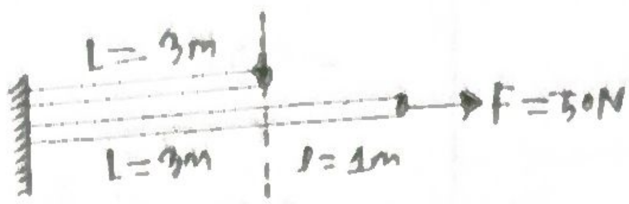
$\Rightarrow A = \frac{7.8\times10^{8}}{F} = \frac{7.8\times10^{8}}{36.75}$

$\Rightarrow A_{min} = 4.711\times10^{-8} m^2$

অতএব দড়িটি সর্বনিম্ন $4.711\times10^{-8} m^2$ ~~পুরু~~ সরু হতে পারে।

(11) একটি 3m দৈর্ঘ্যের 20g ভরের তারে 50N টান বল প্রয়োগ করলে 1mm প্রসারণ হয়। তারের উপাদানের ঘনত্ব $7.3\times10^{3}\,kgm^{-3}$ হলে ইয়ং গুণাঙ্ক কত হবে?

⇒



$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$\Rightarrow AL = \frac{m}{\rho}$$

$$\Rightarrow A = \frac{m}{\rho L} = \frac{20}{7.3\times10^{3}\times3} = 9.13\times10^{-7}\,m^{2}$$

$$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{50\times3}{9.13\times10^{-7}\times1\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow Y = 1.64\times10^{11}\,Nm^{-2} \text{ (Ans)}$$

(12) 1m দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের যথাক্রমে 2mm ও 4mm ব্যাসের তারে 0.05kg ভার ঝুলানো হলো। $[Y = 2\times10^{11}\,Nm^{-2}]$

(i) ১ম তারের একক আয়তনে সঞ্চিতশক্তি নির্ণয় কর।

(ii) ভার ঝুলানো অবস্থায় সরলদোলকের মতো আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলবে?

⇒ (i) একক আয়তনে সঞ্চিতশক্তি, $U = \frac{1}{2}\times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$$= \frac{1}{2}\times\frac{F}{A}\times\frac{l}{L} = \frac{1}{2}\frac{mg}{\pi r_1^{2}}\frac{l}{L}$$ ~~$\frac{7.77\times10^{-7}}{1}$~~

$$U = \frac{1}{2}\frac{mg}{\pi r_1^{2}}\frac{l}{L} \quad \text{—— (1)}$$

$$U = \frac{1}{2}\frac{mg}{\pi r_1^2}\cdot\frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{(0.05\times 9.8)}{3.1416\times(10^{-3})^2}\times\frac{7.79\times10^{-7}}{1}$$

$$\Rightarrow U = 6.08\times10^{-2} J \text{ (Ans)}$$

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

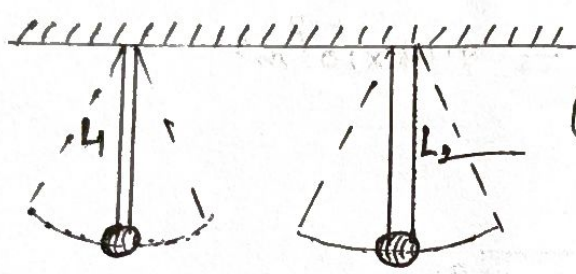
$$\Rightarrow l = \frac{FL}{YA}$$

$$= \frac{mgL}{Y\pi r_1^2}$$

$$\Rightarrow l = \frac{0.05\times9.8\times1}{2\times10^{11}\times3.1416\times(1\times10^{-3})^2}$$

$$= 7.79\times10^{-7} m$$

(ii)



$(L_1 = L_2 = L)$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} \qquad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}}$$

$$T_1 \propto \sqrt{L_1} \qquad T_2 \propto \sqrt{L_2}$$

১ম তার: $Y = \frac{FL}{A_1 l_1}$ —(i)

২য় তার: $Y = \frac{FL}{A_2 l_2}$ —(ii)

i ও ii হতে পাই, $\frac{1}{A_1 l_1} = \frac{1}{A_2 l_2}$

$$\Rightarrow A_1 l_1 = A_2 l_2$$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}$$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \left(\frac{2}{1}\times10^{-3}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = 4\times10^{-6}$$

$$\Rightarrow l_1 = 4\times10^{-6} l_2$$

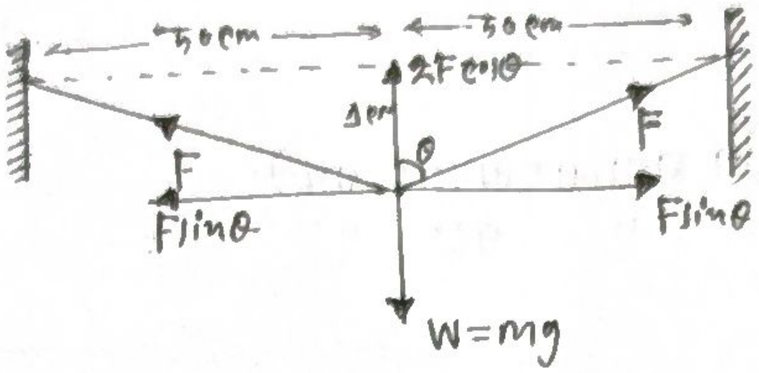
সুতরাং: $l_1 > l_2$

তাই $T_1 > T_2$

১ম টি ধীরে চলবে।

(17) 1 m দৈর্ঘ্যের একটি তারের উপর দিয়ে কোনো মাঝখানে বোঝার ঝুলানো হচ্ছে। মাঝখানে থাকা অবস্থায় যদি আদি অবস্থা থেকে 1 cm নিচে নামে। তারের ব্যাস 0.8 mm।
$Y = 2.0\times10^{11}\ Nm^{-2}$। বোঝার ভর কত?

⇒



$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{50}{1}\right)$
$= 88.85°$

$Y = \frac{FL}{Al}$

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

$\Rightarrow F = \frac{2.0\times10^{11}\,(0.4\times10^{-3})^2\pi\times l}{1}$

$\Rightarrow F = 2.0\times10^{11}(0.4\times10^{-3})^2\pi\, l$ —— (1)

Then,
$l = \sqrt{50^2+1^2} - 100$

$\Rightarrow l = 1.99\times10^{-4}\ m$

l এর মান (1) নং এ বসিয়ে,

$F = 201.07\ N.$

$2F\cos\theta = mg$

$\Rightarrow m = \frac{2F\cos\theta}{g}$

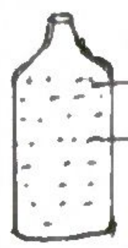
$= \frac{2\times201.07\ \cos 88.85°}{9.8}$

$\Rightarrow m = 0.823\ kg$ (Ans)

(14) স্বাভাবিক চাপে (1×10^{5} Pa) একটি পাত্রে 4000 cc কেরোসিন আছে। বোতলের ছিপিটি ভেতরের দিকে ঠেলে দেওয়ায় চাপ বেড়ে 4.9×10^{5} Pa হলে, আয়তন কমে 3999 cc হলো। B = ?

$$1\ cc = 10^{-6} m^3$$

⇒



সুতরাং প্রযুক্ত চাপ, p = ~~$(4000-3999)\times10^{-6}m^3$~~

$$= (4.9\times10^{5} - 10^{5})\ Pa$$

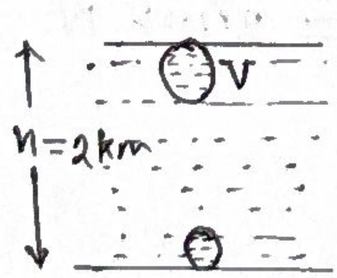
$$= 3.9\times10^{5}\ Pa$$

$$B = \frac{pV}{v} = \frac{3.9\times10^{5}\times4000}{(4000-3999)}$$

$$\Rightarrow B = \boxed{\quad}\ Nm^{-2}$$

(15) একটি ধাতব গোলককে সমুদ্রের 2 km গভীরতায় নিয়ে গেলে আয়তন 0.12% হ্রাস পায়। পানির গড় ঘনত্ব 1020 kgm^{-3}। আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ও সংনম্যতা নির্ণয় কর।

⇒



হ্রাসপ্রাপ্ত আয়তন,

$$v = V\text{এর } 0.12\%$$

$$= \frac{0.12}{100}V$$

$$= 0.0012V$$

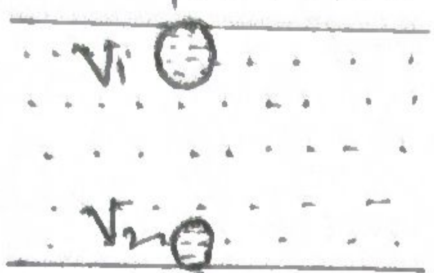
$$B = \frac{pV}{v} = \frac{1020\ V}{0.0012V}$$

$$= \frac{1020\ P}{0.0012} = \frac{(h\rho g)}{0.0012}$$

$$= \frac{2\times1020\times9.8}{0.0012} = \boxed{\quad}\ Nm^{-2}$$

(16) সমুদ্রের পৃষ্ঠে পানির ঘনত্ব $1.03\times10^3\ kgm^{-3}$। সমুদ্রের 80 atm চাপ গভীরতায় পানির ঘনত্ব কত? [আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $4.8\times10^8\ Nm^{-2}$]

$\Rightarrow$ $\rho_1 = 1.03\times10^3\ kgm^{-3}$



$\rho_2 = ??$

হ্রাসপ্রাপ্ত আয়তন, $v = V_1 - V_2$

$=$

$$B = \frac{pV_1}{v}$$

$$= \frac{pV_1}{V_1 - V_2}$$

$$= \frac{p}{1 - \frac{V_2}{V_1}}$$

$$\Rightarrow \left(1 - \frac{V_2}{V_1}\right) = \frac{p}{B}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{-p}{B} + 1$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1 - \frac{p}{B}$$

$$= \frac{B-p}{B}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{B}{B-p}$$

দুটি স্থানেই গোলকটির ভর same।

$$m_1 = m_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} m_1 = m_{surface} \\ m_2 = m_{deep} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$\Rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1 V_1}{V_2}$$

$$= \rho_1 \frac{B}{B-p}$$

$$= 1.03\times10^3 \times \frac{4.8\times10^8}{4.8\times10^8 - 80\times1.01\times10^5}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = \boxed{}\ kgm^{-3}.$$

(17) পারদের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2.2\times10^{10}\ Nm^{-2}$, 1 L পারদের আয়তন $1\times10^{-6}\ m^3$ হ্রাস করলে —

(i) কৃতকাজ বের কর।

(ii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি হিসাব করো।

⇒ Given,

$B = 2.2\times10^{10}\ Nm^{-2}$

$V = 1L = 1\times10^{-3}\ m^3$

$v = 1\times10^{-6}\ m^3$

(i) কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}\frac{Bv^2}{V}$

$= \frac{1}{2}\times\frac{2.2\times10^{10}\times(10^{-6})^2}{10^{-3}}$

$= 11\ J$ (Ans)

(ii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}B\left(\frac{v}{V}\right)^2$

$= \frac{1}{2}\times2.2\times10^{10}\times\left(\frac{10^{-6}}{10^{-3}}\right)^2$

$= 11000\ J$ (Ans)

(17) পারদের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2.2\times10^{10}\ Nm^{-2}$, 1 L পারদের আয়তন $1\times10^{-6}\ m^3$ হ্রাস করলে —

(i) কৃতকাজ বের কর।

(ii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি হিসাব করো।

⇒ Given, $B = 2.2\times10^{10}\ Nm^{-2}$

$V = 1L = 1\times10^{-3}\ m^3$

$v = 1\times10^{-6}\ m^3$

(i) কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}\frac{Bv^2}{V}$

$= \frac{1}{2}\times\frac{2.2\times10^{10}\times(10^{-6})^2}{10^{-3}}$

$= 11\ J$ (Ans.)

(ii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}B\left(\frac{v}{V}\right)^2$

$= \frac{1}{2}\times2.2\times10^{10}\times\left(\frac{10^{-6}}{10^{-3}}\right)^2$

$= 11000\ J$ (Ans.)

(১৪) একটি গোলকের ব্যাসার্ধ 0.03% পরিবর্তিত হলে আয়তনের শতকরা পরিবর্তন নির্ণয় কর।

⇒ 100 এ পরিবর্তন $0.03r$

1 " " $= \frac{0.03}{100}$

r " " $= \frac{0.03r}{100}$

আদি আয়তন, $V = 4/3\, \pi r^3$ —(i)

পরিবর্তিত আয়তন, $V' = \frac{4}{3}\pi \left(r + \frac{0.03r}{100}\right)^3$

$$V' = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{100r + 0.03r}{100}\right)^3 \quad \text{—(ii)}$$

~~⇒ V' =~~

$(ii \div i) \Rightarrow \frac{V'}{V} = \left(\frac{100.03}{100}\right)^3$

$$V' = \left(\frac{100.03}{100}\right)^3 V$$

~~পরিবর্তিত~~ .

(12) একটি গোলকের উপর 5×10^{6} Pa চাপ প্রযুক্ত হলো। ফলে এর ব্যাসার্ধের বিকৃতি নির্ণয় কর। [$B = 3.9\times10^{7}$ Pa]

$$\Rightarrow \quad B = \frac{pV}{v}$$

$$\Rightarrow \frac{v}{V} = \frac{p}{B}$$

$$= \frac{5\times10^{6}}{3.9\times10^{7}}$$

$$\Rightarrow \frac{v}{V} = 0.1282 \quad \text{--- (1)}$$

ব্যাসার্ধের বিকৃতি $= \dfrac{r}{R}$

$$\frac{v}{V} = 0.1282$$

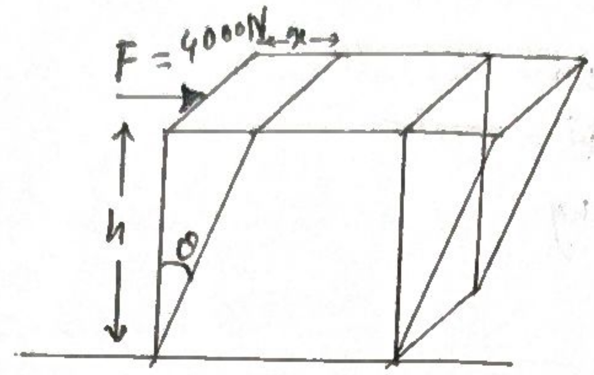
$$\Rightarrow \frac{r^3}{R^3} = 0.1282$$

$$\Rightarrow \frac{r}{R} = \sqrt[3]{0.1282}$$

$$= \boxed{}$$

(২০) একটি 20 cm বাহুবিশিষ্ট ঘনক ব্লকের উপরের পৃষ্ঠে 4000N স্পর্শী বল প্রয়োগে 2 cm আপেক্ষিক সরণ ঘটে। ব্যবর্তন পীড়ন, বিকৃতি ও গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

⇒



$x = 2\,cm$

$h = 20\,cm$

$F = 4000\,N$

$A = h.h$

$= h^2 = (20\times10^{-2})^2\ m^2$

$= (0{\cdot}20)^2\ m^2$

বিকৃতি $= \tan\theta = \frac{x}{h}$

$= \frac{2}{20} = 0{\cdot}1$

পীড়ন $= \frac{F}{A}$

$= \frac{4000}{20\times10^{-2}\times20\times10^{-2}}$

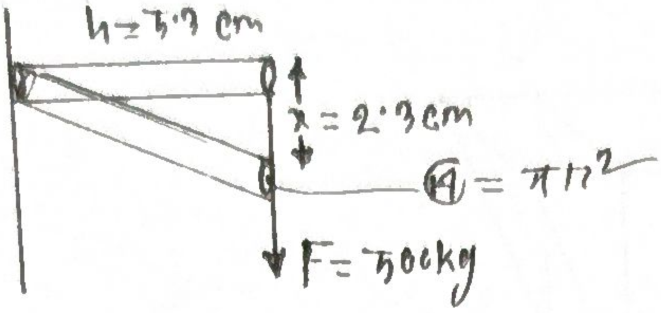
$= \boxed{\quad}\ Nm^{-2}$

ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{F}{A\tan\theta} = \frac{4000}{(0{\cdot}2)^2\times\frac{2}{20}}$

$\eta = 1\times10^{-6}\ Nm^{-2}$

(২১) একটি দেয়াল থেকে ৮.৩ cm লম্বা রড অনুভূমিকভাবে বের হয়ে আছে। যার ব্যাস ১.৪ মুক্তপ্রান্তে ৮০০kg ভর ঝুলালে ২.৩ cm নিচের দিকে নামে। কৃন্তন গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

উ



$$\eta = \frac{F}{A\tan\theta} = \frac{F}{A\frac{x}{h}}$$

$$= \frac{F}{\pi r^2 \frac{x}{h}} = \frac{mg}{\pi r^2 \frac{x}{h}}$$

$$= \frac{800 \times 9.8}{3.1416 \times (1.4 \times 10^{-2})^2 \times \frac{2.3}{8.3}}$$

$$= \boxed{}\ Nm^{-2}$$

(২২) 2mm ও 4mm ব্যাসের এবং একই দৈর্ঘ্যের দুটি ভিন্ন ধাতব তারে সমপরিমাণ ওজন ঝুলানো হলো। ফলে ১ম তারের দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি ২য় তারের এক তৃতীয়াংশ। ২য় তারের পয়সনের অনুপাত 0.26।

(i) ২য় তারের দৈর্ঘ্য ৮% বৃদ্ধি করলে ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে?

(ii) কোন তার বেশি স্থিতিস্থাপক??

⇒ (i) $\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}}$

$l = L$ ~~এর~~ 5%.

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

$\Rightarrow l = 0.05L$

$\Rightarrow l/L = 0.05$

$\Rightarrow \frac{d}{D} = \sigma \frac{l}{L}$

$= 0.26 \times 0.05$

$=$ ~~1.3~~ $0.013 \times 100\%$

$= 1.3\%$

ব্যাস 1.3% হ্রাস পাবে।

(ii) $Y_1 = \frac{FL}{A_1 l_1}$ —(i)

$Y_2 = \frac{FL}{A_2 l_2}$ —(ii)

$(i \div ii) \Rightarrow \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{A_2 l_2}{A_1 l_1}$ $\boxed{l_1 = \frac{1}{3} l_2}$

$\Rightarrow \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{A_2 l_2}{A_1 \frac{1}{3} l_2}$

$\Rightarrow \frac{Y_1}{Y_2} = 3 \frac{A_2}{A_1}$

$= 3 \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} = 3 \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

$= 3 \left(\frac{2}{1}\right)^2$

$\Rightarrow \frac{Y_1}{Y_2} = 12$

$\Rightarrow Y_1 = 12 Y_2$

$\Rightarrow Y_1 : Y_2 = 12 : 1$

$Y_1 > Y_2$

(29) 3m দৈর্ঘ্য ও 1mm ব্যাসের তারের পয়সনের অনুপাত 0.21 ও ইয়ং গুণাঙ্ক $125\times10^{11}\ Nm^{-2}$। তারটিতে 16kg ভার ঝুলানো হলে পার্শ্ববিকৃতি কত হবে?

$\Rightarrow \quad \frac{d}{D} = ??$

$$\sigma = \frac{d/D}{l/L}$$

$$\Rightarrow \frac{d}{D} = \sigma \frac{l}{L}$$

$$= 0.21 \times 1.597\times10^{-5}$$

$$= 3.354\times10^{-6}$$

(Ans)

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

$$\Rightarrow \frac{l}{L} = \frac{F}{AY}$$

$$= \frac{16\times9.8}{3.1416\times(0.5\times10^{-3})^2\times125\times10^{11}}$$

$$= 1.597\times10^{-5}\ Nm^{-2}$$

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

ইয়ং গুণাঙ্কের math

① একটি 2mm ব্যাসের তারের এক প্রান্তে 20kg ভার ঝুলালে তারটির দৈর্ঘ্য 0.25% বাড়ে। ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

টানা তারে ত্বরণ/মন্দন প্রযুক্ত হওয়ার ক্ষেত্রে

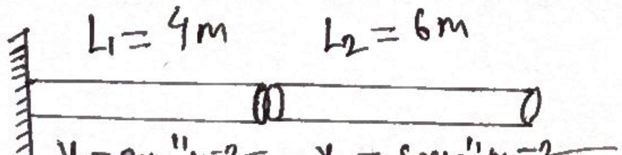
② 2mm ব্যাসের একটি তারে 20kg ভার ঝুলিয়ে $2m/s^2$ মন্দনে উপরে টেনে তোলা হলে দৈর্ঘ্য 0.20% বাড়ে। Y = ??

③ 0.3 m দৈর্ঘ্যের একটি তারে 10kg ভার ঝুলিয়ে অনুভূমিক তলে সর্বোচ্চ কত বেগে/কত কৌণিক বেগে ঘুরানো যায়? [অসহ পীড়ন $4.8\times10^{7} Nm^{-2}$, $A = 10^{-6} m^2$]

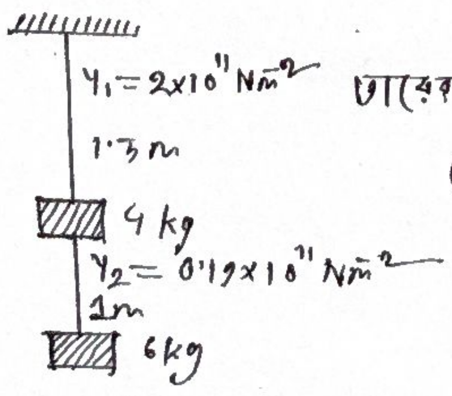
④ 1mm ব্যাসার্ধের 1m দৈর্ঘ্যের তারে 3kg ভার যুক্ত করে সেকেন্ডে দুইবার ঘুরানো হচ্ছে। তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় কর। [$Y = 20\times10^{11} Nm^{-2}$]

⑤ একটি তারের অসহ পীড়ন $4.5\times10^{7} Nm^{-2}$, তারটিতে 20kg ভার ঝুলিয়ে সর্বোচ্চ কত ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী লিফটে উঠা যাবে? ব্যাসার্ধ, r = 1.5mm।

তারের সমবায়

⑥


F বল প্রযুক্ত করায় মোট 0.02m প্রসারিত হল। ব্যাস সমান হলে আলাদা আলাদা প্রসারণ = ??

⑦


তারের ব্যাসার্ধ = 0.02m (প্রতিটি তার)
মোট প্রসারণ কত??

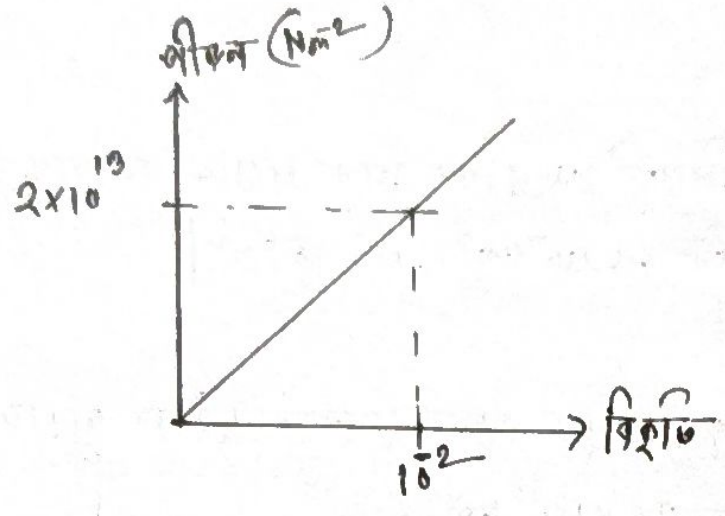
iii) তারের প্রসারণে কৃতকাজ

৪) একটি স্টিলের তারে 10N বল প্রয়োগে 0.1 mm প্রসারণ ঘটে। বলের পরিবর্তন করে একই দৈর্ঘ্যের, দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের অপর স্টিলের তারে সমান প্রসারণ ঘটানো হলো।

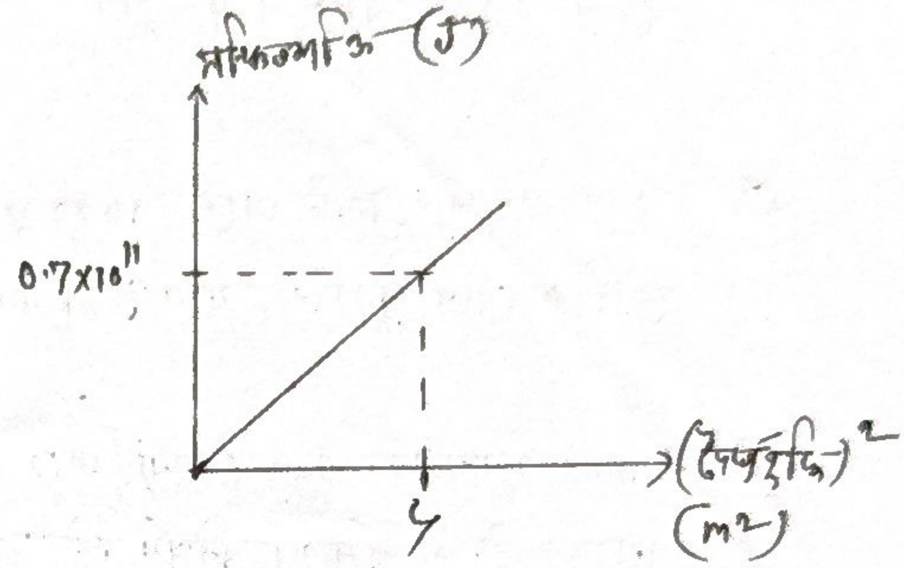
ⓐ ১ম তারের স্থিতিশক্তি??

ⓑ ২য় ক্ষেত্রে বলের পরিবর্তন??

৯)



১ম তারের জন্য গ্রাফ



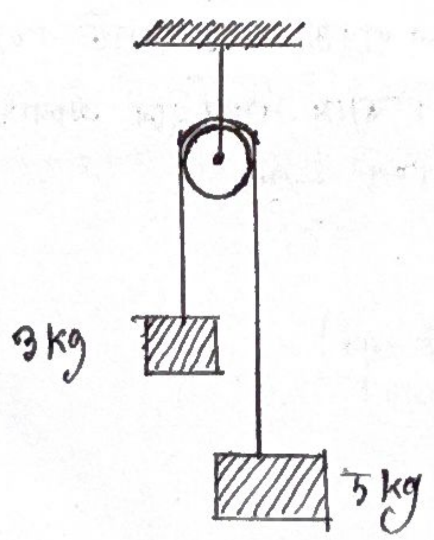
২য় তারের জন্য গ্রাফ

১ম ও ২য় উভয় তারের ব্যাস 0.8 mm ও দৈর্ঘ্য 2 m

(i) ১ম তারে স্থিতিশক্তি??

(ii) কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক??

১০)



দড়ির অসহ পীড়ন $7.8\times10^{8}\ Nm^{-2}$

দড়িটি সর্বনিম্ন কত সরু হতে পারে যাতে ছিঁড়ে না যায়??

(11) একটি 3m দৈর্ঘ্যের 20g ভরের তারে 50N টান বল প্রয়োগ করলে 1mm প্রসারণ হয়। তারের উপাদানের ঘনত্ব $7.3 \times 10^3\ kgm^{-3}$ হলে ইয়ং গুণাঙ্ক কত হবে?

(12) 1m দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের যথাক্রমে 2mm ও 4mm ব্যাসের তারে 0.05 kg ভার ঝুলানো হলো। [$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]

(i) ১ম তারে একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

(ii) ভার ঝুলানো অবস্থায় সরলদোলকের মতো আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলবে??

(13) 1m দৈর্ঘ্যের একটি দড়ির উপর দিয়ে কোনো সার্কাসের খেলোয়াড় হেঁটে যাচ্ছে। মাঝখানে থাকা অবস্থায় দড়িটি আদি অবস্থা থেকে 1cm নিচে নামে। দড়ির ব্যাস 0.8 mm। $Y = 2.0 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$. খেলোয়াড়ের ভর কত?

(14) স্বাভাবিক চাপে ~~(1×10^5 Pa)~~ (1×10^5 Pa) একটি পাত্রে 4000 cc কেরোসিন আছে। বোতলের ছিপিটি ভেতরের দিকে ঠেলে দেওয়ায় চাপ বেড়ে 4.7×10^5 Pa হলে আয়তন কমে 3999 cc হলো। B = ??

(15) একটি ধাতব গোলককে সমুদ্রের 2km গভীরতায় নিয়ে গেলে আয়তন 0.12% হ্রাস পায়। পানির গড় ঘনত্ব $1020\ kgm^{-3}$।

আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ও সংনম্যতা নির্ণয় কর।

(16) সমুদ্রের পৃষ্ঠের পানির ঘনত্ব $1.03\times10^{3}\ kg\,m^{-3}$। সমুদ্রের 80 atm চাপে গভীরতায় পানির ঘনত্ব কত? [আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $4.8\times10^{9}\ Nm^{-2}$]

(17) পারদের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $2.2\times10^{10}\ Nm^{-2}$, 1L পারদের আয়তন $1\times10^{-6}\ m^{3}$ হ্রাস করতে—

(i) কৃতকাজ বের কর।

(ii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি হিসাব কর।

(18) একটি গোলকের ব্যাসার্ধ 0.03% হ্রাস পরিবর্তন হলে আয়তনের শতকরা পরিবর্তন কত??

(19) একটি গোলকের উপর 5×10^{6} Pa চাপ প্রযুক্ত হলে এর ব্যাসার্ধের বিকৃতি নির্ণয় কর।
[$B = 3.7\times10^{7}$ Pa]

(20) একটি 20cm বাহুবিশিষ্ট ধাতব ব্লকের উপরের পৃষ্ঠে 4000 N স্পর্শী বল প্রয়োগে 2 cm পার্শ্বসরণ ঘটে। ব্যবর্তন পীড়ন, বিকৃতি ও গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

(21) একটি দেয়াল থেকে 5.3 cm লম্বা রড অনুভূমিকভাবে বের হয়ে আছে। যার ব্যাস 1.4 cm, মুক্ত প্রান্তে 500 kg ভার ঝুলালে 2.3 cm নিচের দিকে নামে। ব্যবর্তন গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

(22) 2mm ও 4mm ব্যাসের এবং একই দৈর্ঘ্যের দুটি ভিন্ন ধাতব তারে সমপরিমাণ ওজন ঝুলানো হলো। ফলে ১ম তারের দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি ২য় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির এক তৃতীয়াংশ। ২য় তারের পয়সনের অনুপাত 0.26।

(i) ২য় তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করলে ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে?

(ii) কোন তার বেশি স্থিতিস্থাপক??

(২৭) 3m দৈর্ঘ্য ও 1mm ব্যাসের তারের পয়সনের অনুপাত 0.21 ও ইয়ং গুণাঙ্ক $12.5 \times 10^{11} Nm^{-2}$। তারটিতে 16kg ভার ঝুলানো হলে পার্শ্ববিকৃতি কত হবে??