अध्याय 9

ठोसों के यांत्रिक गुण

© NCERT not to be republished

बहु विकल्पीय प्रश्न I (MCQ I)

9.1 किसी आदर्श द्रव का अवरूपण गुणांक होता है–

(a) अनंत

(b) शून्य

(c) एकांक

(d) कोई परिमित, छोटा, शून्येतर नियतमान

9.2 यदि किसी तार की अपनी मूल लंबाई घटकर आधी रह जाती है, तो वह अधिकतम लोड, जो यह तार बिना टूटे सहन कर सकता है।

(a) दोगुना

(b) आधा

(c) चार गुना

(d) उतना ही (समान)

9.3 किसी तार का ताप दोगुना कर दिया जाता है तो इसका यंग प्रत्यास्थता गुणांक

(a) भी दोगुना हो जाएगा

(b) चार गुना हो जाएगा

(c) वही रहेगा

(d) घट जाएगा।

9.4 किसी कमानी के एक सिरे पर लोड अनुप्रयुक्त करके इसे खींचा जाता है। कमानी में उत्पन्न विकृति है–

(a) आयतनी

(b) अवरूपण

(c) अनुदैर्घ्य एवं अवरूपण

(d) अनुदैर्घ्य

9.5 M द्रव्यमान की कोई दृढ़ छड़ तीन तारों, जिनमें प्रत्येक की लंबाई l है, पर सममित रूप से टिकी है। इनमें दोनों सिरों वाले तार कॉपर के तथा मध्य वाला तार आयरन का है। यदि प्रत्येक में तनाव समान रहता है, तो इन तारों के व्यासों का अनुपात बराबर है

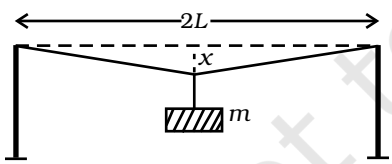
(a) Y_{copper}/Y_{iron}

(b) $\sqrt{\frac{Y_{iron}}{Y_{copper}}}$

(c) $\frac{Y_{iron}^2}{Y_{copper}^2}$

(d) $\frac{Y_{iron}}{Y_{copper}}$

9.6 लंबाई $2L$, अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A के किसी मृदू इस्पात के तार को इसकी प्रत्यास्थता सीमा के भीतर दो स्तंभों के बीच क्षैतिजत: तानित किया जाता है। कोई द्रव्यमान (चित्र 9.1) m इसके मध्य बिंदु से निलंबित किया जाता है। तार में विकृति है–



चित्र 9.1

(a) $\frac{x^2}{2L^2}$

(b) $\frac{x}{L}$

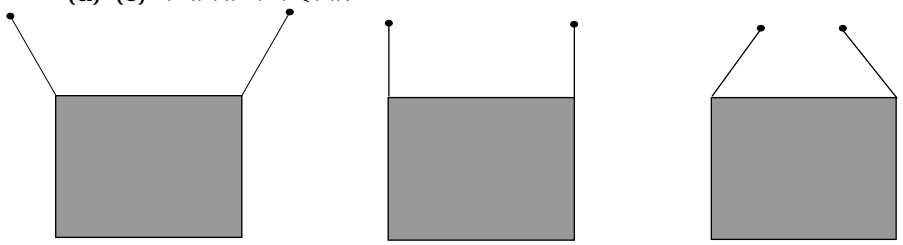
(c) $\frac{x^2}{L}$

(d) $\frac{x^2}{2L}$.

9.7 किसी आयताकार फ्रेम को दो समान लंबाई की डोरियों द्वारा दो अवलंबों से सममित रूप से निलंबित किया जाना है (चित्र 9.2)। इसे नीचे दिए तीन ढ़ंगों से किया जा सकता है– डोरी में तनाव-

© NCERT not to be republished

(a) सब प्रकरणों में समान होगा।
(b) (a) में सबसे कम होगा।
(c) (b) में सबसे कम होगा।
(d) (c) में सबसे कम होगा।



(a) (b) (c)

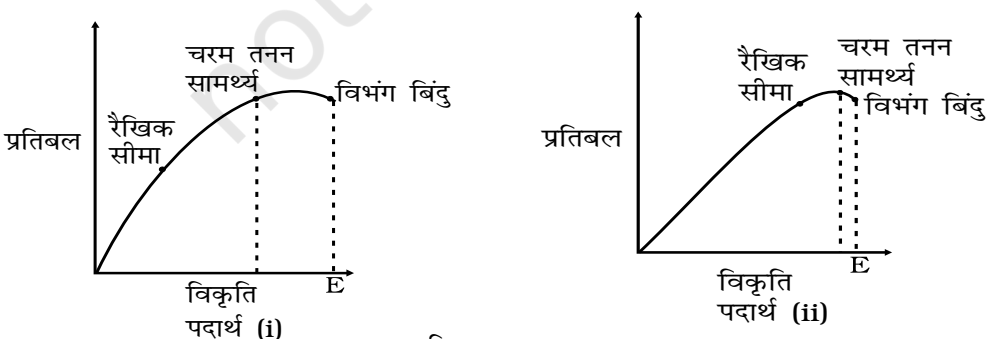
चित्र 9.2

9.8 सर्वसम विमाओं की दो बेलनाकार छड़ें जिनमें – एक रबड़ की और दूसरी स्टील की है, पर विचार कीजिए। दोनों छड़ों का एक सिरा छत से दृढ़तापूर्वक जड़ दिया गया है। प्रत्येक छड़ के मुक्त सिरे के केंद्र पर कोई द्रव्यमान M संलग्न किया गया है।

(a) दोनों छडों में वृद्धि होगी और इसकी आकृति परिवर्तित होगी।
(b) स्टील की छड़ में वृद्धि होगी व उसकी आकृति परिवर्तित होगी परंतु रबड़ की छड़ में केवल वृद्धि होगी।
(c) स्टील की छड़ में, आकृति में बोधगम्य परिवर्तन हुए बिना वृद्धि होगी, परंतु रबड़ की छड़ में वृद्धि होगी तथा इसके निचले सिरे की आकृति दीर्घवृत्त में परिवर्तित हो जाएगी।
(d) स्टील की छड़ में, आकृति में बोधगम्य परिवर्तन हुए बिना वृद्धि होगी, परंतु रबड़ की छड़ में वृद्धि होगी तथा इसका निचला किनारा केंद्र पर पतला होकर नोंक बन जाएगा।

बहु विकल्पीय प्रश्न -II (MCQ II)

9.9 चित्र 9.3 में दो पदार्थों के प्रतिबल-विकृति वक्र दर्शाए गए हैं, (समान स्केल मानिए)।



चित्र 9.3

© NCERT not to be republished

(a) पदार्थ (i) की तुलना में पदार्थ (ii) अधिक प्रत्यास्थ है और इस प्रकार पदार्थ (ii) अधिक भंगुर है।

(b) पदार्थ (i) एवं पदार्थ (ii) दोनों बराबर प्रत्यास्थ तथा बराबर भंगुर हैं।

(c) पदार्थ (i) की तुलना में पदार्थ (ii) विकृति के अधिक क्षेत्र में प्रत्यास्थ रहता है।

(d) पदार्थ (ii) की तुलना में पदार्थ (i) अधिक भंगुर है।

9.10 कोई तार छत से लटका है तथा दूसरे सिरे पर लटके भार F के द्वारा तानित है। छत द्वारा तार पर लगाया गया बल लटकाए गए भार के समान एवं विपरीत है।

(a) तार की किसी भी अनुप्रस्थ काट A पर तनन प्रतिबल F/A है।

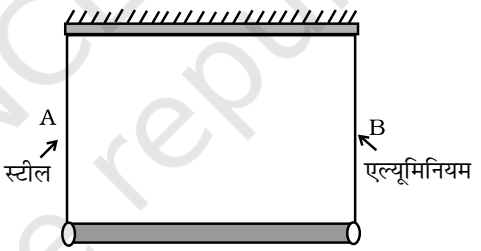
(b) तार की किसी भी अनुप्रस्थ काट पर तनन प्रतिबल शून्य है।

(c) तार की किसी भी अनुप्रस्थ काट A पर तनन प्रतिबल $2F/A$ है।

(d) तार की किसी भी अनुप्रस्थ काट A पर तनन प्रतिबल F है।

9.11 l लंबाई तथा उपेक्षणीय द्रव्यमान की कोई छड़ अपने दो सिरों पर समान लंबाई दो तारों से लटकाई गई है जिनमें एक तार स्टील (तार A) का तथा दूसरा एल्यूमिनियम (तार B) का है (चित्र 9.4)। तार A तथा B की अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल क्रमशः 1.0 mm^2 तथा 2.0 mm^2 हैं।

$\left(Y_{Al} = 70 \times 10^9\ Nm^{-2}\right.$ और $\left.Y_{steel} = 200 \times 10^9\ Nm^{-2}\right)$



चित्र 9.4

(a) दोनों तारों में समान प्रतिबल के लिए किसी द्रव्यमान m को तार A के निकट निलंबित करना चाहिए।

(b) दोनों तारों में समान प्रतिबल के लिए द्रव्यमान m को तार B के निकट निलंबित करना चाहिए।

(c) दोनों तारों में समान प्रतिबल के लिए द्रव्यमान m को तार के मध्य पर निलंबित करना चाहिए।

(d) दोनों तारों में समान विकृति के लिए द्रव्यमान m को तार A के निकट निलंबित करना चाहिए।

9.12 किसी आदर्श द्रव के लिए

(a) आयतन गुणांक अनंत होता है।

(b) आयतन गुणांक शून्य होता है।

© NCERT not to be republished

(c) अवरूपण गुणांक अनंत होता है।

(d) अवरूपण गुणांक शून्य होता है।

9.13 समान व्यास के कॉपर एवं स्टील के तारों को सिरे से सिरा मिलाकर जोड़ा गया है। इस संयुक्त तार पर कोई विरूपक बल **F** आरोपित किया जाता है जो इसमें 1 cm की कुल वृद्धि कर देता है। इन दोनों तारों में–

(a) समान प्रतिबल होता है।

(b) विभिन्न प्रतिबल होता है।

(c) समान विकृति होती है।

(d) विभिन्न विकृतियाँ होती हैं।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न (VSA)

9.14 रबड़ की तुलना में स्टील का यंग गुणांक काफी अधिक है। समान अनुदैर्घ्य विकृति के लिए किस में तनन प्रतिबल अधिक होगा?

9.15 क्या प्रतिबल सदिश राशि है?

9.16 स्टील तथा कॉपर की सर्वसम कमानियों को बराबर समान रूप में खींचा जाता है। किस पर अधिक कार्य करना होगा?

9.17 पूर्णतः दृढ़ पिंड के लिए यंग गुणांक क्या होता है?

9.18 पूर्णतः दृढ़ पिंड के लिए आयतन गुणांक क्या होता है?

लघु उत्तरीय प्रश्न (SA)

9.19 बल F तथा त्रिज्या r के तार के एक सिरे को दृढ़तापूर्वक जकड़ा गया है। जब इस तार के दूसरे सिरे को बल F द्वारा खींचा जाता है, तो इसकी लंबाई में l वृद्धि हो जाती है। उसी पदार्थ के 2L लंबाई तथा $2r$ त्रिज्या के तार को 2F बल से खींचा जाता है। इस तार में वृद्धि परिकलित कीजिए।

9.20 दोनों सिरों पर दृढ़तापूर्वक जकड़ी गई 1 m लंबाई तथा 1 cm^2 अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की स्टील ($Y = 2.0 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$; तथा $\alpha = 10^{-50}\ C^{-1}$) की छड़ को 0°C से 200°C तक इस प्रकार गर्म किया गया है कि न तो इसकी लंबाई में वृद्धि हो न ही यह मुड़े। छड़ में उत्पन्न तनाव कितना है?

9.21 किसी गहरे समुंद्र में एक रबड़ की गेंद को कितनी गहराई तक ले जाएँ कि इसका आयतन 0.1% घट जाए [रबड़ का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक $9.8\times10^8\ N\ m^{-2}$; तथा समुंद्र के जल का घनत्व $10^3\ kg\ m^{-3}$]

9.22 कोई ट्रक 9.1 m लंबी 5 mm त्रिज्या की स्टील की तार द्वारा खाई में फँसी किसी कार को बाहर खींच रहा है। जब कार गति करना आरंभ करती है तब तार में तनाव 800N

© NCERT not to be republished

है। तार की लंबाई में कितनी वृद्धि हुई? (स्टील का यंग गुणांक $2 \times 10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$)

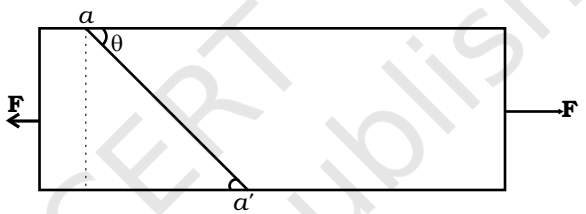
9.23 दो सर्वसम गेंदें जिनमें से एक हाथी दाँत की है तथा दूसरी गीली मिट्टी की है। समान ऊँचाई से पृथ्वी पर गिराई जाती हैं। इनमें से कौन-सी पृथ्वी से टकराकर अधिक ऊँचाई तक ऊपर उठेगी और क्यों?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (LA)

9.24 स्टील की लंबी छड़ पर विचार कीजिए जिसके सिरों पर लंबाई के अनुदिश लगे बल F के कारण तनन प्रतिबल है (चित्र 9.5)। एक ऐसे तल पर विचार कीजिए जो लंबाई से θ कोण बनाता है। इस तल पर तनन-प्रतिबल तथा अवरूपण-प्रतिबल क्या है?

(a) किस कोण के लिए तनन प्रतिबल अधिकतम है?

(b) किस कोण के लिए अवरूपण प्रतिबल अधिकतम है?



चित्र 9.5

9.25 (a) किसी स्टील के तार का प्रति एकांक लंबाई द्रव्यमान μ तथा इसकी वृत्तीय अनुप्रस्थ काट की त्रिज्या 0.1 cm है। क्षैतिज रखकर मापने पर इसकी लंबाई 10 m है। इस तार को दीवार में लगे हुक से ऊर्ध्वाधरत: लटकाया गया है तथा निचले मुक्त सिरे से 25 kg का कोई द्रव्यमान लटकाया जाता है। यह मानते हुए कि तार एक समान है तथा अनुप्रस्थ विकृतियाँ << अनुदैर्घ्य विकृतियाँ, तार की लंबाई में वृद्धि ज्ञात कीजिए। स्टील का घनत्व 7860 kg m^{-3} है। (यंग गुणांक $Y=2\times10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$)

(b) यदि स्टील की पराभव सामर्थ्य $2.5\times10^{8}\ \text{Nm}^{-2}$ है, तो तार के निचले सिरे से अधिकतम कितना लटकाया जा सकता है?

9.26 लंबाई $2l$, अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A तथा द्रव्यमान M की कोई स्टील की छड़ अपने केंद्र से गुजरने वाले अक्ष के परित: क्षैतिज तल में घूर्णन कराई जाती है। यदि स्टील का यंग गुणांक Y है, तो छड़ की लंबाई में वृद्धि ज्ञात कीजिए। (छड़ को एक समान मानिए)।

9.27 कोई समबाहु त्रिभुज ABC दो तांबे की छड़ों AB तथा BC एवं एक एल्यूमिनियम की छड़ AC से मिलकर बना है। इसे इस प्रकार तप्त किया जाता है कि इसकी प्रत्येक भुजा के ताप में ΔT वृद्धि होती है। कोण ABC में परिवर्तन ज्ञात कीजिए। तांबे का रैखिक प्रसार गुणांक α_1 तथा एल्यूमिनियम का रैखिक प्रसार गुणांक α_2 है।

© NCERT not to be republished

9.28 प्रकृति में, प्राय: संरचनात्मक अवयवों के क्षय का कारण तनन अथवा संपीडन विकृतियों के बजाय ऐंठन अथवा बंकन के कारण उत्पन्न विशाल बल आघूर्ण होते हैं। संरचनाओं के इस प्रकार भंग होने की प्रक्रिया को आकुंचन कहते हैं तथा वृक्षों जैसी विशाल बेलनाकार संरचनाओं के प्रकरणों में यह बल-आघूर्ण अपने स्वयं के भार के कारण उत्पन्न होकर संरचना को बंकित कर देता है। अत: गुरुत्व केंद्र से गुजरने वाली ऊर्ध्वाधर रेखा संरचना के आधार से नहीं गुजरती। इस बंकन के कारण वृक्ष की केंद्रीय अक्ष के परित: प्रत्यास्थ बल आघूर्ण $\frac{Y\pi r^4}{4R}$ द्वारा व्यक्त किया जाता है, यहाँ Y यंग गुणांक, r तने की त्रिज्या तथा R वृक्ष की लंबाई के अनुदिश गुरुत्व केंद्र युक्त बंकित पृष्ठ (उदासीन पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या है)। वृक्ष के तने की किसी दी गयी त्रिज्या के लिए वृक्ष की क्रांतिक ऊँचाई का आकलन कीजिए।

9.29 कमानी स्थिरांक k तथा उपेक्षणीय द्रव्यमान की किसी प्रत्यास्थ डोरी से m द्रव्यमान का कोई पत्थर बंधा है। अतानित डोरी की लंबाई L तथा द्रव्यमान उपेक्षणीय है। डोरी का दूसरा सिरा बिंदु P पर किसी कील से जुड़ा है। आरंभ में पत्थर बिंदु P के तल में है। पत्थर को बिंदु P से ऊर्ध्वाधर गिराया जाता है।

(a) शीर्ष से वह दूरी y ज्ञात कीजिए जब पत्थर पहली बार किसी क्षण के लिए विराम में आ जाता है।

(b) इस पात में पत्थर द्वारा प्राप्त अधिकतम वेग क्या है?

(c) निम्नतम बिंदु पर पहुँचने पर पत्थर की गति की प्रकृति क्या होगी?

© NCERT not to be republished