Chapter 9 ठोसों के यांत्रिक गुण

प्रश्न 9.1

4.7 m लम्बे व 3.0×10^{-5} m^2 अनुप्रस्थ काट के स्टील के तार तथा 3.5 m लंबे व 4.0×10^{-5} m^2 अनुप्रस्थ काट के ताँबे के तार पर दिए गए समान परिमाण के भारों को लटकाने पर उनकी लंबाइयों में समान वृद्धि होती है। स्टील तथा ताँबे के यंग प्रत्यास्थता गुणांकों में क्या अनुपात है।

उत्तर:

दिया है:

स्टील के तार के लिए,

तार की लम्बाई, $l_1 = 4.7$ m

अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

$a = 3.0 \times 10^{-5}$ m^2

माना लम्बाई में वृद्धि, $\Delta l_1 = \Delta l$

ताँबे के तार के लिए, तार की लम्बाई $l_2 = 3.5$ m

अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

$a_2 = 4.0 \times 10^{-5}$ m^2

माना लम्बाई में वृद्धि

$\Delta l_2 = \Delta l$; $F_2 = F$

माना स्टील ताँबे के तार के यंग प्रत्यास्थता गुणांक Y_1 व Y_2 हैं।

$$Y_1 = \frac{F_1 / a_1}{\Delta l_2 / l_1} = \frac{F_1 \times l_1}{a_1 \times \Delta l_1}$$

$$= \frac{F \times 4.7}{3 \times 10^{-5} \times \Delta l} \quad ...(i)$$

तथा $$Y_2 = \frac{F_2 / a_2}{\Delta l_2 / l_2} = \frac{F_2 \times l_2}{a_2 \times \Delta l_2}$$

$$= \frac{F \times 3.5}{4 \times 10^{-5} \times \Delta l} \quad ...(ii)$$

समी० (i) को (ii) से भाग देने पर

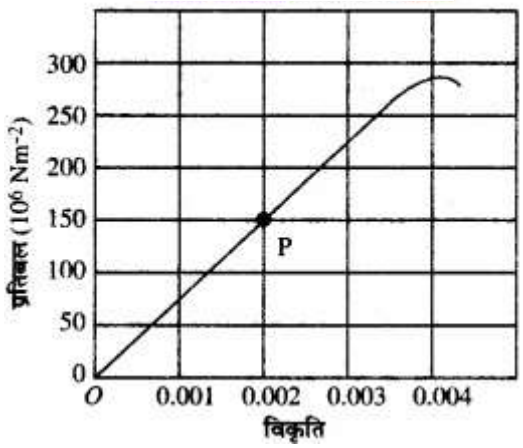
$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{F \times 4.7}{3 \times 10^{-4} \times \Delta l} \times \frac{4 \times 10^{-5} \times \Delta l}{F \times 3.5}$$

$$= \frac{18.8}{10.5} = 1.79 = \mathbf{1.8}$$

प्रश्न 9.2

नीचे चित्र में किसी दिए गए पदार्थ के लिए प्रतिबल-विकृति वक्र दर्शाया गया है। इस पदार्थ के लिए –

SKYLIGHT STUDY



(a) यंग प्रत्यास्थता गुणांक तथा

(b) सन्निकट पराभव सामर्थ्य क्या है?

उत्तर:

(a) ग्राफ पर स्थित बिन्दु P पर विकृति,

E = 0.002 प्रतिबल, $\sigma = 150 \times 10^6$ न्यूटन/मीटर^2

सूत्र यंग प्रत्यास्थता गुणांक, Y = σE से

y = 150×10^{6}0.002

= 7.5×10^{10} न्यूटन/मीटर^2

(b) परास व सामर्थ्य = ग्राफ के उच्चतम बिन्दु के संगत प्रतिबल

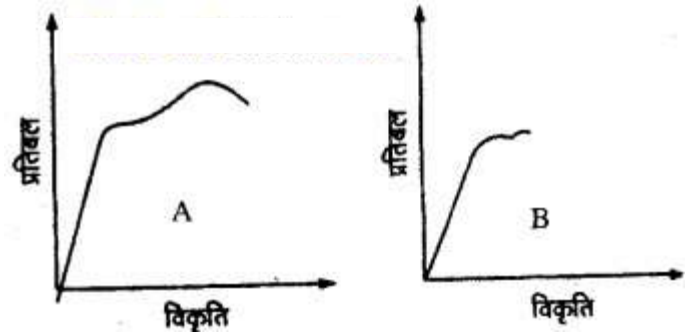
= 290×10^6 न्यूटन प्रति मीटर^2

प्रश्न 9.3

दो पदार्थों A और B के लिए प्रतिबल-विकृति ग्राफ चित्र में दर्शाए गए हैं। इन ग्राफों को एक ही पैमाना मानकर खींचा गया है।

(a) किस पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक अधिक है?

(b) दोनों पदार्थों में कौन अधिक मजबूत है?



उत्तर:

(a) पदार्थ A के ग्राफ का ढाल दूसरे ग्राफ की तुलना में अधिक है; अत: पदार्थ A का यंग गुणांक अधिक है।

(b) दोनों ग्राफों पर पराभव बिन्दुओं की ऊँचाई लगभग बराबर है परन्तु पदार्थ A के ग्राफ, पदार्थ B की तुलना में प्लास्टिक क्षेत्र अधिक सुस्पष्ट है; अत: पदार्थ A अधिक मजबूत है।

SKYLIGHT STUDY
For more Subjective & Objective Question Answers Visit:- Skylightstudy.in

प्रश्न 9.4

निम्नलिखित दो कथनों को ध्यान से पढ़िये और कारण सहित बताइये कि वे सत्य हैं या असत्य –

(a) इस्पात की अपेक्षा रबड़ का यंग गुणांक अधिक है।

(b) किसी कुण्डली का तनन उसके अपरूपण गुणांक से निर्धारित होता है।

उत्तर:

(a) असत्य, चूँकि इस्पात व रबड़ से बने एक जैसे तारों में समान विकृति उत्पन्न करने के लिए इस्पात के तार में रबड़ की अपेक्षा अधिक प्रतिबल उत्पन्न होता है। इससे स्पष्ट है कि इस्पात का यंग गुणांक रबड़ से अधिक है।

(b) सत्य, चूँकि हम किसी कुण्डली या स्प्रिंग को खींचते हैं तो न तो स्प्रिंग निर्माण में लगे तार की लम्बाई में कोई परिवर्तन होता है और न ही उसका आयतन परिवर्तित होता है। स्प्रिंग का केवल रूप बदलता है। अतः स्प्रिंग का तनन उसके अपरूपण गुणांक से निर्धारित होता है।

प्रश्न 9.5

0.25 cm व्यास के दो तार, जिनमें एक इस्पात का तथा दूसरा पीतल का है, चित्र के अनुसार भारित है। बिना भार लटकाए इस्पात तथा पीतल के तारों की लम्बाइयाँ क्रमशः 1.5 m तथा 1.0 m हैं। यदि इस्पात तथा पीतल के यंग गुणांक क्रमशः 2.0×10^{11} Pa तथा 0.9×10^{11} हों तो इस्पात तथा पीतल के तारों में विस्तार की गणना कीजिए।

उत्तर:

दिया है:

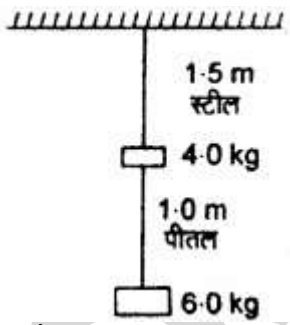
$R_S = R_B = 0.125$ cm

$= 1.25 \times 10^{-3}$ m

$L_s = 1.5$ m, $L_B = 1.0$ m

$Y_S = 2.0 \times 10^{11}$ Pa,

$Y_B = 0.91 \times 10^{11}$ Pa



जहाँ S व B क्रमशः इस्पात (Steel) तथा पीतल (Brass) को प्रदर्शित करते हैं। पीतल के तार पर केवल 6.0 kg द्रव्यमान के पिंड का भार लगा है, जबकि इस्पात के तार पर (6.0 + 4.0 = 10.0 kg) का भार लगा है।

$\therefore F_B = 6.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ Nkg}^{-1} = 58.8$ N

$F_S = 10.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ Nkg}^{-1} = 98$ N

प्रत्येक का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल $A = \pi R^2$

$= 3.14 \times (1.25 \times 10^{-3} \text{ m})^2$

$= 4.91 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

सूत्र $Y = FLA\Delta L$ से

पीतल के तार हेतु,

SKYLIGHT STUDY

$\Delta L_B = F_B L_B A_B Y_B$

$$= \frac{58.8\ \text{N} \times 1.0\ \text{m}}{4.91 \times 10^{-6}\ \text{m}^2 \times 0.91 \times 10^{11}\ \text{Pa}}$$

$$= 13.16 \times 10^{-5}\ \textbf{m} = \textbf{0.013 cm}$$

तथा इस्पात के तार हेतु,

$$\Delta L_S = \frac{F_S L_S}{A_S Y_S}$$

$$= \frac{98\ \text{N} \times 1.5\ \text{m}}{4.91 \times 10^{-6}\ \text{m}^2 \times 2.0 \times 10^{11}\ \text{Pa}}$$

$= 14.96 \times 10^{-5}$ m ~ 0.015 cm

प्रश्न 9.6

ऐल्युमिनियम के किसी घन के किनारे 10 cm लम्बे हैं। इसकी एक फलक किसी ऊर्ध्वाधर दीवार से कसकर जुड़ी हुई है। इस घन के सम्मुख फलक से 100 kg का एक द्रव्यमान जोड़ दिया गया है। ऐल्युमीनियम का अपरूपण गुणांक 25 GPa है। इस फलक का ऊर्ध्वाधर विस्थापन कितना होगा?

उत्तर:

दिया है:

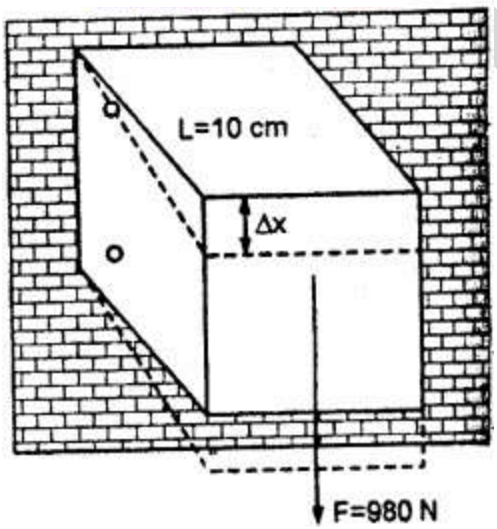
अपरूपण गुणांक G = 25 GPa

$= 25 \times 10^9\ Nm^{-2}$

बल-आरोपित फलक का क्षेत्रफल

A = 10 cm × 10 cm

$= 100 \times 10^{-4}\ m^2$



आरोपित बल

$F = 100\ kg \times 9.8\ Nkg^{-1} = 980\ N$

माना फलक का ऊर्ध्व विस्थापन = Δx

जबकि L = 10 cm = 0.1 m

SKYLIGHT STUDY

∴ सूत्र G = (F/A)(Δx/L) से
फलक का विस्थापन
Δx = FLGA

$$= \frac{980\ \text{N} \times 0.1\ \text{m}}{25 \times 10^9\ \text{Nm}^{-2} \times 100 \times 10^{-4}\ \text{m}^2}$$
$$= 3.92 \times 10^{-7}\ \text{m} \approx 4 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

प्रश्न 9.7
मृदु इस्पात के चार समरूप खोखले बेलनाकार स्तम्भ 50,000 kg द्रव्यमान के किसी बड़े ढाँचे को आधार दिये हुए हैं। प्रत्येक स्तम्भ की भीतरी तथा बाहरी त्रिज्याएँ क्रमश: 30 तथा 60 cm हैं। भार वितरण को एकसमान मानते हुए प्रत्येक स्तम्भ की संपीडन विकृति की गणना कीजिये।
उत्तर:
दिया है:
आन्तरिक त्रिज्या (भीतरी त्रिज्या)
R_{int} = 30 सेमी
= 0.3 मीटर बाहरी त्रिज्या,
R_{ext} = 60 सेमी = 0.6 मीटर
प्रत्येक स्तम्भ का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल
A = πR2ext − πR2int
= 3.14 [$(0.6)^2 - (0.3)^2$]
= 0.85 मीटर^2
ढाँचे का सम्पूर्ण भार,
W = 50,000 × 9.8
= 4.9 × 10^5 न्यूटन
अतः प्रत्येक स्तम्भ पर भार,
F_1 = 14W =1.225 × 10^5 न्यूटन
हम जानते हैं कि इस्पात का यंग गुणांक,
Y = 2 × 10^{11} न्यूटन/मीटर^2
सूत्र Y = FLAΔL से
प्रत्येक स्तम्भ पर संपीडन विकृति

$$= \frac{\Delta L}{L} = \frac{F_1 O}{AY}$$
$$= \frac{1.225 \times 10^5}{0.85 \times 10^2 \times 2 \times 10^{11}}$$
$$= 0.72 \times 10^{-6}$$

चारों स्तम्भों पर संपीडन विकृति

SKYLIGHT STUDY

$= (0.72 \times 10^{-6}) \times 4$

$= 2.88 \times 10^{-6}$

प्रश्न 9.8

ताँबे का एक टुकड़ा, जिसका अनुप्रस्थ परिच्छेद 15.2 mm × 19.1 mm का है, 44,500 N बल के तनाव से खींचा जाता है, जिससे केवल प्रत्यास्थ विरूपण उत्पन्न हो। उत्पन्न विकृति की गणना कीजिये।

उत्तर:

दिया है,

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

A = परिच्छेद क्षेत्रफल

= 15.2 mm × 19.1 mm

$= 15.2 \times 10^{-3}\ m \times 19.1 \times 10^{-3}\ m$

बल F = 44500N

परिणामी = विकृति = ?

Y = प्रतिबल/विकृति या विकृति

प्रतिबल/Y = FAY

या अनुदैर्ध्य विकृति

$$= \frac{44500}{15.2 \times 19.1 \times 10^{-6} \times 1.1 \times 10^{11}}$$

$$= 139.34 \times 10^{-3} = \mathbf{0.139}$$

प्रश्न 9.9

1.5 cm त्रिज्या का एक इस्पात का केबिल भार उठाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। यदि इस्पात के लिए अधिकतम अनुज्ञेय प्रतिबल $10^8\ Nm^{-2}$ है तो उस अधिकतम भार की गणना कीजिए जिसे केबिल उठा सकता है।

उत्तर:

दिया है:

इस्पात के तार की त्रिज्या, r = 1.5 सेमी

$= 1.5 \times 10^{-2}$ मीटर

अधिकतम अनुज्ञेय प्रतिबल = 10^8 न्यूटन/मीटर^2

तार का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल,

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (1.5 \times 10^{-2})^2$

अधिकतम भार जिससे केबिल उठा सकता है = अधिकतम बल = ?

अधिकतम बल सूत्र,

$$\text{अधिकतम बल} = \frac{\text{अधिकतम बल}}{\text{अनुप्रस्थ का क्षेत्रफल}}$$

अधिकतम बल = अधिकतम प्रतिबल × अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

$= 10^8 \times \pi \times (1.5 \times 10^{-2})^2$

SKYLIGHT STUDY

= 3.14 × 2.25 × 10^4 न्यूटन

अधिकतम बल जिससे केबिल उठा सकता है

= 7.1 × 10^4 न्यूटन

प्रश्न 9.10

15 kg ी तीन तारों, जिनमें प्रत्येक की लंबाई 2 m है, से सममित लटकाया गया है। सिरों के दोनों तार ताँबे के हैं तथा बीच वाला लोहे का है। तारों के व्यासों के अनुपात निकालिए, प्रत्येक पर तनाव उतना ही रहना चाहिए।

उत्तर:

माना कि ताँबे व लोहे के यंग गुणांक क्रमशः y_1 व y_2 है।

y_1 = 110 × 10^9 न्यूटन/मीटर^2 व y_2 = 190 × 10^9 न्यूटन/मीटर^2

माना कि ताँबे व लोहे के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल क्रमशः a_1 व a_2 हैं तथा इनके व्यास क्रमशः a_1 व a_2 हैं।

सूत्र क्षेत्रफल = π(व्यास/2)^2 से,

$$a_1 = \pi \frac{d_1^2}{4}$$

व

$$a_2 = \pi \frac{d_2^2}{4}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

दिया है:

L = 2 मीटर

माना प्रत्येक तार में उत्पन्न वृद्धि Δl है तथा प्रत्येक तार में उत्पन्न तनाव F है।

सूत्र Y = प्रतिबल/विकृति से,

ताँबे के तार की विकृति = F/a_1Y_1

तथा लोहे के तार की विकति = F/a_2Y_2

चूँकि छड़ को सममित लटकाया गया है।

चूँकि दैनिक विकृति समान है।

$$\frac{F}{a_1Y_1} = \frac{F}{a_2Y_2}$$

या $$a_1Y_1 = a_2Y_2$$

या $$\frac{a_2}{a_2} = \frac{Y_2}{Y_1}$$

या $$\frac{\pi d_1^2/4}{\pi d_2^2/4} = \frac{Y_2}{Y_1}$$

या $$\frac{d_1}{d_2} = \sqrt{\frac{Y_2}{Y_1}}$$

$$= \sqrt{\frac{190 \times 10^9}{110 \times 10^9}}$$

$$= \sqrt{\frac{19}{11}} = \sqrt{1.73}$$

i.e., $$\frac{d_1}{d_2} = 1.31$$

या $$d_1 : d_2 = \mathbf{1.31 : 1}$$

SKYLIGHT STUDY

प्रश्न 9.11

एक मीटर अतानित लंबाई के इस्पात के तार के एक सिरे से 14.5 kg का द्रव्यमान बाँध कर उसे एक ऊर्ध्वाधर वृत्त में घुमाया जाता है, वृत्त की तली पर उसका कोणीय वेग 2 rev/s है। तार के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल 0.065 cm है^{2}। तार में विस्तार की गणना कीजिए जब द्रव्यमान अपने पथ के निम्नतम बिंदु पर है।

उत्तर:

निम्नतम बिन्दु पर द्रव्यमान के घूर्णन के कारण तार में उत्पन्न बल,

$T - mg = mw^2$

जहाँ T = तार में तनाव है।

$T = mg + mw^2$

$= 14.5 \times 9.8 + 14.5 \times 1 \times (4\pi)^2$

$= 14.5 (9.8 + 16 \times 9.87)$

$= 14.5 (9.8 + 157.92)$

$= 2431.94$ N

प्रतिबल = $TA = 2431.9465 \times 10^7$

विकृति = $\Delta ll = \Delta ll = \Delta l$

सम्बन्ध $Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \frac{T/A}{\left(\frac{\Delta l}{l}\right)}$ से

$$\Delta l = \frac{T}{A} \times \frac{l}{Y}$$

$$= \frac{2431.94}{65 \times 10^{-7}} \times \frac{1}{2 \times 10^{11}}$$

$$= 18.71 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$= 18.71 \times 10^{-2} \text{ cm} = 0.187 \text{ cm}$$

= 0.19 सेमी।

प्रश्न 9.12

नीचे दिये गये आँकड़ों से जल के आयतन प्रत्यास्थता गुणांक की गणना कीजिए, प्रारंभिक आयतन = 100.0L दाब में वृद्धि = 100.0 atm (1 atm = 1.013×10^5Pa), अंतिम आयतन = 100.5 L नियत ताप पर जल तथा वायु के आयतन प्रत्यास्थता गुणांकों की तुलना कीजिए। सरल शब्दों में समझाइये कि यह अनुपात इतना अधिक क्यों है?

उत्तर:

दिया है:

P = 100 वायुमण्डलीय दाब

= $100 \times 1.013 \times 10^5$ Pa ($\because$ 1 atm = 1.013×10^{15} Pa)

प्रारम्भिक आयतन,

$V_1 = 100$ litre = 100×10^{-3} m^{-3}

अन्तिम आयतन,

SKYLIGHT STUDY

$V_2 = 100.5$ litre $= 100.5 \times 10^{-3}\ m^{-3}$

आयतन में परिवर्तन $= \Delta V = V_2 - V_1$

$= (100.5 - 100) \times 10^{-3}\ m^{-3}$

$= 0.5 \times 10^{-3}\ m^3$

जल का आयतन गुणांक $= K_w = ?$

सूत्र

सूत्र $K_W = \dfrac{P/\Delta V}{V}$ से

$$K_W = \frac{PV}{\Delta V}$$

$$= \frac{100 \times 1.013 \times 10^5 \times 100 \times 10^{-3}}{0.5 \times 10^{-3}}$$

$$(\because\ V = V_1)$$

या $K_W = 2.026 \times 10^9$ Pa

पुनः हम जानते हैं कि STP पर वायु का आयतन गुणांक

$$K_{air} = 1.0 \times 10^{-4}\ \text{GPa}$$

$$= 1 \times 10^{-4} \times 10^9\ \text{Pa} = 10^5\ \text{Pa}$$

$$\frac{K_W}{K_{air}} = \frac{2.026 \times 10^9}{10^5} = 2.026 \times 10^4$$

$= 20260$

यह अनुपात बहुत अधिक है। अर्थात् जल का आयतन प्रत्यास्थता वायु की आयतन प्रत्यास्थता से बहुत अधिक है। इसका कारण यह है कि समान दाब द्वारा जल के आयतन में होने वाली कमी, वायु के आयतन में होने वाली कमी की तुलना में नगण्य होती है।

प्रश्न 9.13

जल का घनत्व उस गहराई पर, जहाँ दाब 80.0 atm हो, कितना होगा? दिया गया है कि पृष्ठ पर जल का घनत्व $1.03 \times 103\ kgm^{-3}$, जल की संपीडता $45.8 \times 10^{-11}\ Pa^{-1}$ $(1\ Pa = 1Nm^{-2})$

उत्तर:

दिया है:

$P = 80$ atm $= 80 \times 1.013 \times 10^5$ Pa

$1k = 45.8 \times 10^{-11}\ Pa^{-1}$

पृष्ठ पर जल का घनत्व,

$\rho = 1.03 \times 10^3$ किग्रा प्रति मीटर^3

माना दी हुई गहराई पर जल का घनत्व ρ है।

माना M द्रव्यमान के जल के द्वारा पृष्ठ व दी हुई गहराई पर आयतन क्रमशः V व V' है।

अतः $V = M\rho$ तथा $V' = M\rho'$

∴ आयतन में परिवर्तन

SKYLIGHT STUDY

$$\Delta V = V - V' = M\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}\right)$$

∴ आयतनात्मक विकृति

$$\frac{\Delta V}{V} = M\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}\right) \times \frac{\rho}{M} = \left(1 - \frac{\rho}{\rho'}\right)$$

$$\text{या } \frac{\Delta V}{V} = 1 - \frac{1.03 \times 10^3}{\rho'}$$

पुनः हम जानते हैं कि जल का आयतन गुणांक निम्नवत्

$$K = \frac{P}{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)} = \frac{pV}{\Delta V}$$

$$\text{सम्पीड्यता} = \frac{1}{K}$$

$$= \frac{\Delta V}{PV} = \frac{1}{P}\left(\frac{\Delta V}{V}\right)$$

$$\text{या } 45.8 \times 10^{-11} = \frac{1}{80 \times 1.013 \times 10^5} \times \left(1 - \frac{1.03 \times 10^3}{\rho'}\right)$$

$$\text{या } 1 - \frac{1.03 \times 10^3}{\rho'} = 45.8 \times 10^{-11} \times 80 \times 1.013 \times 10^5$$

$$= 3.712 \times 10^{-3}$$

$$\text{या } \frac{1.03 \times 10^3}{\rho'} = 1 - 3.712 \times 10^{-3}$$

$$= 0.996288$$

$$\therefore \rho' = \frac{1.03 \times 10^3}{0.996288} = 1034 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{या } \rho' = \mathbf{1.034 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}}$$

प्रश्न 9.14

काँच के स्लेब पर 10 atm का जलीय दाब लगाने पर उसके आयतन में भिन्नात्मक अंतर की गणना कीजिए।

उत्तर:

दिया है:

P = 10 atm = 10 × 1.013 × 10^5 Pa

सारणी से, काँच के गुटके के लिए,

K = 37 × 10^9 Nm^{-2}

SKYLIGHT STUDY

काँच के गुटके के आयतन में भिन्नात्मक अन्तर

$$= \frac{\Delta V}{V} = ?$$

सूत्र $K = \frac{P}{\frac{\Delta V}{V}}$ से,

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{P}{K}$$

$$= \frac{10 \times 1.013 \times 10^5}{37 \times 10^9} = \frac{1.013}{37 \times 10^3}$$

$$= 0.0274 \times 10^{-3}$$

$$= 2.74 \times 10^{-5}$$

$$= 2.74 \times 10^{-3}\% = \mathbf{0.003\%}$$

प्रश्न 9.15

ताँबे के एक ठोस घन का एक किनारा 10 cm का है। इस पर 7.0×10^6 Pa का जलीय दाब लगाने पर इसके आयतन में संकुचन निकालिए।

उत्तर:

दिया है:

L = 10 cm = 0.1 m

ताँबे का आयतन गुणांक

$= 140 \times 10^9$ Pa

$P = 7 \times 10^6$ Pa

ठोस ताँबे के घन में आयतन सम्पीडन

$= \Delta V = ?$

$V = L^3 = (0.1)^3 = 0.001\ m^3$

सूत्र,

सूत्र, $K = -\frac{P}{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)}$ से

$$\Delta V = \frac{-PV}{K}$$

$$= \frac{7 \times 10^6 \times 0.001}{140 \times 10^9}\ m^3$$

$$= \frac{-1}{20} \times 10^{-6}\ m^3$$

$$= -0.05 \times 10^{-6}\ \mathbf{m^3} = \mathbf{-0.05\ cm^3}$$

यहाँ ऋणात्मक चिह्न से स्पष्ट होता है कि आयतन संकुचित होता है।

SKYLIGHT STUDY

प्रश्न 9.16

1 लीटर जल पर दाब में कितना अन्तर किया जाए कि वह 0.10% सम्पीडित हो जाए।

उत्तर:

दिया है:

V = 1 लीटर

ΔV = -0.10% of V

= − 0.10100 × 1 = − 11000 लीटर

माना Δp = 1 लीटर जल संकुचित करने के लिए आवश्यक

दाब

पानी का आयतन प्रसार गुणांक

सूत्र $K = -\frac{\Delta P}{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)}$ से,

$$\Delta P = -K \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

$$= 2.2 \times 10^9 \times \frac{\left(\frac{1}{1000}\right)}{1}$$

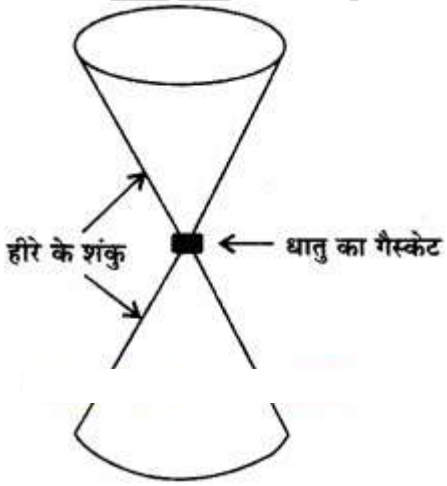
$$= \frac{2.2 \times 10^9}{1000} = 2.2 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$$

Class 11 Physics ठोसों के यांत्रिक गुण Additional Important Questions and Answers

अतिरिक्त अभ्यास के प्रश्न एवं उनके उत्तर

प्रश्न 9.17

हीरे के एकल क्रिस्टलों से बनी निहाइयों, जिनकी आकृति चित्र में दिखाई गयी है, का उपयोग अति उच्च दाब के अंतर्गत द्रव्यों के व्यवहार की जाँच के लिए किया जाता है। निहाई के संकीर्ण सिरों पर सपाट फलकों का व्यास 0.50 mm है। यदि निहाई के चौड़े सिरों पर 50,000 N का बल लगा हो तो उसकी नोंक पर दाब ज्ञात कीजिए।

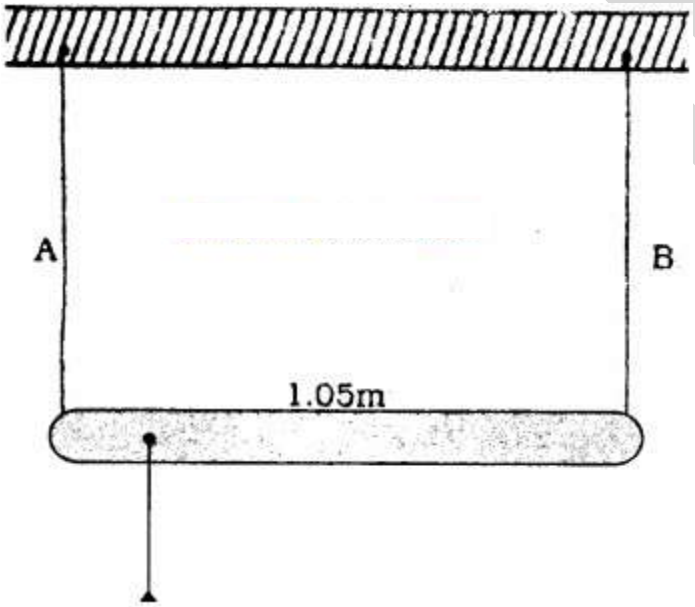


उत्तर:

SKYLIGHT STUDY

दिया है:
आरोपित बल, $F = 5 \times 10^4$ न्यूटन
व्यास, $D = 5 \times 10^{-4}$ मीटर
त्रिज्या, $r = D2 = 2.5 \times 10^{-4}$ m
क्षेत्रफल, $A = \pi r^2$
$= 227 \times (2.5 \times 10^{-4})^2$
नोंक पर दाब, P = ?
सूत्र $P = FA$ से,
$P = 5 \times 10^4 227 \times (2.5 \times 10-4)2$
$= 0.255 \times 10^{12}$ Pa
$= 2.55 \times 10^{11}$ Pa

प्रश्न 9.18
1.05 m लंबाई तथा नगण्य द्रव्यमान की एक छड़ को बराबर लंबाई के दो तारों, एक इस्पात का (तार A) तथा दूसरा ऐल्युमीनियम का तार (तार B) द्वारा सिरों से लटका दिया गया है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। A तथा B के तारों के अनुप्रस्थ परिच्छेद के क्षेत्रफल क्रमशः 1.0 mm^2 और 2.0 mm^2 हैं। छड़ के किसी बिन्दु से एक द्रव्यमान m को लटका दिया जाए ताकि इस्पात तथा एल्युमीनियम के तारों में (a) समान प्रतिबल तथा (b) समान विकृति उत्पन्न हो।



उत्तर:
माना कि स्टील तथा एल्युमीनियम के दो तारों क्रमशः A व B की लम्बाई L है।
माना कि A तथा B के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल क्रमशः a_1 व a_2 हैं।
$a_1 = 1$ मिमी^{2} $= (10^{-3})^2 = 10^{-6}$ मीटर^2
$a_2 = 2$ मिमी^{2} $= 2 \times 10^{-6}$ मीटर^2
सारणी से, स्टील के लिए,
$Y_1 = 2 \times 10^{11}$ न्यूटन मीटर$^{-2}$
एल्युमीनियम के लिए,

$Y_2 = 7 \times 10^{19}$ न्यूटन मीटर$^{-2}$

माना तारों के निचले सिरों पर लगाए गए बल F_1 व F_2 हैं।

(a) A तथा B पर प्रतिबल क्रमश: F_1/a_1 व F_1/a_2 हैं। जब दोनों प्रतिबल बराबर हैं, तब

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} \text{ या } \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2} \quad ...(i)$$

माना कि दोनों छड़ों से x व y दूरी पर लटकाए गए भार mg द्वारा आरोपित बल F_1 व F_2 हैं। तब

$F_1x = F_2y$

या $F_1F_2 = yx = yx$ …… (ii)

समी० (i) व (ii) से,

$$x = \frac{a_2}{a_1}(1.05 - x)$$

या $$a_1x = 1.05a_2 - xa_2$$

या $$x(a_1 + a_2) = 1.05a_2$$

$$x = \frac{1.05a_2}{a_1 + a_2}$$

$$= \frac{1.05 \times 2 \times 10^{-6}}{(1+2) \times 10^{-6}}$$

$$x = \frac{1.05 \times 2}{3} = 0.70 \text{ m}$$

$$y = 1.05 - .70 = 0.35 \text{ m}$$

अतः द्रव्यमान m को A (स्टील तार.) से 0.7 मीटर या B(Al) से 0.35 मीटर की दूरी पर लटकाना चाहिए।

सूत्र y = प्रतिबल/विकृति से,

विकृति = प्रतिबल/Y

तार A के लिए, विकृति $= \frac{F_1 / a_2}{Y_1}$

तथा तार B के लिए, विकृति $= \frac{F_2 / a_2}{Y_2}$

चूँकि विकृतियाँ समान हैं।

$$\frac{F_1}{a_1 Y_1} = \frac{F_2}{a_2 Y_2}$$

या $$\frac{F_2}{F_1} = \frac{a_2 Y_2}{a_1 Y_1} \quad ...(v)$$

इसी प्रकार समीकरण (ii) से,

SKYLIGHT STUDY

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{x}{y} \quad \text{...(vi)}$$

समी० (v) व (vi) से,

$$\frac{x}{y} = \frac{a_2 Y_2}{a_1 Y_1}$$

समी० (iv) से,

$$x = \frac{a_2 y_2}{a_1 y_2}(1.05 - x)$$ समी० (iv) से

या $a_1 Y_1 x = a_2 Y_2 \times 1.05 - a_2 Y_2 x$

या $x(a_1 Y_1 + a_2 Y_2) = 1.05 a_2 Y_2$

$$x = \frac{1.05 a_2 Y_2}{a_1 Y_1 + a_2 Y_2}$$

y तथा a के मानों को रखने पर,

$$x = \frac{1.05 \times 2 \times 10^{-6} \times 7 \times 10^{10}}{10^{-6} \times 2 \times 10^{11} + 2 \times 10^{-6} \times 7 \times 10^{10}}$$

$$= \frac{1.05 \times 14 \times 10^4}{2 \times 10^5 + 1.4 \times 10^5} \text{ m}$$

$$= \frac{1.05 \times 14 \times 10^4}{3.4 \times 10^4}$$

$$= \frac{1.05 \times 14}{34} \text{ m} = 0.43 \text{ m}$$

$Y = 1.05 - x = 1.05 - 0.43 = \mathbf{0.62\ m}$

अतः द्रव्यमान m को तार A से 0.43 मीटर दूर लटकाना चाहिए।

प्रश्न 9.19

मृदु इस्पात के एक तार, जिसकी लंबाई 1.0 m तथा अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल 0.50×10^{-2} cm है, को दो खम्भों के बीच क्षैतिज दिशा में प्रत्यास्थ सीमा के अंदर ही तनित किया जाता है। तार के मध्य बिंदु से 100 g का एक द्रव्यमान लटका दिया जाता है। मध्य बिंदु पर अवनमन की गणना कीजिए।

उत्तर:

दिया है:

l = 1 मीटर

क्षेत्रफल:

$A = 0.5 \times 10^{-2}$ cm^2

$= 0.5 \times 10^{-2} \times (10^{-2}$ m^2

$= 0.5 \times 10^{-6}$ m^2

द्रव्यमान:

m = 100 g = 0.1 kg

SKYLIGHT STUDY

भार W = mg = 0.1 × 9.8 N

माना तार की त्रिज्या r है।

$A = \pi r^2 = 0.5 \times 10^{-6}\ m^2$

$r^2 = 0.5 \times 10^{-6} \pi\ m^2$

स्टील के लिए, $y = 2 \times 10^{11}$ Pa

अवनमन δ = ? = ?

सूत्र $\delta = \frac{Wl^3}{12\pi r^4 Y}$ से,

$$\delta = \frac{0.1 \times 9.8 \times (1)^3}{12 \times \pi \times \left(\frac{0.5 \times 10^{-6}}{\pi}\right)^2 \times 2 \times 10^{11}}$$

$$= \frac{0.1 \times 9.8 \times \pi}{12 \times 0.25 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^{11}}$$

= 0.051 m

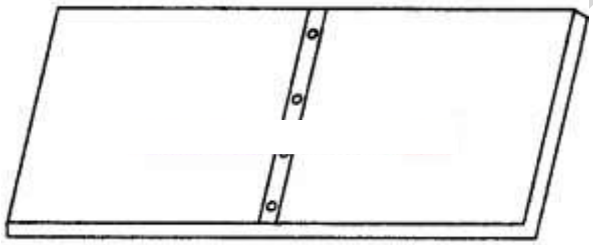
= 0.01 m

प्रश्न 9.20

धातु के दो पहियों के सिरों को चार रिवेट से आपस में जोड़ दिया गया है। प्रत्येक रिवेट का व्यास 6 mm है। यदि रिवेट पर अपरूपण प्रतिबल 6.9×10^7 Pa से अधिक नहीं बढ़ना हो तो रिवेट की हुई पट्टी द्वारा आरोपित तनाव का अधिकतम मान कितना होगा? मान लीजिए कि प्रत्येक रिवेट एक चौड़ाई भार वहन करता है।

उत्तर:

माना रिवेट पर w भार लगाया जाता है।



प्रत्येक रिवेट पर आरोपित बल = ω4

प्रत्येक रिवेट पर अधिकतम अपरूपण प्रतिबल

$= 6.9 \times 10^7$ Pa

माना अपरूपण बल प्रत्येक रिवेट के A क्षेत्रफल पर लगाया जाता है।

∴ प्रत्येक रिवेट पर अपरूपण प्रतिबल $= \frac{\text{अपरूपण बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$

= W/4A = W4A

माना रिवेट पट्टी द्वारा लगाया गया अधिकतम तनाव W_{max} है।

अत: $W_{max}4A = 6.9 \times 10^7$

या $W_{max} = 4A = 6.9 \times 10^7$

SKYLIGHT STUDY

दिया है:

प्रत्येक रिवेट का व्यास

$$D = 6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{3.142 \times (6 \times 10^{-3})^2}{4}$$

समी० (i) व (ii) से,

$$W_{max} = 4 \times \frac{3.142 \times 36 \times 10^{-6}}{4} \times 6.9 \times 10^{-3}$$

$$= 7804.73 \text{ N} = \mathbf{7.8 \times 10^3 \text{ N}}$$

प्रश्न 9.21

प्रशांत महासागर में स्थित मैरिना नामक खाई एक स्थान पर पानी की सतह से 11 km नीचे चली जाती है और उस खाई में नीचे तक 0.32 m^3 आयतन का इस्पात का एक गोला गिराया जाता है, तो गोले के आयतन में परिवर्तन की गणना करें।खाई के तल पर जल का दाब 1.1 × 10^8 Pa है और इस्पात का आयतन गुणांक 160 GPa है।

उत्तर:

दिया है:

h = 11 km = 11 × 10^3 m

जल का घनत्व, ρ = 10^3 kgm^{-3}

खाई के तल पर जल के 11 किमी स्तम्भ द्वारा लगाया गया दाब

ρ = hpg

= 11 × 10^3 × 10^3 × 10 Pa

V = 0.32 m^3

ΔV = ?

जल का आयतन गुणांक = K

= 2.2 × 10^4

= 2.2 × 10^4 × 10^5 Pa

= 2.2 × 10^9 Pa (∵ 1 atm = 10^5 Pa)

सूत्र

सूत्र $K = \frac{\Delta P}{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)}$ से,

$$\Delta V = \frac{\Delta P V}{K} = \frac{1.1 \times 10^8}{2.2 \times 10^9} \times 0.32$$

$$= \frac{0.32}{20} = \frac{32}{2} \times 10^{-3}$$

$$= 16 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{0.016 \text{ m}}$$

= 0.016 m^3

SKYLIGHT STUDY