Chapter
9

अंतरपरमाण्विक बल (Interatomic Forces)

परमाणुओं में उपस्थित आवेशों के मध्य होने वाली परस्पर स्थिर वैद्युत अंतःक्रिया के कारण लगने वाले बलों को अंतरपरमाण्विक बल कहते हैं। यह बल वैद्युत प्रकृति के हैं तथा परमाणुओं के मध्य दूरी, परमाण्विक आकार की कोटि की अर्थात् $10^{-10}\ m$ होने पर क्रियाशील होते हैं।

(1) प्रत्येक परमाणु वैद्युत उदासीन होता है, नाभिक के परितः परिक्रमण करने वाले इलेक्ट्रॉनों (ऋणावेशित) की संख्या नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों (धनावेशित) की संख्या के तुल्य होती है। अतः यदि दो परमाणु एक दूसरे से अधिक दूरी पर उपस्थित हों तो उनके मध्य लगने वाला अंतरपरमाण्विक बल नगण्य होगा।

(2) जब यह दोनों अणु एक दूसरे के इतने समीप लाये जाते हैं कि इनके मध्य दूरी $10^{-10}\ m$ कोटि की हो जायें तो उनके धनात्मक नाभिक तथा ऋणात्मक इलेक्ट्रॉन अभ्र (Electron Cloud) के मध्य दूरी अव्यवस्थित हो जाती है। इस कारण उनके मध्य अंतरपरमाण्विक आकर्षण बल कार्य करने लगता है।

(3) परमाणुओं के मध्य दूरी r घटने पर यह आकर्षण बल लगातार बढ़ता जाता है। एक निश्चित दूरी जिसे क्रांतिक दूरी (Critical Distance) कहते हैं (चित्र में x से प्रदर्शित) पर यह बल, अधिकतम हो जाता है। इस दूरी के पश्चात् आकर्षण बल दूरी घटाने के साथ तेजी से घटता है।

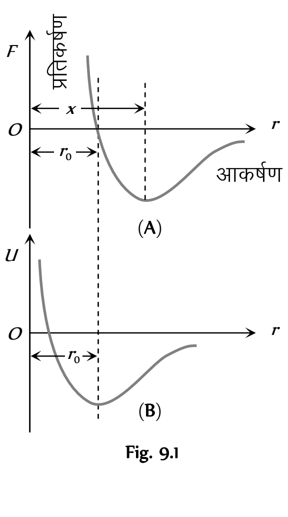


Fig. 9.1

(4) जब परमाणुओं के मध्य दूरी r_0 हो जाती है, अंतरपरमाण्विक बल शून्य हो जाता है। यह दूरी r_0 सामान्य अथवा साम्य दूरी (Equilibrium Distance) कहलाती है।

(हाइड्रोजन के लिए, r_0 = 0.74 Å)

(5) जब परमाणुओं के मध्य दूरी और घटायी जाती है, तो अंतरपरमाण्विक बल की प्रकृति प्रतिकर्षात्मक हो जाती है तथा दूरी घटाने पर परिमाण तेजी से बढ़ता है।

(6) स्थितिज ऊर्जा U, अंतरपरमाण्विक बल F से निम्न प्रकार से संबंधित होती है $F = \frac{-dU}{dr}$

(i) जब दो परमाणु एक दूसरे से बहुत अधिक दूरी पर होते हैं, तो स्थितिज ऊर्जा ऋणात्मक होती है तथा दूरी घटाने पर अधिक ऋणात्मक हो जाती है।

(ii) जब परमाणुओं के मध्य दूरी r_0 हो जाती है, तब दो परमाणुओं के निकाय की स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम हो जाती है अर्थात् अधिकतम ऋणात्मक मान प्राप्त कर लेती है। चूँकि न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा की स्थिति, साम्यावस्था होती है अतः r_0 दूरी पर उपस्थित दो परमाणु साम्यवस्था में होते हैं।

(हाइड्रोजन के लिए $U_0 = -7.2 \times 10^{-19}$)

(iii) परमाणुओं के मध्य दूरी पुनः घटाने पर $(r < r_0)$ स्थितिज ऊर्जा के ऋणात्मक मान में कमी आती है। यदि r दूरी घटाते जायें तो चित्रानुसार यह शून्य तथा धनात्मक मान प्राप्त करती है।

अंतराण्विक बल (Intermolecular forces)

अणुओं में उपस्थित आवेशों के मध्य होने वाली परस्पर स्थित वैद्युत अंतःक्रिया के कारण लगने वाले बलों को अंतराण्विक बल कहते हैं। यह बल, वाण्डर वाल बल भी कहलाते हैं तथा अंतरपरमाण्विक बलों की तुलना में दुर्बल होते हैं। इन बलों की प्रकृति भी वैद्युत होती है तथा अणु के मध्य दूरी आण्विक आकार की कोटि की अर्थात् $10^{-9}\ m$ होने पर यह क्रियाशील होते हैं।

(1) अणुओं के मध्य आकर्षण बल, उनके मध्य दूरी की सप्तम घात के व्युत्क्रमानुपाती पाया गया है। अर्थात्

$$F_{\text{आकर्षण}} \propto \frac{1}{r^7} \quad \text{अथवा} \quad F_{\text{आकर्षण}} = \frac{-a}{r^7}$$

ऋणात्मक चिन्ह बल की आकर्षण प्रकृति को दर्शाता है।

(2) जब अणुओं के मध्य दूरी r_0 से कम होती है, बल की प्रकृति प्रतिकर्षणात्मक हो जाती है तथा बल, अणुओं के मध्य दूरी की नवम घात के व्युत्क्रमानुपाती पाया जाता है। अर्थात्

$$F_{\text{प्रतिकर्षण}} \propto \frac{1}{r^9} \quad \text{अथवा} \quad F_{\text{प्रतिकर्षण}} = \frac{b}{r^9}$$

अतः दो अणुओं के मध्य बल, $F = F_{\text{आकर्षण}} + F_{\text{प्रतिकर्षण}} = \frac{-a}{r^7} + \frac{b}{r^9}$ द्वारा व्यक्त किया जाता है।

नियताकों a तथा b के मान अणु की संरचना तथा प्रकृति पर निर्भर करते हैं।

(3) दो अणुओं के बीच अंतराण्विक बल की सामान्य प्रकृति, अंतरपरमाण्विक बल की सामान्य प्रकृति के समान होती है जैसा कि आरेख में प्रदर्शित है।

(4) **स्थितिज ऊर्जा :** स्थितिज ऊर्जा व्यंजक $U = \frac{A}{r^n} - \frac{B}{r^m}$ (लगभग) द्वारा व्यक्त होती है।

जहाँ पद $\frac{A}{r^n}$ प्रतिकर्षण तथा पद $\frac{B}{r^m}$ आकर्षण प्रदर्शित करते हैं। नियतांक A, B तथा संख्यायें m तथा n भिन्न-भिन्न अणुओं के लिए भिन्न-भिन्न होते हैं।

अधिकतर ठोसों के लिए $n = 12$ तथा $m = 6$

अतः स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{A}{r^{12}} - \frac{B}{r^6}$ से प्रदर्शित होती है।

अंतरपरमाण्विक तथा अंतराण्विक बलों की तुलना (Comparison Between Interatomic and Intermolecular Forces)

(1) **समानताएँ**

(i) दोनों वैद्युत प्रकृति के बल हैं।

(ii) दोनों अत्यधिक न्यून दूरी पर क्रियाशील होते हैं।

(iii) दोनों के लिए बल-दूरी ग्राफ समान आकृति का हेाता है।

(iv) परमाणुओं/अणुओं के मध्य निश्चित दूरी तक दोनों बलों की प्रकृति आकर्षणात्मक होती है तत्पश्चात् दूरी घटाने पर बलों की प्रकृति प्रतिकर्षणात्मक हो जाती है।

(2) **असमानताएँ**

(i) अंतरपरमाण्विक बल दो परमाणुओं के मध्य दूरी पर निर्भर करते हैं जबकि अंतराण्विक बल दो अणुओं के मध्य दूरी तथा उनके पारस्परिक अभिविन्यास पर भी निर्भर करता है।

(ii) अंतरपरमाण्विक बल, अंतराण्विक बलों की तुलना में लगभग 50 से 100 गुना शक्तिशाली होते हैं।

(iii) r_0 का मान दो अणुओं की तुलना में, दो संगत परमाणुओं के लिए कम होता है। अतः एक अणु सिर्फ एक अणु को आकर्षित करने के लिए बाध्य नहीं होता वरन् वह कई अन्य अणुओं को भी आकर्षित कर सकता है जबकि परमाणुओं की स्थिति में ऐसा नहीं है, एक अणु के परमाणु, दूसरे अणु के परमाणुओं को आकर्षित नहीं करते।

पदार्थ की अवस्थायें (States of Matter)

पदार्थ की तीन अवस्थाएँ निम्न दो कारकों के कारण भिन्न होती हैं।

(1) अंतरपरमाण्विक तथा अंतराण्विक बलों के परिमाण की भिन्नता के कारण।

(2) किसी पदार्थ के अणुओं तथा परमाणुओं की अनियमित ऊष्मीय गति के कारण (जो कि ताप पर निर्भर होती है)।

Table 9.1 : ठोस, द्रव तथा गैसों के गुणों का तुलनात्मक अध्ययन

गुण	ठोस	द्रव	गैस
आकृति	निश्चित	अनिश्चित	अनिश्चित
आयतन	निश्चित	निश्चित	अनिश्चित
घनत्व	अधिकतम	ठोसों से कम परन्तु गैसों से अधिक	न्यूनतम
सम्पीड्यता	असम्पीड्य	गैसों से कम परन्तु ठोसों से अधिक	सम्पीड्य
क्रिस्टलीयता	क्रिस्टलीय	अक्रिस्टलीय	
अंतरपरमाण्विक अथवा अंतराण्विक दूरी	अचर	चर	चर
स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा में सम्बन्ध	$K < U$	$K > U$	$K >> U$
अंतराण्विक बल	प्रबल	ठोसों से कम परन्तु गैसों से अधिक	क्षीण (दुर्बल)
गति की स्वतंत्रता	अणु माध्य स्थिति के दोनों ओर कम्पन करते हैं परन्तु मुक्त गति नहीं करते	अणुओं की मुक्त गति निश्चित होती है।	अणु गति करने के लिए मुक्त होते हैं
ताप का प्रभाव	एक निश्चित ताप के नीचे पदार्थ ठोस अवस्था में रहता है।	द्रव, ठोसों की तुलना में अधिक ताप पर पाये जाते हैं।	गैसें, द्रवों तथा ठोसों की तुलना में अधिक ताप पर पायी जाती है।

Note : ❑ पदार्थ की चतुर्थ अवस्था जिसमें माध्यम धनात्मक तथा ऋणात्मक आवेशों के रूप में होता है, प्लाज्मा कहलाती है। प्लाज्मा तारों (जैसे सूर्य) के वायुमण्डल तथा विसर्जन नलिका (discharge tubes) में पाया जाता है।

ठोसों के प्रकार (Types of Solids)

पदार्थ की वह अवस्था जिसमें अवयवी परमाणु अथवा अणु आपस में न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा की स्थिति में, दृढ़तापूर्वक बँधे रहते हैं ठोस अवस्था कहलाती है। ठोसों की आकृति तथा आयतन निश्चित होते हैं। ठोस पुनः दो वर्गों में विभाजित किये जा सकते हैं : क्रिस्टलीय ठोस तथा अक्रिस्टलीय ठोस।

Table 9.2 : क्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय ठोसों का तुलनात्मक अध्ययन

क्रिस्टलीय ठोस	अक्रिस्टलीय ठोस
इस प्रकार के ठोसों में अवयवी परमाणु आयन अथवा अणु त्रिविमीय आकाश में नियमित ज्यामितीय में क्रम में व्यवस्थित रहते हैं।	इस प्रकार के ठोसों में परमाणुए आयन अथवा अणु किसी निश्चित क्रम में व्यवस्थित नहीं होते।
बाह्य ज्यामितीय आकार निश्चित होता है।	बाह्य ज्यामितीय आकार निश्चित नहीं होता।
परमाणुओं, आयनों अथवा अणुओं के मध्य सभी बंध समान प्रबलता के होते हैं।	सभी बंधों की प्रबलता समान नहीं होती।
ये विषम दैशिक (Anisotropic) होते हैं।	ये समदैशिक (Isotropic) होते हैं।
इनका गलनांक निश्चित होता है।	इनका गलनांक निश्चित नहीं होता है।
इनमें परमाणुए आयन अथवा अणु लंबी श्रृंखलाओं में व्यवस्थित रहते हैं।	इनमें परमाणु आयन अथवा अणु लंबी श्रृंखलाओं में व्यवस्थित नहीं होते।
ये वास्तविक तथा स्थायी ठोस होते हैं।	ये वास्तविक तथा स्थायी ठोस नहीं माने जाते।

पदार्थों के प्रत्यास्थ गुण (Elastic Property of Matter)

(1) **प्रत्यास्थता :** पदार्थ का वह गुण जिसके कारण विरूपक बल हटा लेने पर कोई पिण्ड पुनः अपनी प्रारम्भिक आकृति तथा आकार प्राप्त करने की चेष्टा करता है, प्रत्यास्थता कहलाता है।

(2) **प्लास्टिकता :** पदार्थ का वह गुण जिसके कारण विरुपक बल हटा लेने पर, कोई पिण्ड पुनः अपनी प्रारम्भिक आकृति तथा आकार प्राप्त करने में असमर्थ रहता है, प्लास्टिकता कहलाता है।

(3) **पूर्ण प्रत्यास्थ पिण्ड :** विरूपक बल हटाने पर यदि कोई पिण्ड अपना प्रारम्भिक विन्यास पूर्णतः प्राप्त कर लेता है, तो वह पूर्ण प्रत्यास्थ पिण्ड कहलाता है।

क्वाटर्ज तथा फॉस्फर ब्रांज (ताँबे की एक मिश्रधातु जिसमें 4% से 10% टिन तथा 0.05% से 1% फास्फोरस हो) लगभग पूर्ण प्रत्यास्थ पदार्थ के उदाहरण हैं।

(4) **पूर्ण प्लास्टिक पिण्ड :** विरूपक बल हटाने पर यदि कोई पिण्ड अपना प्रारम्भिक विन्यास प्राप्त करने की चेष्टा नहीं करता तो वह पूर्ण अप्रत्यास्थ पिण्ड कहलाता है।

पैराफिन मोम तथा गीली मिट्टी लगभग पूर्ण प्लास्टिक पदार्थ के उदाहरण हैं।

व्यवहार में कोई पदार्थ पूर्णतः प्रत्यास्थ अथवा पूर्णतः प्लास्टिक नहीं है। वास्तविक पिण्डों का व्यवहार इन दोनों सीमाओं के मध्य होता है।

(5) **प्रत्यास्थता का कारण :** ठोसों में, परमाणु तथा अणु इस प्रकार व्यवस्थित रहते हैं कि प्रत्येक अणु पर उसके समीप उपस्थित अणु कुछ बल आरोपित करते हैं। यह बल अंतराण्विक बल कहलाते हैं।

सुविधा के लिए दो अणु अपनी साम्यावस्था में (अंतराण्विक दूरी $r = r_0$) स्प्रिंग से जुड़े हुए दर्शाये गये हैं।

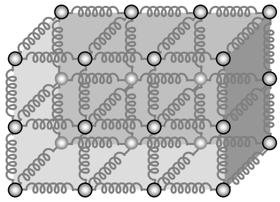


Fig. 9.2

वास्तव में दो अणुओं के मध्य संलग्न स्प्रिंग उनके मध्य अंतराण्विक बलों को प्रदर्शित करते हैं। विरूपक बल लगाने पर अणु या तो पास आते हैं अथवा दूर जाते हैं तथा प्रत्यानन बल उत्पन्न होता है। जब विरूपक बल हटा लिया जाता है, तो यही प्रत्यानन बल अणुओं को उनकी साम्यावस्था ($r = r_0$) में पहुँचाता है तथा पिण्ड अपना प्रारम्भिक रूप प्राप्त कर लेता है।

(6) **प्रत्यास्थता सीमा :** प्रत्यास्थ वस्तुऐं प्रत्यास्थता का गुण विरूपक बल के एक निश्चित मान तक ही प्रदर्शित करती हैं। यदि विरूपक बल का मान बढ़ाया जाए तो एक स्थिति ऐसी आती है जब विरूपक बल हटा लेने पर भी वस्तु पुनः अपनी प्रारम्भिक स्थिति प्राप्त नहीं करती। विरूपक बल का वह अधिकतम मान जहाँ तक वस्तु अपने प्रत्यास्थता के गुण को प्रदर्शित करती है, वस्तु के पदार्थ की प्रत्यास्थता सीमा कहलाती है।

(7) **प्रत्यास्थता श्रांति :** किसी वस्तु पर बल बार-बार आरोपित करने पर वह कुछ समय के लिए प्रत्यास्थता का गुण खो देती है। इस प्रकार प्रत्यास्थता के गुण का अस्थायी ह्रास प्रत्यास्थता श्रांति कहलाता है।

इस कारण ही

(i) लम्बी अवधि तक प्रयोग आने पर, पुल असुरक्षित घोषित कर दिये जाते हैं।

(ii) लम्बे समय तक प्रयोग में आने पर स्प्रिंग तुला गलत पाठ देने लगती है।

(iii) बार-बार मोड़ने पर धात्विक तार टूट जाता है।

(8) **प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव :** विरूपक बल हटा लेने पर वस्तु द्वारा अपनी पूर्वावस्था को प्राप्त करने में लगी देरी, प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव कहलाती है। यह वह समय है जिसमें विरूपक बल हटाने के पश्चात् प्रत्यानन बल उपस्थित रहता है। पूर्ण प्रत्यास्थ पदार्थों जैसे क्वार्टज, फॉस्फर ब्रांज में प्रत्यास्थ (Stress) उत्तर प्रभाव नगण्य होता है तथा ग्लास फाइबर के लिए यह अधिक होता है।

प्रतिबल (Stress)

जब किसी वस्तु पर विरूपक बल लगाया जाता है, तो उसके अणुओं के मध्य सापेक्षिक विस्थापन होता है तथा प्रत्यास्थता के गुण के कारण एक आंतरिक प्रत्यानन बल उत्पन्न हो जाता है जो वस्तु को पूर्वावस्था में लाने की चेष्टा करता है।

विकृत पिण्ड के प्रति इकाई अनुप्रस्थ परिच्छेद पर कार्यरत् आंतरिक प्रत्यानन बल ही प्रतिबल कहलाता है।

साम्यावस्था में, प्रत्यानन बल परिमाण में विरूपक बल के तुल्य होता है। इस कारण प्रतिबल, वस्तु को विरूपित करने वाले, प्रति एकांक क्षेत्रफल पर आरोपित बाह्य बल के रूप में भी परिभाषित किया जाता है।

यदि किसी वस्तु के क्षेत्रफल A पर आरोपित बल F हो, तो

$$\text{प्रतिबल} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{F}{A}$$

इकाई : N/m^2 (SI) , $dyne/cm^2$ (CGS)

विमाऐं : $[ML^{-1}T^{-2}]$

किसी वस्तु में उत्पन्न प्रतिबल इस बात पर निर्भर करता है कि उस पर बाह्य बल किस प्रकार आरोपित किया गया है।

इस आधार पर प्रतिबल दो प्रकार के होते हैं : अभिलम्ब तथा स्पर्शरेखीय प्रतिबल

(1) **अभिलम्ब प्रतिबल :** जब आरोपित बल सतह के लम्बवत् हो।

यह पुनः दो प्रकार का होता है : अनुदैर्ध्य प्रतिबल तथा आयतन प्रतिबल

(i) *अनुदैर्ध्य प्रतिबल*

(a) यह सिर्फ ठोसों में पाया जाता है जब वस्तु की लम्बाई, चौड़ाई अथवा ऊँचाई में से कोई एक विमा अन्य दो से अधिक हो, तब उत्पन्न प्रतिबल, अनुदैर्ध्य प्रतिबल होता है।

(b) लम्बाई के अनुदिश विरूपक बल लगाने पर वस्तु की लम्बाई में वृद्धि होती है।

(c) प्रतिबल की गणना के लिए लिया गया क्षेत्रफल, अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल होता है।

(d) विरूपक बल के कारण, लम्बाई में वृद्धि होने पर उत्पन्न प्रतिबल, तनन प्रतिबल कहलाता है।

(e) विरूपक बल के कारण, लम्बाई में कमी होने पर उत्पन्न प्रतिबल संपीडक प्रतिबल कहलाता है।

(ii) *आयतन प्रतिबल*

(a) यह ठोस, द्रव तथा गैस तीनों अवस्थाओं में पाया जाता है।

(b) तरलों में सिर्फ आयतन प्रतिबल पाया जाता है।

(c) यह वस्तु के आयतन तथा घनत्व में परिवर्तन करता है, आकृति में नहीं।

(d) विरूपक बल सतह के समस्त बिन्दुओं पर लम्बवत् लगता है।

(e) प्रतिबल की गणना के लिए लिया गया क्षेत्रफल, आरोपित बल के लम्बवत् सम्पूर्ण सतह का क्षेत्रफल होता है।

(f) यह दाब परिवर्तन के तुल्य होता है क्योंकि दाब परिवर्तन के कारण ही आयतन में परिवर्तन होता है।

(2) **अपरूपण अथवा स्पर्श रेखीय प्रतिबल :** यदि विरूपक बल लगाने पर किसी ठोस की विभिन्न सतहों के मध्य सापेक्षिक विस्थापन होता है, तो उत्पन्न प्रतिबल अपरूपण अथवा स्पर्शरेखीय प्रतिबल कहलाता है।

(i) विरूपक बल किसी एक सतह पर स्पर्शरेखीय दिशा में लगता है।

(ii) गणना के लिए लिया गया क्षेत्रफल, उस सतह का क्षेत्रफल होता है जिस पर बल आरोपित किया जाता है।

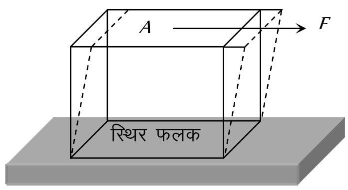


Fig. 9.3

(iii) यह वस्तु की आकृति में परिवर्तन करता है, आयतन अपरिवर्तित रहता है।

Table 9.3 : दाब तथा प्रतिबल में अन्तर

दाब	प्रतिबल
यह सदैव क्षेत्रफल के लम्बवत् होता है।	प्रतिबल लम्बवत् अथवा स्पर्शरेखीय हो सकता है।
यह सदैव सम्पीडक प्रकृति का होता है।	यह सम्पीडक अथवा तनन प्रकृति का हो सकता है।

विकृति (Strain)

वस्तु की एक विमा में परिवर्तन तथा प्रारम्भिक विमा के अनुपात को विकृति कहते हैं।

चूँकि यह दो समान राशियें का अनुपात है अतः विमाहीन तथा इकाईहीन है।

विकृति तीन प्रकार की होती है :

(1) **रेखीय विकृति :** यदि विरूपक बल केवल लम्बाई में परिवर्तन करे, तो उत्पन्न विकृति रेखीय विकृति अथवा तनन विकृति कहलाती है।

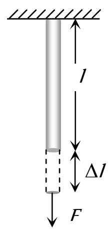


Fig. 9.4

$$\text{अनुदैर्ध्य विकृति} = \frac{\text{लम्बाई में परिवर्तन}\,(\Delta l)}{\text{प्रारम्भिक लम्बाई}\,(l)}$$

विरूपक बल की दिशा में उत्पन्न रेखीय विकृति, अनुदैर्ध्य विकृति तथा विरूपक बल की लम्बवत् दिशा में उत्पन्न रेखीय विकृति, पार्श्विक विकृति कहलाती है।

(2) **आयतन विकृति :** यदि विरूपक बल केवल आयतन में परिवर्तन करे तो उत्पन्न विकृति आयतन विकृति कहलाती है।

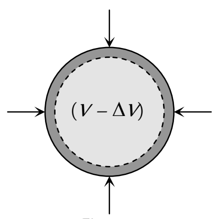


Fig. 9.5

$$\text{आयतन विकृति} = \frac{\text{आयतन में परिवर्तन}\,(\Delta V)}{\text{प्रारम्भिक आयतन}\,(V)}$$

(3) **स्पर्शरेखीय विकृति :** यदि विरूपक बल वस्तु के आयतन में परिवर्तन किये बिना उसकी आकृति परिवर्तित कर दे तो उत्पन्न विकृति स्पर्शरेखीय विकृति कहलाती है।

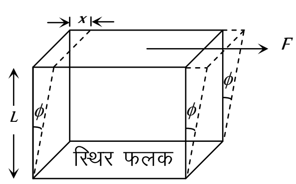


Fig. 9.6

किसी घनाकार पिण्ड के स्थिर तल

के लम्बवत् कोई तल स्पर्शरेखीय बल के प्रभाव में जिस कोण से (रेडियन में) घूम जाता है, स्पर्शरेखीय विकृति के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$\phi = \frac{x}{L}$$

Note : ❑ जब एक दण्ड मोड़ा जाता है, तो उसमें सम्पीडक तथा प्रसार विकृति दोनों उत्पन्न हो जाती है।

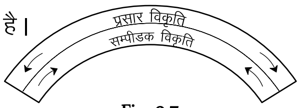


Fig. 9.7

प्रतिबल-विकृति वक्र (Stress-strain Curve)

यदि ऊर्ध्वाधर लटके तार पर धीरे-धीरे भार बढ़ाया जाए तो प्रतिबल (भार) तथा विकृति (लम्बाई वृद्धि) के मध्य खींचा गया ग्राफ चित्रानुसार प्राप्त होता है। ग्राफ से स्पष्ट है कि :

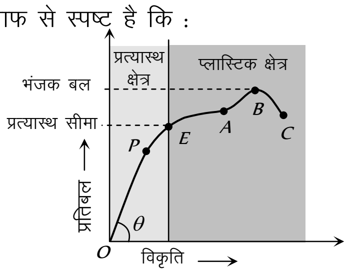


Fig. 9.8

(1) जब विकृति कम है (< 2%) (क्षेत्र OP में) प्रतिबल, विकृति के समानुपाती है। यह वह क्षेत्र है जहाँ हुक का नियम लागू होता है। बिन्दु P समानुपाती सीमा बिन्दु (Limit of proportionality) कहलाता है। रेखा OP की प्रवणता तार के पदार्थ के यंग प्रत्यास्थता गुणांक को प्रदर्शित करती है। यदि रेखा OP विकृति अक्ष से θ कोण बनाये तो $Y = \tan\theta$

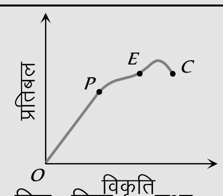
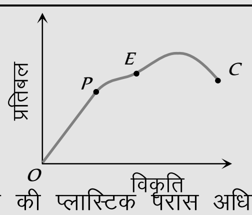
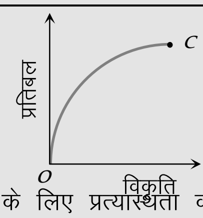
(2) यदि विकृति और अधिक बढ़ायी जाये (क्षेत्र PE) तो प्रतिबल, विकृति के समानुपाती नहीं होगा। जबकि विरूपक बल हटाने पर तार अपनी पूर्वावस्था प्राप्त करेगा। तार यह व्यवहार बिन्दु E तक प्रदर्शित करेगा, बिन्दु E प्रत्यास्थता की सीमा (Elastic Limit) अथवा पराभव बिन्दु (Yielding Point) कहलाता है। क्षेत्र OPE में तार का पदार्थ प्रत्यास्थता का गुण प्रदर्शित करेगा।

(3) यदि तार प्रत्यास्थता सीमा E से अधिक खींचा जाये (क्षेत्र EA) तो विकृति तेजी से बढ़ती है तथा विरूपक बल हटा लेने पर भी तार अपनी प्रारम्भिक अवस्था में नहीं आता। तार की लम्बाई में कुछ वृद्धि हो जाती है।

(4) यदि प्रतिबल को थोड़ा और बढ़ाया जाये तो विकृति में अधिक परिवर्तन हो जाता है (क्षेत्र AB) तथा बिन्दु B पर पहुँचने के बाद, तार से भार कम करने पर भी विकृति बढ़ती है तथा अंततः बिन्दु C पर तार टूट जाता है। क्षेत्र BC में तार श्यान तरल की तरह बहता प्रतीत होता है। B के संगत अधिकतम प्रतिबल, जिसके पश्चात् तार बहना प्रारम्भ करता है तथा अंततः टूट जाता है त्रोटन प्रतिबल कहलाता है। क्षेत्र $EABC$ तार के पदार्थ का प्लास्टिक व्यवहार प्रदर्शित करता है।

(5) विभिन्न पदार्थों के प्रतिबल-विकृति वक्र

Table : 9.4

भंगुर (Brittle) पदार्थ	तन्य (Ductile) पदार्थ	प्रत्यास्थ बहुलक पदार्थ (Elastomers)
 इन पदार्थों के लिए बिन्दु E तथा C के मध्य प्लास्टिक क्षेत्र बहुत छोटा होता है ये प्रत्यास्थता की सीमा पार करते ही टूट जाते हैं। उदाहरण : काँच, ढलवा लोहा	 इन पदार्थों की प्लास्टिक परास अधिक होती है। ये आसानी से किसी भी आकार में परिवर्तित किये जा सकते हैं तथा इनके पतले तार भी खींचे जा सकते हैं। उदाहरण : माइल्ड स्टील	 इन पदार्थों के लिए प्रत्यास्थता की सीमा में प्रतिबल-विकृति वक्र सरल रेखा नहीं होता। आरोपित प्रतिबल की तुलना में विकृति अधिक होती है। इन पदार्थों की प्लास्टिक परास शून्य होती है तथा भंजन बिन्दु प्रत्यास्थता सीमा के समीप होता है। उदाहरण : रबर

हुक का नियम तथा प्रत्यास्थता गुणांक (Hooke's law and Modulus of Elasticity)

हुक के नियमानुसार, प्रत्यास्थता की सीमा में, प्रतिबल विकृति के समानुपाती होता है।

अर्थात् प्रतिबल ∝ विकृति

अथवा $\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \text{नियत} = E$

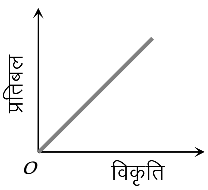


Fig. 9.9

जहाँ नियतांक E प्रत्यास्थता गुणांक कहलाता है।

(1) इसका मान पिण्ड के पदार्थ की प्रकृति तथा उसे विकृत करने की विधा पर निर्भर करता है।

(2) इसका मान पिण्ड के ताप पर निर्भर करता है।

(3) इसका मान पिण्ड की विमाओं (जैसे लम्बाई, आयतन) पर निर्भर करता है।

तीन प्रकार की विकृतियों के अनुरूप प्रत्यास्थता गुणांक भी तीन प्रकार के होते हैं यंग प्रत्यास्थता गुणांक (Y), आयतन प्रत्यास्थता गुणांक (K) तथा दृढ़ता गुणांक (η) है।

यंग प्रत्यास्थता गुणांक (Y) (Young's Modulus)

प्रत्यास्थता की सीमा में अभिलम्ब प्रतिबल तथा अनुदैर्ध्य विकृति के अनुपात को यंग प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं।

$$Y = \frac{\text{अभिलम्ब प्रतिबल}}{\text{अनुदैर्ध्य विकृति}} = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al}$$

यदि r त्रिज्या के तार को द्रव्यमान M से भारित करें तो $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$

(1) यदि बल आरोपित करने पर तार की लम्बाई दोगुनी हो जाये,

तो अनुदैर्ध्य विकृति = $\frac{\text{लम्बाई में परिवर्तन}(l)}{\text{प्रारम्भिक लम्बाई}(L)}$

$$\therefore \frac{\text{अंतिम लम्बाई} - \text{प्रारम्भिक लम्बाई}}{\text{प्रारम्भिक लम्बाई}} = \frac{2L-L}{L} = 1$$

$\therefore$ यंग प्रत्यास्थता गुणांक = $\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$ $\Rightarrow$ Y = प्रतिबल

[$\because$ विकृति = 1]

अतः यंग प्रत्यास्थता गुणांक संख्यात्मक रूप से उस प्रतिबल के तुल्य होता है जो तार की लम्बाई को दोगुना कर दे।

(2) तार की लम्बाई में वृद्धि $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y}$ $\left[\text{चूँकि } Y = \frac{FL}{Al}\right]$

अतः यदि एक ही पदार्थ के विभिन्न तारों पर समान विरूपक बल लगाया जाए तो, $\left[\text{चूँकि } Y = \frac{FL}{Al}\right]$ [$\because$ F तथा Y नियत हैं]

अर्थात् अनुपात $\frac{L}{r^2}$, अधिक होने पर, तार की लम्बाई में वृद्धि अधिक होगी।

(3) **स्वयं के भार के कारण तार की लम्बाई में वृद्धि** : तार का भार Mg उसके गुरुत्व केन्द्र पर क्रियाशील होगा अतः तार की वह लम्बाई जिसमें वृद्धि होगी, $L/2$ है।

अतः लम्बाई में वृद्धि $l = \frac{FL}{AY} = \frac{Mg(L/2)}{AY} = \frac{MgL}{2AY} = \frac{L^2dg}{2Y}$

[$\because$ द्रव्यमान (M) = आयतन (AL) × घनत्व (d)]

(4) **तापीय प्रतिबल**

: यदि एक छड़ दो दृढ़ आधारों पर संलग्न हो, तो ताप के कारण उसकी लम्बाई में परिवर्तन होगा अतः यह आधारों पर अभिलम्ब प्रतिबल आरोपित करेगी (सम्पीडक यदि ताप बढ़े तथा तनन यदि ताप घटे)। यह प्रतिबल, ताप प्रतिबल कहलायेगा।

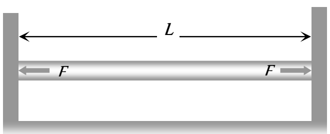


Fig. 9.10

परिभाषा से रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = \frac{l}{L\Delta\theta}$

$\Rightarrow$ तापीय विकृति $\frac{l}{L} = \alpha\Delta\theta$

अतः तापीय प्रतिबल = $Y\alpha\,\Delta\theta$ [चूँकि Y = प्रतिबल/विकृति]

तथा तनन अथवा सम्पीडक बल = $YA\alpha\,\Delta\theta$

Note : आयतन प्रसार की स्थिति में, तापीय प्रतिबल = $K\gamma\Delta\theta$

जहाँ K = आयतन प्रत्यास्थता गुणांक, γ = आयतन प्रसार गुणांक

(5) **दो छड़ों के मध्य बल** : भिन्न पदार्थों की, समान अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A की दो छड़ें सिरों पर जोड़कर, दो भारी दीवारों के मध्य चित्रानुसार व्यवस्थित हैं। प्रथम छड़ की लम्बाई L_1 रेखीय प्रसार गुणांक α_1 तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक Y_1 है, दूसरी छड़ के लिए संगत राशियाँ क्रमशः L_2, α_2 तथा Y_2 हैं। यदि दोनों छड़ों के ताप में T डिग्री की वृद्धि कर दी जाए तो

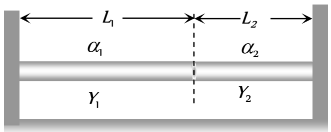


Fig. 9.11

संयुक्त छड़ की लम्बाई में वृद्धि (ताप वृद्धि के कारण)

$l_1 + l_2 = [L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2]T$ [चूँकि $l = L\,\alpha\,\Delta\theta$]

तथा प्रत्यास्थता के कारण दीवारों पर लगने वाले संपीडक बल के कारण संयुक्त छड़ की लम्बाई में कमी

$\left[\frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}\right]\frac{F}{A}$ $\left[\text{चूँकि } l = \frac{FL}{AY}\right]$

चूँकि संयुक्त छड़ की लम्बाई अपरिवर्तित रहती है अतः ताप के कारण लम्बाई में वृद्धि, सम्पीडन के कारण लम्बाई में कमी के तुल्य होना चाहिए

अर्थात् $\frac{F}{A}\left[\frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}\right] = [L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2]T \Rightarrow F = \frac{A[L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2]T}{\left[\frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}\right]}$

(6) **तार का बल नियतांक** : तार की लम्बाई में एकांक वृद्धि करने के लिए आवश्यक बल को तार का बल नियतांक कहते हैं। इसे k से प्रदर्शित करते हैं।

$\therefore\ k = \frac{F}{l}$ ...(i)

यंग प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा से,

$\frac{F}{l} = \frac{YA}{L}$ ...(ii)

(i) तथा (ii) से $k = \frac{YA}{L}$

अतः स्पष्ट है कि बल नियतांक का मान विमा (लम्बाई तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल) तथा तार के पदार्थ पर निर्भर करता है।

(7) तार की वास्तविक लम्बाई : यदि तार की वास्तविक लम्बाई L है, तब तनाव T_1 के प्रभाव में लम्बाई L_1 व तनाव T_2 के प्रभाव में लम्बाई L_2 हो, तो

$$L_1 = L + l_1 \Rightarrow L_1 = L + \frac{T_1}{k} \quad \text{...(i)}$$

तथा $L_2 = L + l_2 \Rightarrow L_2 = L + \frac{T_2}{k}$ ...(ii)

(i) तथा (ii) से $L = \frac{L_1 T_2 - L_2 T_1}{T_2 - T_1}$

तार को खींचने में किया गया कार्य
(Work Done in Stretching a Wire)

(1) किसी तार को खींचने में आंतरिक प्रत्यानन बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। यह कार्य तार में प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा अथवा विकृत ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

(2) यदि A अनुप्रस्थ काट वाले तार की लम्बाई L के अनुदिश बल F लगाने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि x होती है तब

$$Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \frac{F/A}{x/L} = \frac{FL}{Ax} \Rightarrow F = \frac{YA}{L}x$$

अतः लम्बाई में अतिरिक्त सूक्ष्म वृद्धि dx करने में किया गया कार्य,

$$dW = Fdx = \frac{YA}{L}x\,.dx$$

अतः लम्बाई में l वृद्धि करने में किया गया कुल कार्य,

$$W = \int_0^l dW = \int_0^l Fdx = \int_0^l \frac{YA}{L}.x\,dx = \frac{1}{2}\frac{YA}{L}l^2$$

तार में यही कार्य प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित होता है।

$\therefore$ तार में संचित ऊर्जा $U = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2}Fl \quad \left[\text{चूँकि } F = \frac{YAl}{L}\right]$

(3) दोनों पक्षों में तार के आयतन का भाग देने पर, हमें प्रति एकांक आयतन में संचित प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा प्राप्त होती है।

$$U_V = \frac{1}{2}\times\frac{F}{A}\times\frac{l}{L} = \frac{1}{2}\times\text{प्रतिबल}\times\text{विकृति} = \frac{1}{2}\times Y\times(\text{विकृति})^2$$

$$= \frac{1}{2Y}(\text{प्रतिबल})^2 \quad [\because AL = \text{तार का आयतन}]$$

Table 9.5 : तार में संचित ऊर्जा

तार में संचित कुल ऊर्जा (U)	तार के प्रति एकांक आयतन में संचित ऊर्जा (U_V)
$\frac{1}{2}Fl$	$\frac{1}{2}\frac{Fl}{\text{आयतन}}$
$\frac{1}{2}\times\text{प्रतिबल}\times\text{विकृति}\times\text{आयतन}$	$\frac{1}{2}\times\text{प्रतिबल}\times\text{विकृति}$
$\frac{1}{2}\times Y\times(\text{विकृति})^2\times\text{आयतन}$	$\frac{1}{2}\times Y\times(\text{विकृति})^2$
$\frac{1}{2Y}\times(\text{प्रतिबल})^2\times\text{आयतन}$	$\frac{1}{2Y}\times(\text{प्रतिबल})^2$

(4) यदि तार पर आरोपित बल F_1 से बढ़कर F_2 हो जाए तथा तार की लम्बाई में वृद्धि l हो, तो तार में संचित ऊर्जा $U = \frac{1}{2}\frac{(F_1+F_2)}{2}l$

(5) तापीय ऊर्जा घनत्व = प्रति एकांक आयतन तापीय ऊर्जा

$= \frac{1}{2}\times\text{तापीय प्रतिबल}\times\text{विकृति}$

$= \frac{1}{2}\frac{F}{A}\frac{l}{L} = \frac{1}{2}(Y\alpha\Delta\theta)(\alpha\Delta\theta) = \frac{1}{2}Y\alpha^2(\Delta\theta)^2$

भंजक बल (Breaking of Wire)

जब किसी तार को प्रत्यास्थता की सीमा से परे भारित किया जाता है, तो विकृति तेजी से उत्पन्न होती है। बिन्दु B (प्रतिबल-विकृति ग्राफ देखें) के संगत अधिकतम प्रतिबल जिसके बाद तार बहना प्रारम्भ करता है तथा अंततः टूट जाता है, भंजक प्रतिबल अथवा तनन शक्ति कहलाता है तथा संगत बल जिसके कारण तार टूटता है, भंजक बल कहलाता है।

(1) भंजक बल तार के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर करता है अर्थात् भंजक बल $\propto A$

$\therefore$ भंजक बल = P × A

जहाँ P एक नियतांक है जिसे भंजक प्रतिबल कहते हैं।

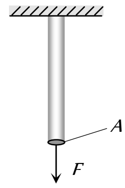


Fig. 9.12

(2) भंजक प्रतिबल दिये गये पदार्थ के लिए नियत होता है। यह तार की विमाओं (लम्बाई, मोटाई) पर निर्भर नहीं करता।

(3) यदि L लम्बाई का एक तार दो अथवा दो से अधिक भागों में विभक्त किया जाए तो इसके प्रत्येक भाग पर समान भार लटकाया जा सकता है अर्थात् भंजक बल, तार की लम्बाई पर निर्भर नहीं करता है।

(4) यदि एक तार अधिकतम F बल सहन कर सकता, तो समान पदार्थ तथा दोगुनी त्रिज्या का तार अधिकतम $4F$ बल सहन करेगा, क्योंकि भंजक बल $\propto \pi r$

(5) कार्यकारी प्रतिबल सदैव भंजक प्रतिबल से कम रखा जाता है।

ताकि सुरक्षा गुणांक = $\frac{\text{भंजक प्रतिबल}}{\text{कार्यकारी प्रतिबल}}$ का मान अधिक रहे।

(6) तार का स्वयं के भार के कारण टूटना

भंजक बल = भंजक प्रतिबल × अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल

तार का भार = $Mg = ALdg = PA$ [$\because$ द्रव्यमान = आयतन × घनत्व = ALd]

$$\Rightarrow Ldg = P \quad \therefore L = \frac{P}{dg}$$

यह तार की वह न्यूनतम लम्बाई है, जब वह अपने भार के कारण टूट जाता है।

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक (Bulk Modulus)

जब एक ठोस अथवा तरल (द्रव अथवा गैस) के सम्पूर्ण पृष्ठ पर एकसमान दाब लगाया जाता है, तो उसका आयतन घट जाता है जबकि आकृति अपरिवर्तित रहती है।

इस स्थिति में, प्रत्यास्थता की सीमा में अभिलम्ब प्रतिबल तथा आयतन विकृति का अनुपात आयतन प्रत्यास्थता गुणांक कहलाता है। इसे K से प्रदर्शित करते हैं।

$$K = \frac{\text{अभिलम्ब प्रतिबल}}{\text{आयतन विकृति}}$$

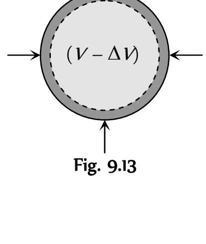


Fig. 9.13

$$K=\frac{F/A}{-\Delta V/V}=\frac{-pV}{\Delta V}$$

जहाँ p = दाब में वृद्धि; V = वास्तविक आयतन; ΔV = आयतन में परिवर्तन

ऋणात्मक चिन्ह यह दर्शाता है कि दाब बढ़ाने पर आयतन घटता है। अर्थात् यदि p ऋणात्मक हो, तो ΔV धनात्मक होगा। आयतन प्रत्यास्थता गुणांक का व्युत्क्रम सम्पीड्यता (Compressibility) कहलाता है।

अर्थात् , सम्पीड्यता C = $\frac{1}{K}=\frac{\Delta V}{pV}$

सम्पीड्यता का S.I. मात्रक $N m$ तथा C.G.S. मात्रक $dyne\ cm$ होगा।

गैसों में दो प्रकार के आयतन प्रत्यास्थता गुणांक होते हैं, समतापी प्रत्यास्थता गुणांक E_θ तथा रुद्धोष्म प्रत्यास्थता गुणांक E_ϕ

(1) **समतापी प्रत्यास्थता गुणांक** (E_θ) **:** समतापी अवस्था में गैसों द्वारा प्रदर्शित प्रत्यास्थता समतापी प्रत्यास्थता कहलाती है।

समतापी प्रक्रिया में, PV = नियतांक (बॉयल के नियम से)

दोनों पक्षों का अवकलन करने पर

PdV + VdP = 0 $\Rightarrow$ PdV = – VdP

$$P=\frac{dP}{(-dV/V)}=\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}=E_\theta$$

$\therefore$ $E_\theta = P$, अर्थात् समतापी प्रत्यास्थता गुणांक, दाब के तुल्य होता है।

(2) **रुद्धोष्म प्रत्यास्थता गुणांक** (E_ϕ) **:** रुद्धोष्म अवस्था में गैसों द्वारा प्रदर्शित प्रत्यास्थता रुद्धोष्म प्रत्यास्थता कहलाती है।

रुद्धोष्म प्रक्रिया में, PV^γ = नियतांक (पॉयसन नियम)

दोनों पक्षों का अवकलन करने पर,

$$P\gamma V^{\gamma-1}dV+V^\gamma dP=0\ \Rightarrow\ \gamma PdV+VdP=0$$

$$\gamma P=\frac{dP}{\left(\frac{-dV}{V}\right)}=\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}=E_\phi$$

$\therefore E_\phi = \gamma P$, अर्थात् रुद्धोष्म प्रत्यास्थता गुणांक, दाब का γ गुना होता है।

[यहाँ $\gamma=\frac{C_p}{C_v}$]

Note : ❑ रुद्धोष्म तथा आयतन प्रत्यास्थता गुणांक का अनुपात

$$\frac{E_\phi}{E_\theta}=\frac{\gamma P}{P}=\gamma>1\quad \therefore E_\phi > E_\theta$$

अर्थात् रुद्धोष्म प्रत्यास्थता सदैव समतापी प्रत्यास्थता से अधिक होती है।

सम्पीड़ित द्रव का घनत्व (Density of Compressed Liquid)

यदि द्रव का घनत्व ρ, आयतन V तथा आयतन प्रत्यास्थता गुणांक K हो, तो सम्पीड़ित किये जाने पर उसका घनत्व बढ़ेगा।

चूँकि घनत्व $\rho=\frac{m}{V}$ अतः $\frac{\Delta\rho}{\rho}=\frac{-\Delta V}{V}$ ...(i)

परन्तु आयतन प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा से

$K=\frac{-V\Delta P}{\Delta V}\Rightarrow -\frac{\Delta V}{V}=\frac{\Delta P}{K}$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) से $\frac{\Delta\rho}{\rho}=\frac{\rho'-\rho}{\rho}=\frac{\Delta P}{K}$ [चूँकि $\Delta\rho=\rho'-\rho$]

अथवा $\rho'=\rho\left[1+\frac{\Delta P}{K}\right]=\rho[1+C\Delta P]$ $\left[\text{चूँकि } \frac{1}{K}=C\right]$

गोले की त्रिज्य में आंशिक परिवर्तन (Fractional Change in the Radius of Sphere)

माना कि R त्रिज्या के एक ठोस गोले के लिए आयतन प्रत्यास्थता गुणांक K है तथा यहाँ गोला एक बेलनाकार पात्र में भरे द्रव में डूबा हुआ है। इसे द्रव पर स्थित क्षेत्रफल A वाले एक पिस्टन से दबाया जाता है।

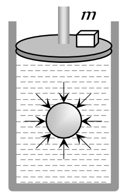


Fig. 9.14

गोले का आयतन $V=\frac{4}{3}\pi R^3$

$$\frac{\Delta V}{V}=3\frac{\Delta R}{R}$$

$\therefore\ \frac{\Delta R}{R}=\frac{1}{3}\frac{\Delta V}{V}$ ...(i)

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक $K=-V\frac{\Delta P}{\Delta V}$

$\therefore\ \left|\frac{\Delta V}{V}\right|=\frac{\Delta P}{K}=\frac{mg}{AK}$ .....(ii)

$\left[\text{चूँकि } \Delta P=\frac{mg}{A}\right]$

समीकरण (ii) से $\frac{\Delta V}{V}$ का मान समीकरण (i) में रखने पर हमें प्राप्त होता है, $\frac{\Delta R}{R}=\frac{1}{3}\frac{mg}{AK}$

दृढ़ता गुणांक (Modulus of Rigidity)

प्रत्यास्थता की सीमा में, स्पर्शरेखीय प्रतिबल तथा स्पर्शरेखीय विकृति का अनुपात दृढ़ता गुणांक कहलाता है। इसे η से प्रदर्शित करते हैं।

अर्थात् $\eta=\frac{\text{स्पर्श रेखीय प्रतिबल}}{\text{स्पर्श रेखीय विकृति}}$

इस स्थिति में पिण्ड का आयतन अपरिवर्तित रहता है परन्तु आकृति बदल जाती है।

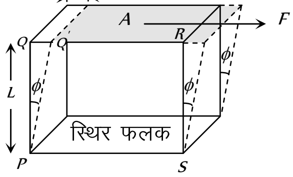


Fig. 9.15

माना किसी घन का निचला तल स्थिर है तथा चित्रानुसार ऊपर की सतह (क्षेत्रफल A) पर स्पर्शरेखीय बल F लगाया जाता है, तो

स्पर्श रेखीय प्रतिबल $=\frac{F}{A}$

यह स्पर्श रेखीय बल घन की परस्पर समांतर क्षैतिज सतहों को एक दूसरे के सापेक्ष विस्थापित कर देता है तथा प्रत्येक रेखा जैसे PQ तथा RS ϕ कोण से घूम जाती है। अतः स्थिर तल एवं इसके समान्तर तल को

मिलाने वाली लम्बवत रेखा जिस कोण ϕ (रेडियन में) से घूम जाती है, उसे अपरुपण कोण कहते हैं। स्पर्शरेखीय विकृति इसी कोण ϕ (रेडियन में) से मापी जाती है। अपरूपण कोण के अल्प मान के लिए

स्पर्श रेखीय विकृति $= \phi = \frac{QQ'}{PQ} = \frac{x}{L}$

अतः $\eta = \frac{\text{अपरुपण प्रतिबल}}{\text{अपरुपण विकृति}} = \frac{F/A}{\phi} = \frac{F}{A\phi}$

मात्र ठोस ही अपरूपण दर्शाते हैं क्योंकि उनकी आकृति निश्चित होती है।

पॉयसन अनुपात (Poisson's Ratio)

जब एक लम्बी छड़ लम्बाई के अनुदिश बल लगाकर खींची जाती है चित्रानुसार, तो उसकी लम्बाई बढ़ती है तथा त्रिज्या घट जाती है।

पार्श्विक विकृति : त्रिज्या अथवा व्यास में परिवर्तन तथा प्रारम्भिक त्रिज्या अथवा व्यास के अनुपात को पार्श्विक विकृति कहते हैं।

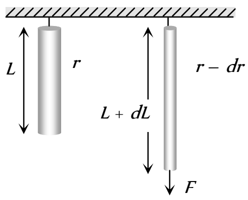


Fig. 9.16

अनुदैर्ध्य विकृति : लम्बाई में परिवर्तन तथा प्रारम्भिक लम्बाई के अनुपात को अनुदैर्ध्य विकृति कहते हैं।

पार्श्विक विकृति तथा अनुदैर्ध्य विकृति का अनुपात पॉयसन अनुपात (σ) कहलाता है।

अर्थात् $\sigma = \frac{\text{पार्श्विक विकृति}}{\text{अनुदैर्ध्य विकृति}}$ $\sigma = \frac{-dr/r}{dL/L}$

ऋणात्मक चिन्ह यह दर्शाता है कि तार खींचने पर उसकी त्रिज्या घट जाती है।

पॉयसन अनुपात इकाईहीन तथा विमाहीन राशि है।

आयतन विकृति, पार्श्विक विकृति तथा पॉयसन अनुपात में सम्बन्ध (Relation Between Volumetric Strain, Lateral Strain and Poisson's Ratio)

यदि किसी छड़ की लम्बाई L तथा त्रिज्या r हो, तो उसका आयतन $V = \pi r^2 L$

दोनों पक्षों का अवकलन करने पर $dV = \pi r^2 dL + \pi 2rL\,dr$

दोनों पक्षों को छड़ के आयतन से विभाजित करने पर $\frac{dV}{V} = \frac{\pi r^2 dL}{\pi r^2 L} + \frac{\pi 2rL\,dr}{\pi r^2 L} = \frac{dL}{L} + 2\frac{dr}{r}$

$\Rightarrow$ आयतन विकृति = अनुदैर्ध्य विकृति + 2(पार्श्विक विकृति)

$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dL}{L} + 2\sigma\frac{dL}{L} = (1+2\sigma)\frac{dL}{L}$

$\left[\text{चूँकि } \sigma = \frac{dr/r}{dL/L} \Rightarrow \frac{dr}{r} = \sigma\frac{dL}{L}\right]$

अथवा $\sigma = \frac{1}{2}\left[\frac{dV}{AdL} - 1\right]$

[जहाँ A = छड़ की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल]

(1) यदि किसी पदार्थ के लिए $\sigma = -0.5$ हो तब

$\frac{dV}{V} = [1+2\sigma]\frac{dL}{L} = 0$

$\therefore$ आयतन = नियत अथवा $K = \infty$ अर्थात् पदार्थ असम्पीड्य होगा।

(2) यदि किसी पदार्थ के लिए $\sigma = 0$ हो तो पार्श्विक विकृति शून्य होगी अर्थात् जब पदार्थ को खींचा जाए तो उसकी लम्बाई में इस प्रकार वृद्धि हो कि उसकी त्रिज्या अपरिवर्तित रहे। उदाहरण कार्क। इस स्थिति में आयतन में अधिकतम परिवर्तन होगा।

(3) पॉयसन अनुपात का सैद्धान्तिक मान $-1 < \sigma < 0.5$

(4) पॉयसन अनुपात का व्यवहारिक मान $0 < \sigma < 0.5$

प्रत्यास्थता स्थिरांकों Y, k, η तथा σ में सम्बन्ध (Relation between Y, k, η and σ)

प्रत्यास्थता गुणांक तीन Y, K तथा η हैं जबकि प्रत्यास्थता स्थिरांक (Y, K, η तथा σ) चार हैं। पॉयसन अनुपात σ प्रत्यास्थता गुणांक नहीं है क्योंकि यह दो विकृतियों का अनुपात है, ना कि प्रतिबल तथा विकृति का। प्रत्यास्थता स्थिराकों में निम्न संबंध हैं :

$Y = 3K(1-2\sigma)$ ...(i)

$Y = 2\eta(1+\sigma)$ ...(ii)

σ तथा Y का विलोपन करने पर,

$Y = \frac{9K\eta}{3K+\eta}$ ...(iii)

$\sigma = \frac{3K-2\eta}{6K+2\eta}$ ...(iv)

बेलन में ऐंठन (Torsion of Cylinder)

यदि बेलन के ऊपरी सिरे को कस दिया जाए तथा इसके निचले सिरे पर बल आघूर्ण आरोपित किया जाए तो बेलन का निचला सिरा θ कोण से घूम जाता है तथा बेलन में अपरूपण विकृति ϕ उत्पन्न हो जाती है।

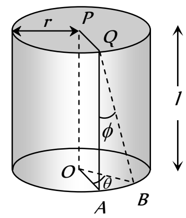


Fig. 9.17

(1) ऐंठन कोण θ, बेलन के स्थिर सिरे से दूरी के समानुपाती होता है।

स्थिर सिरे पर $\theta = 0^o$ तथा मुक्त सिरे पर θ = अधिकतम।

(2) अपरूपण कोण ϕ का मान, बेलनाकार कोश की त्रिज्या के समानुपाती होता है।

बेलन के अक्ष पर $\phi = 0$ तथा बाह्यतम कोश पर ϕ = अधिकतम

(3) ऐंठन कोण (θ) तथा अपरूपण कोण (ϕ) में सम्बन्ध

$AB = r\theta = \phi l \;\therefore\; \phi = \frac{r\theta}{l}$

(4) एकांक ऐंठन कोण के लिए आवश्यक बल आघूर्ण अथवा बलयुग्म आघूर्ण अथवा ऐंठन दृढ़ता

$C = \frac{\pi\eta r^4}{2l} \;\therefore\; C \propto r^4 \propto A^2$

(5) बेलन को θ कोण से ऐंठने में किया गया कार्य $W = \frac{1}{2}C\theta^2 = \frac{\pi\eta r^4\theta^2}{4l}$

अंतराण्विक बल नियतांक (Interatomic Force Constant)

बाह्य बलों के सापेक्ष ठोसों का व्यवहार इस प्रकार होता है मानों उनके परमाणु स्प्रिगों की सहायता से संलग्न हों। जब किसी ठोस पर एक बाह्य बल आरोपित किया जाता है, तो अंतराण्विक दूरी घटती है तथा अंतराण्विक बल प्रारम्भिक विमा प्राप्त करने का प्रयास करते हैं।

अंतराण्विक बल तथा अंतराण्विक दूरी में परिवर्तन के अनुपात को अंतराण्विक बल नियतांक कहते हैं। अर्थात् $K = \frac{F}{\Delta r}$

यह सूत्र $K = Y \times r_0$ से भी प्रदर्शित होता है [जहाँ Y = यंग प्रत्यास्थता गुणांक तथा r_0 परमाणुओं के मध्य साम्य दूरी है]

अंतराण्विक बल नियतांक की इकाई N/m तथा विमा MT^{-2} है।

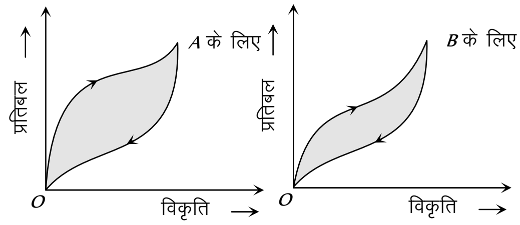
Note : ❑ तार की l लम्बाई में अणुओं की संख्या $N = l/r_0$

तार के क्षेत्रफल A में अणुओं की संख्या जिनके बीच अंतराण्विक दूरी r_0 है, $N = A/r_0^2$ [यहाँ r_0 अंतराण्विक दूरी]

प्रत्यास्थता शैथिल्य (Elastic Hysteresis)

जब किसी वस्तु पर विरूपक बल लगाया जाता है, तो विकृति, प्रतिबल के साथ ही परिवर्तित नहीं होती, बल्कि यह प्रतिबल के पश्चगामी (Lag) होती है। विकृति का प्रतिबल से पश्चगमन ही प्रत्यास्थता शैथिल्य कहलाता है। यही कारण है कि समान प्रतिबल से तार को भारित तथा अभारित किये जाने पर विकृति भिन्न-भिन्न होती है।

शैथिल्य लूप : प्रतिबल-विकृति वक्र के मध्य घिरा क्षेत्रफल शैथिल्य लूप कहलाता है। तथा यह संख्यात्मक रुप से तार को भारित तथा फिर अभारित करने में किये गये कार्य के तुल्य होता है।



(A) (B)

Fig. 9.18

यदि हमारे पास दो टायर हैं जिनकी रबर के शैथिल्य लूप, चित्रानुसार भिन्न-भिन्न हैं। तब रबर B, टायर बनाने के लिए उपयुक्त है क्योंकि इसके शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल अर्थात् किया गया कार्य कम है, अतः कार का टायर अधिक गर्म नहीं होगा। जबकि रबर A का प्रयोग मशीन के कम्पनों को अवशोषित करने के लिये किया जाना चाहिये, क्योंकि इसके शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल अधिक है। अतः अधिक कम्पन ऊर्जा खर्च होगी।

प्रत्यास्थता को प्रभावित करने वाले कारक
(Factors Affecting Elasticity)

(1) **पीटना या पीसना** : पीटने या पीसने से क्रिस्टल ग्रेन (Crystal grain) छोटी इकाइयों में विभक्त हो जाते हैं जिससे पदार्थ की प्रत्यास्थता बढ़ जाती है।

(2) **ताव देना** (Annealing) : किसी धातु को गर्म करके धीरे-धीरे ठंडा करने की प्रक्रिया को ताव देना अथवा पानी चढ़ाना कहते हैं इससे धातु में कड़ापन आ जाता है तथा प्रत्यास्थता घट जाती है।

(3) **ताप %** ताप बढ़ाने पर अंतराण्विक बलों का परिमाण कम हो जाता है अतः प्रत्यास्थता घट जाती है। परन्तु इन्वार स्टील (एक मिश्र धातु) की प्रत्यास्थता ताप परिवर्तन के साथ अपरिवर्तित रहती है।

(4) **अशुद्धियाँ** : अशुद्धियाँ अपनी प्रकृति के अनुसार प्रत्यास्थता को घटा अथवा बढ़ा देती है। यह पदार्थ की अशुद्धियों की प्रकृति पर निर्भर करता है।

प्रत्यास्थता से सम्बन्धित कुछ महत्वपूर्ण तथ्य
(Important Facts about Elasticity)

(1) विमाओं में एक निश्चित परिवर्तन के लिए जिस पिण्ड को अधिक विरूपक बल की आवश्यकता होगी वह अधिक प्रत्यास्थ होगा।

उदाहरण : हाथी दाँत तथा स्टील की गेंद, रबर की गेंद की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ होती है।

(2) यदि भिन्न पिण्डों पर समान विरुपक बल लगाएें तो जो पिण्ड कम विरुपित होगा अधिक प्रत्यास्थ होगा।

उदाहरण : (i) समान भार के लिए स्टील की डोरी में, रबर की डोरी की अपेक्षा कम वृद्धि होती है, अतः लोहा अधिक प्रत्यास्थ है।

(ii) समान दाब आरोपित करने पर वायु की अपेक्षा जल कम सम्पीडित होता है, अतः जल अधिक प्रत्यास्थ है।

(iii) भिन्न-भिन्न पदार्थों की चार समान गेदें यदि समान ऊँचाई से गिरायी जायें तो भूमि से संघट्ट के पश्चात् वे अलग-अलग ऊँचाई तक जाऐंगी।

उनकी ऊँचाइयों का क्रम $h_{\text{हाथीदाँत}} > h_{\text{स्टील}} > h_{\text{रबर}} > h_{\text{मिट्टी}}$ क्योंकि $Y_{\text{हाथीदाँत}} > Y_{\text{स्टील}} > Y_{\text{रबर}} > Y_{\text{मिट्टी}}$

(3) प्रत्यास्थता गुणांक का मान प्रतिबल तथा विकृति के परिमाण पर निर्भर नहीं करता। यह सिर्फ वस्तु के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

(4) किसी दिये गये पदार्थ के लिये विभिन्न प्रत्यास्थता गुणांक होते हैं जो कि आरोपित प्रतिबल एवं परिणामी विकृति पर निर्भर होते हैं।

Table 9.6 : विभिन्न पदार्थों के प्रत्यास्थता गुणांक

पदार्थ का नाम	यंग प्रत्यास्थता गुणांक (Y) $10^{10} N/m^2$	आयतन प्रत्यास्थता गुणांक (K) $10^{10} N/m^2$	दृढ़ता गुणांक (η) $10^{10} N/m^2$
एल्युमिनियम	6.9	7.0	2.6
पीतल	9.0	6.7	3.4
ताँबा	11.0	13.0	4.5
लोहा	19.0	14.0	4.6
स्टील	20.0	16.0	8.4
टंगस्टन	36.0	20.0	15.0
हीरा	83.0	55.0	34.0
जल	–	0.22	–

ग्लिसरीन	–	0.45	–
वायु	–	1.01	–

(5) प्रत्यास्थता गुणांकों तथा इकाई प्रतिबल के विमीय सूत्र समान होते हैं क्योंकि विकृति विमाहीन राशि है।

$\therefore$ विमीय सूत्र $ML^{-1}T^{-2}$ तथा इकाई *dyne/cm* अथवा *N/m* हैं।

(6) प्रत्यास्थता गुणांक का मान अधिक होने का अर्थ है कि पदार्थ अधिक प्रत्यास्थ है। परन्तु किसी नियत प्रतिबल के लिए $Y \propto (1/l)$, $K \propto (1/\Delta V)$ तथा $\eta \propto (1/\phi)$ अतः दिये गये प्रतिबल के लिए आकार अथवा आकृति में कम परिवर्तन होने का अर्थ है कि प्रत्यास्थता अधिक है।

(7) प्रत्यास्थता गुणांक Y तथा η मात्र ठोसों तथा द्रवों में पाये जाते हैं क्योंकि गैसें किसी एक निश्चित दिशा में विरूपित नहीं की जा सकती ना ही अपरूपण दर्शाती हैं। जबकि K पदार्थ की प्रत्येक अवस्था (ठोस, द्रव तथा गैस) में पाया जाता है।

(8) गैसें अधिक सम्पीडित होती हैं तथा कम प्रत्यास्थ जबकि ठोस कम सम्पीडित होते हैं तथा अधिक प्रत्यास्थ, अर्थात् गैसों का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक कम होता है जबकि द्रवों तथा ठोसों का अधिक

$K_{\text{ठोस}} > K_{\text{द्रव}} > K_{\text{गैस}}$

(9) किसी दृढ़ पिण्ड के लिए $l, \Delta V$ अथवा $\phi = 0$ अतः Y, K अथवा η के मान ∞ होंगे अर्थात् दृढ़ पिण्ड की प्रत्यास्थता अनंत होती है। हीरा तथा कार्बोरण्डम लगभग दृढ़ पिण्ड हैं।

(10) निलम्बन पुलों में भार के कारण रस्सियाँ खिंचती हैं तथा रस्सियों की लम्बाई में परिवर्तन होता है। अतः यंग प्रत्यास्थता गुणांक संबंधित होता है।

(11) स्वचलित वाहनों के टायरों में वायु सम्पीडित होती है तथा टायर के भीतर वायु का आयतन परिवर्तित होता है। अतः आयतन प्रत्यास्थता गुणांक सम्बन्धित होता है।

(12) स्वचलित शाफ्ट से शक्ति संचरित करते समय शाफ्ट घूमती है, तो उसमें अपरूपण विकृति आ जाती है अतः दृढ़ता गुणांक संबंधित होता है।

(13) रबर की हील की आकृति प्रतिबल के कारण बदल जाती है अतः दृढ़ता गुणांक संबंधित होता है।

प्रत्यास्थता के व्यवहारिक अनुप्रयोग
(Practical Applications of Elasticity)

(1) मशीन के धात्विक भागों पर प्रत्यास्थ सीमा से अधिक प्रतिबल आरोपित नहीं किया जाता अन्यथा वे स्थायी रूप से विकृत हो जायेंगे।

(2) किसी दिये गये भार को उठाने के लिए क्रेन में प्रयुक्त धात्विक रस्सियों की मोटाई, रस्सी के पदार्थ की प्रत्यास्थता सीमा तथा सुरक्षा गुणांक के ज्ञान से निश्चित की जाती है।

(3) पुल लम्बे समय तक उपयोग किये जाने के पश्चात् असुरक्षित घोषित कर दिये जाते हैं क्योंकि पुल शीघ्रता से बार-बार विकृत होता है। इस कारण उसकी प्रत्यास्थ शक्ति घट जाती है।

(4) पृथ्वी की प्रत्यास्थता के आधार पर, इस पर स्थित पर्वत की अधिकतम ऊँचाई की गणना की जा सकती है।

पर्वत के तल पर दाब $P = h\rho g$ से दिया जाता है। यह दाब पृथ्वी के पदार्थ (जो पर्वत को आधार प्रदान करता है) की प्रत्यास्थता की सीमा (K) से कम होना चाहिए।

$K > P > h\rho g \;\therefore\; h < \dfrac{K}{\rho g}$ अथवा $h_{max} = \dfrac{K}{\rho g}$

(5) भार को आधार देने वाली छड़ों (छतों या पुलों के निर्माण में) की सरंचना में चौड़ाई की तुलना में मोटाई अधिक रखना लाभदायक होता है, क्योंकि आयताकार छड़ का अवनमन

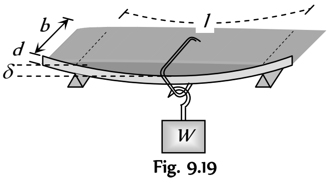


Fig. 9.19

$$\delta = \frac{Wl^3}{4Ybd^3}$$

अवनमन कम करने के लिए ही गर्डर *I*-आकार की बनायी जाती है।

(6) वृत्ताकार परिच्छेद वाली छड़ का अवनमन सूत्र $\delta = \dfrac{WL^3}{12\pi r^4 Y}$ द्वारा दिया जाता है।

(7) समान पदार्थ, द्रव्यमान तथा लम्बाई की ठोस शाफ्ट की तुलना में खोखली शाफ्ट अधिक मजबूत होती है।

ठोस शाफ्ट में एकांक ऐंठन उत्पन्न करने के लिए आवश्यक बलयुग्म आघूर्ण

$$\tau_{\text{ठोस}} = \frac{\pi\eta r^4}{2l} \quad ...(i)$$

तथा खोखली शाफ्ट में एकांक ऐंठन उत्पन्न करने के लिए आवश्यक बलयुग्म आघूर्ण

$$\tau_{\text{खोखला}} = \frac{\pi\eta(r_2^4 - r_1^4)}{2l} \quad ...(ii)$$

समीकरण (i) तथा (ii) से

$$\frac{\tau_{\text{खोखला}}}{\tau_{\text{ठोस}}} = \frac{r_2^4 - r_1^4}{r^4} = \frac{(r_2^2 + r_1^2)(r_2^2 - r_1^2)}{r^4} \quad ...(iii)$$

चूँकि दोनों शाफ्टों के आयतन समान हैं $\therefore\; \pi r^2 l = \pi(r_2^2 - r_1^2)l \;\Rightarrow$

$r^2 = r_2^2 - r_1^2$

यह मान समीकरण (iii) में रखने पर

$$\frac{\tau_{\text{खोखला}}}{\tau_{\text{ठोस}}} = \frac{r_2^2 + r_1^2}{r^2} > 1 \quad \therefore\; \tau_{\text{खोखला}} > \tau_{\text{ठोस}}$$

अर्थात् समान पदार्थ तथा द्रव्यमान की ठोस तथा खोखली शाफ्टों में, खोखली शाफ्ट को ऐंठने में ठोस शाफ्ट को ऐंठनें की अपेक्षा अधिक कार्य करना होगा अतः खोखली शाफ्ट, ठोस शाफ्ट की अपेक्षा अधिक मजबूत होती है।

Tips & Tricks

- धातुऐं बहुक्रिस्टलीय पदार्थ होती हैं।
- धातुऐं अल्प विकृति के लिए ही प्रत्यास्थ होती हैं तथा अधिक विकृति होने पर धातुयें प्लास्टिक हो जाती हैं।
- वे पदार्थ जिनकी लंबी आण्विक संरचना (जो कि दो से लेकर कई हजार साधारण अणुओं से मिलकर बनती है) होती है, बहुलक कहलाते हैं।
- रबर एक बहुलक है।
- रबर बहुत अधिक विकृति होने पर भी प्रत्यास्थ रहता है।
- यह प्रारंभ में आसानी से खिंचता है, परंतु बाद में कठोर हो जाता है।
- यंग गुणांक का अस्तित्व केवल ठोसों के लिए ही होता है।
- आयतन प्रत्यास्थता गुणांक को सर्वप्रथम मैक्सवेल ने परिभाषित

किया।

✍ आयतन प्रत्यास्थता गुणांक सभी प्रकार के पदार्थों, ठोस, द्रव तथा गैसों के लिए परिभाषित होता है।

✍ आयतन प्रत्यास्थता गुणांक के व्युत्क्रम को संपीड्यता कहा जाता है।

✍ हुक का नियम केवल तभी लागू होता है, जब विकृति का मान अत्यल्प होता है।

✍ प्रत्यास्थता (गुणांक) के उच्च मान का अर्थ है कि वस्तु की आकृति में परिवर्तन के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।

✍ वे पदार्थ जो कि प्रत्यास्थ सीमा से अधिक प्रतिबल होने पर तुरन्त टूट जाते हैं, भंगुर पदार्थ कहलाते हैं।

✍ वे पदार्थ जो कि प्रत्यास्थ सीमा से अधिक प्रतिबल होने पर टूटते नहीं है तन्य पदार्थ कहलाते हैं।

✍ वस्तु की आकृति में प्रत्यास्थ सीमा से अधिक परिवर्तन की अवस्था प्लास्टिसिटी (सुघट्यता) कहलाती है।

✍ रबर की लंबाई को कई बार खींचे जाने पर भी इसमें प्रत्यास्थता बनी रहती है।

परंतु यह तन्य नहीं होता। प्रत्यास्थ सीमा से अधिक खींचने पर यह टूट जाता है।

✍ प्रत्यास्थ सीमा में, किसी स्प्रिंग का बल नियतांक दिया जाता है $K = \frac{YA}{L}$

✍ 'प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव' वह प्रभाव है जिसमें वस्तु कुछ समय के लिए अपने प्रत्यास्थ गुण को खो देती है।

✍ 'क्वार्ट्ज' पूर्ण प्रत्यास्थ पदार्थ का सबसे अच्छा उदाहरण है।

✍ समतापीय प्रत्यास्थता = दाब (P)

✍ रुद्धोष्म प्रत्यास्थता = विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात × दाब $= \gamma P$

✍ दृढ़ वस्तुओं के लिए प्रत्यास्थता का कोई अस्तित्व नहीं होता। यह मृदु (Non-rigid) वस्तुओं का गुण है।

✍ हीरा तथा कार्बोरण्डम को लगभग दृढ़ वस्तुऐं माना जा सकता है।

✍ जब धातु पर लगातार भार लगाया तथा हटाया जाता है, तब वस्तु में प्रत्यास्थ थकान (प्रत्यास्थ विश्रांति) उत्पन्न हो जाती है।

✍ पॉइसन अनुपात का सैद्धांतिक मान –1 से +1/2 के बीच तथा प्रायोगिक मान 0 से +1/2 के बीच होता है।

✍ पॉइसन अनुपात के ऋणात्मक मान का अर्थ है कि जब लंबाई बढ़ती है तब इसकी त्रिज्या घटती है।

✍ दाब तथा प्रतिबल की विमायें तथा मात्रक समान होते हैं, परंतु दाब हमेशा सतह के अभिलंबवत् लगता है जबकि प्रतिबल सतह के समान्तर अथवा अभिलम्बवत् हो सकता है।

✍ अभिलंब प्रतिबल को तनय प्रतिबल कहा जाता है जब वस्तु की लंबाई बढ़ती है।

✍ अभिलंब प्रतिबल को संपीड्य प्रतिबल कहा जाता है जब वस्तु की लंबाई घटती है।

✍ स्पर्शी प्रतिबल को अपरूपण प्रतिबल भी कहा जाता है।

✍ जब विरूपक बल, सतह से किसी कोण पर लगता है तब स्पर्शी तथा अभिलंब दोनों प्रतिबल उत्पन्न होते हैं।

✍ जब वस्तु में अपरूपण होता है तो दो परस्पर अभिलंबवत् विकृतियाँ उत्पन्न होती हैं जिन्हें अनुदैर्ध्य विकृति तथा संपीड्य विकृति कहा जाता है। दोनों का परिमाण समान होता है।

✍ जब किसी बीम को मोड़ा जाता है, तब उसमें अनुदैर्ध्य तथा संपीड्य दोनों प्रकार की विकृति उत्पन्न होती है।

✍ किसी प्रत्यास्थ पदार्थ में संचित ऊर्जा, प्रतिबल-विकृति आरेख से घिरे क्षेत्रफल के तुल्य होती है। प्रतिबल-विकृति आरेख से घिरा क्षेत्रफल प्रति इकाई आयतन में संचित ऊर्जा को दर्शाता है।

✍ किसी छड़ में तापीय-प्रतिबल $= Y\alpha\Delta\theta$ यह अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल अथवा तार की लंबाई पर निर्भर नहीं करता।

✍ इकाई अनुप्रस्थ परिच्छेद के तार के त्रोटन प्रतिबल को तनन सामर्थ्य कहा जता है।

✍ त्रोटन प्रतिबल तार के अनुप्रस्थ परिच्छेद के क्षेत्रफल अथवा तार की लंबाई पर निर्भर नहीं करता। परंतु यह तार के पदार्थ पर निर्भर करता है।

✍ त्रोटन बल अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर करता है। तार के त्रोटन प्रतिबल को उसकी तनन सामर्थ्य कहते हैं।

✍ यदि हम तार की त्रिज्या को दो गुना कर दें तो त्रोटन बल का मान चार गुना हो जाता है, परंतु त्रोटन प्रतिबल का मान अपरिवर्तित रहता है।

✍ जब किसी आयताकार अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली बीम को भारित (Loaded) किया जाता है, तब बीम में होने वाला अवनमन (depression) बीम की मोटाई के घन के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

✍ जब किसी वृत्तीय अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली बीम को भारित (loaded) किया जाता है, तो बीम में होने वाला अवनमन (depression) त्रिज्या की चतुर्थ घात के व्युत्क्रमानुपाती होता है अर्थात् $\delta \propto \frac{1}{r^4}$

Ordinary Thinking

Objective Questions

यंग गुणांक तथा त्रोटन प्रतिबल

1. एक लोहे के तार की लम्बाई L तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है। इसके दोनों सिरों पर F न्यूटन का बल लगाकर खींचने से इसकी लम्बाई में वृद्धि l होती है, तो निम्न में से कौनसा कथन सत्य है [NCERT 1976]

   (a) लम्बाई में वृद्धि ,तार की लम्बाई L के व्युत्क्रमानुपाती है

   (b) लम्बाई में वृद्धि, अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A के अनुक्रमानुपाती है

   (c) लम्बाई में वृद्धि, अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A के व्युत्क्रमानुपाती है

   (d) लम्बाई में वृद्धि, यंग मापांक के समानुपाती है

2. एक L लम्बाई के तार पर अनुदैर्ध्य प्रतिबल आरोपित करने पर इसकी लम्बाई में l वृद्धि होती है। प्रतिबल समानुपाती है [MP PET 1986]

   (a) L/l (b) l/L

   (c) $l \times L$ (d) $l^2 \times L$

3. एक ही पदार्थ के चार तारों पर जिनकी विमायें नीचे दी गई हैं, समान भार लटकाया जाता है। इनमें किस तार की लम्बाई में सबसे अधिक वृद्धि होगी [IIT 1981; NCERT 1976; CPMT 1983, 90;

MP PMT 1992, 94, 97, 98; MP PET 1989, 90, 98 99]

(a) लम्बाई 100 सेमी, व्यास 1 मिमी

(b) लम्बाई 200 सेमी, व्यास 2 मिमी

(c) लम्बाई 300 सेमी, व्यास 3 मिमी

(d) लम्बाई 50 सेमी, व्यास 0.5 मिमी

4. \`एक ही पदार्थ के दो तारों A तथा B की लम्बाइयों का अनुपात 1 : 2 है तथा उनके व्यासों का अनुपात 2 : 1 है। यदि इन्हें समान बल के द्वारा खींचा जाता है तो उनकी लम्बाइयों की वृद्धि का अनुपात होगा [MP PMT 1986; MP PET/PMT 1988]

(a) 2 : 1 (b) 1 : 4
(c) 1 : 8 (d) 8 : 1

5. L लम्बाई तथा r त्रिज्या के तार का यंग मापांक Y न्यूटन/मीटर^2 है। यदि लम्बाई को $\frac{L}{2}$ एवं त्रिज्या को $\frac{r}{2}$ करते हैं, तो यंग मापांक हो जाता है [MP PMT 1985; MP PET 1997; KCET 1999]

(a) $Y/2$ (b) Y
(c) $2Y$ (d) $4Y$

6. एक धातु के दण्ड के दोनों सिरों के मध्य केन्द्र पर भार लटकाया गया है। केन्द्र पर अवनमन समानुपाती होता है [CPMT 1983, 84]

(a) Y^2 के (b) Y के
(c) $1/Y$ के (d) $1/Y^2$ के

7. जब किसी एक समान तार से एक निश्चित भार लटकाया जाता है तो उसकी लम्बाई में 1 सेमी की वृद्धि होती है। यदि उसी पदार्थ एवं लम्बाई के तार के साथ जिसका व्यास आधा हो, वही भार लटकाया जावे तो उसकी लम्बाई में वृद्धि होगी [CPMT 1984, 90]

(a) 0.5 सेमी (b) 2 सेमी
(c) 4 सेमी (d) 8 सेमी

8. हुक का नियम परिभाषित करता है [MP PMT/PET 1988]

(a) प्रतिबल (b) विकृति
(c) प्रत्यास्थता गुणांक (d) प्रत्यास्थता सीमा

9. किसी तार के एक सिरे से 6 किग्रा का भार लटकाने पर लम्बाई में वृद्धि 12 मिमी है। यदि तार की त्रिज्या दोगुनी कर दी जाती है एवं अन्य सभी परिमाण अपरिवर्तित रहें, तो तार की लम्बाई में वृद्धि होगी [MP PMT 1987; AI SSCE 1982]

(a) 6 मिमी (b) 3 मिमी
(c) 24 मिमी (d) 48 मिमी

10. 1.1 मी लम्बे तांबे के तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 1 वर्ग मिमी है। इससे 1 किग्रा भार लटकाया जाता है। यदि तांबे का यंग प्रत्यास्थता गुणांक 1.1×10^{11} न्यूटन प्रति वर्ग मी है, तो लम्बाई में वृद्धि है (यदि $g = 10\ ms^{-2}$) [MP PET 1989]

(a) 0.01 मिमी (b) 0.075 मिमी
(c) 0.1 मिमी (d) 0. 15 मिमी

11. 2 मी लम्बे तथा 2 वर्ग मिमी अनुप्रस्थ काट के एक इस्पात तार की लम्बाई में 0.5 मिमी की वृद्धि करने के लिये आवश्यक बल है [इस्पात के लिए $Y = 2.2 \times 10^{11}$ न्यूटन/मी^{2}] [MP PET/PMT 1988]

(a) $1.1 \times 10^5\ N$ (b) $1.1 \times 10^4\ N$
(c) $1.1 \times 10^3\ N$ (d) $1.1 \times 10^2\ N$

12. यदि लोहे का यंग प्रत्यास्थता गुणांक 2×10^{11} न्यू/मी^{2} है तथा दो अणुओं के बीच अन्तरापरमाण्विक दूरी 3×10^{-10} मी हो, तो अन्तरापरमाण्विक बल नियतांक है [JIPMER 1978]

(a) 60 N/m (b) 120 N/m
(c) 30 N/m (d) 180 N/m

13. CGS प्रणाली में स्टील का यंग प्रत्यास्थता गुणांक 2×10^{12} है। एक इकाई अनुप्रस्थ काट के स्टील के तार की किसी लम्बाई को दोगुनी करने के लिये निम्न बल की आवश्यकता है [MP PMT 1989]

(a) 4×10^6 डाइन (b) 2×10^{12} डाइन
(c) 2×10^{12} न्यूटन (d) 2×10^8 डाइन

14. वह पदार्थ जो व्यावहारिक दृष्टि से प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव (Elastic after effect) नहीं दर्शाता है [JIPMER 1997; AMU (Engg.) 1999]

(a) तांबा (b) रबर
(c) स्टील (d) क्वार्ट्ज

15. यदि ताप बढ़ जाये, तो प्रत्यास्थता गुणांकों का मान

(a) घट जाता है (b) बढ़ जाता है
(c) स्थिर रहता है (d) शून्य हो जाता है

16. R त्रिज्या के तांबे के तार को तोड़ने के लिये बल F की आवश्यकता होती है। $2R$ त्रिज्या के तार को तोड़ने के लिये आवश्यक बल होगा

(a) $F/2$ (b) $2F$
(c) $4F$ (d) $F/4$

17. यंग प्रत्यास्था गुणांक Y, आयतन प्रत्यास्थता गुणांक K तथा दृढ़ता गुणांक η में निम्न संबंध होता है [MP PET 1991; MP PMT 1997]

(a) $Y = \frac{9\eta K}{\eta + 3K}$ (b) $\frac{9YK}{Y + 3K}$
(c) $Y = \frac{9\eta K}{3 + K}$ (d) $Y = \frac{3\eta K}{9\eta + K}$

18. पीतल की किसी छड़ का व्यास 4 मिमी है तथा यंग प्रत्यास्था गुणांक $9 \times 10^{10}\ N/m^2$ है। छड़ की लम्बाई में 0.10% की वृद्धि करने में निम्न बल की आवश्यकता होगी [MP PET 1991; BVP 2003]

(a) $360\ \pi N$ (b) 36 N
(c) $144\pi \times 10^3 N$ (d) $36\pi \times 10^5 N$

19. y प्रत्यास्थता गुणांक वाले एक तार में x रेखीय विकृति पैदा की जाती है, तो इस तार के पदार्थ के एकांक आयतन में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा है [MP PMT 1987, 89, 92; CPMT 1997; Pb. PMT 1999; KCET 2000; AIIMS 2001]

(a) yx^2 (b) $2yx^2$
(c) $\frac{1}{2}y^2x$ (d) $\frac{1}{2}yx^2$

20. L लम्बाई के तार की लम्बाई में वृद्धि l है। यदि अन्य किसी प्रकार परिवर्तन न करते हुए केवल लम्बाई आधी कर दी जाती है, तो लम्बाई में वृद्धि होगी

(a) l (b) $2l$
(c) $\frac{l}{2}$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

21. एक रबर की 8 सेमी लम्बी डोरी जिसका घनत्व 1.5 किग्रा/मी^{3} तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक 5×10^8 न्यूटन/मी^{2} है। एक कमरे की

छत से लटाकाई जाती है। अपने ही भार के कारण इसकी लम्बाई में वृद्धि होगी [AIIMS 1986]

(a) $9.6\times10^{-5}\,m$ (b) $9.6\times10^{-11}\,m$

(c) $9.6\times10^{-3}\,m$ (d) 9.6 m

22. A तथा B दो तार हैं A तार की त्रिज्या B तार से दो गुनी है। दोनों समान भार से खींचे जाते हैं। B पर लगने वाला प्रतिबल [MP PMT 1993]

(a) A के बराबर होगा (b) A से चार गुना होगा

(c) A से दो गुना होगा (d) A का आधा होगा

23. यदि किसी तार की लम्बाई काटकर आधी कर दी जावे, तो वह अब भार सहन कर सकेगा

(a) आधा (b) पहले के बराबर

(c) दोगुना (d) एक-चौथाई

24. 0.5 सेमी² अनुप्रस्थ काट के लोहे के तार की लम्बाई को दोगुनी करने के लिये आवश्यक बल का मान होगा ($Y = 10^{12}$ डाइन/सेमी²) [MP PMT 1987,

(a) $1.0\times10^{-7}\,N$ (b) $1.0\times10^{7}\,N$

(c) $0.5\times10^{-7}\,N$ (d) 0.5×10^{12} *dyne*

25. अधिक समय तक उपयोग करने पर स्प्रिंग तुला सही पाठ्यांक नहीं देती है, क्योंकि

(a) स्प्रिंग की प्रत्यास्थता बढ़ जाती है

(b) स्प्रिंग की प्रत्यास्थता घट जाती है

(c) स्प्रिंग की प्लास्टिक शक्ति घट जाती है

(d) स्प्रिंग की प्लास्टिक शक्ति बढ़ जाती है

26. समान लम्बाई के दो तार एक ही धातु के बने हैं। तार A का व्यास तार B के व्यास का दो गुना है। यदि इन तारों के सिरों से एक समान भार लटकायें तो उनकी लम्बाई में होने वाला परिवर्तन [EAMCET 1983; MP PMT 1990; MP PET 1995]

(a) तार A में, तार B की तुलना में 4 गुना होगा

(b) तार A में, तार B की तुलना में 2 गुना होगा

(c) तार A में, तार B की तुलना में आधा होगा

(d) तार A में, तार B की तुलना में एक-चौथाई होगा

27. स्प्रिंग तांबे की अपेक्षा स्टील के तार की क्यों बनी होती है

(a) तांबा, स्टील से अधिक महँगा होता है

(b) तांबा, स्टील की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ होता है

(c) स्टील तांबे की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ होती है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

28. स्टील तथा तांबे के समान लम्बाई के तारों को एक के बाद एक समान भार से खींचा जाता है। स्टील तथा तांबे का यंग प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः 2.0×10^{11} तथा 1.2×10^{11} न्यूटन/मी² है। स्टील तथा तांबे की लम्बाइयों में वृद्धि का अनुपात होगा [MP PET 1984]

(a) $\frac{2}{5}$ (b) $\frac{3}{5}$

(c) $\frac{5}{4}$ (d) $\frac{5}{2}$

29. एक रबर की डोरी जिसका अनुप्रस्थ परिच्छेद 2 सेमी² है। 2×10^5 डाइन के रैखिक बल से खींचने पर अपनी प्रारम्भिक लम्बाई की दो गुनी हो जाती है। रबर का यंग प्रत्यास्थता गुणांक डाइन/सेमी² में है [MP PET 1985]

(a) 4×10^5 (b) 1×10^5

(c) 2×10^5 (d) 1×10^4

30. भार लगाकर किसी तार की लम्बाई में 1 मिमी की वृद्धि की जाती है। उसी धातु की तार पर, जिसकी लम्बाई तथा त्रिज्या दो गुने हैं, समान बल लगाया जाता है, तो तार की लम्बाई में वृद्धि होगी [CPMT 1976]

(a) 2 मिमी (b) 0.5 मिमी

(c) 4 मिमी (d) 0.25 मिमी

31. 1 मीटर लम्बी और एक सेमी² अनुप्रस्थ परिच्छेद की लोहे की छड़ का ताप 0°C से 100°C बढ़ाया जाता है। यदि छड़ की लम्बाई को बढ़ने नहीं दिया जाता है, तो इसके लिये बल का परिमाण है

($\alpha = 10^{-5}/^\circ C$ और $Y = 10^{11}\ N/m^2$)

[NCERT 1976; CPMT 1982, 91]

(a) $10^3 N$ (b) $10^4 N$

(c) $10^5 N$ (d) $10^9 N$

32. l लम्बाई तथा A अनुप्रस्थ परिच्छेद की लोहे की छड़ को 0°C से 100°C तक गर्म किया गया है। यदि इस छड़ को इस प्रकार रखा जाता है कि इसकी लम्बाई को बढ़ने नहीं दिया जाता है, तो इसमें उत्पन्न बल F समानुपाती रहता है [NCERT 1976]

(a) l के (b) l^{-1} के

(c) A के (d) A^{-1} के

33. एक एल्युमीनियम की छड़ (यंग प्रत्यास्थता गुणांक 7.0×10^9 न्यूटन/मी²) 0.2% विकृति से टूट जाती है। 10^4 न्यूटन के भार को लटकाने से न टूटने के लिये छड़ की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल कम से कम होना चाहिए [MP PMT 1991]

(a) $1\times10^{-2}\,m^2$ (b) $1.4\times10^{-3}\,m^2$

(c) $3.5\times10^{-3}\,m^2$ (d) $7.1\times10^{-4}\,m^2$

34. तांबे के ऐसे दो तार जिनकी लम्बाई और अर्द्धव्यास (त्रिज्या) का अनुपात क्रमशः 4:1 तथा 1:4 है। दोनों तारों पर समान बल आरोपित किया जाता है। दोनों तारों में उत्पन्न अनुदैर्ध्य विकृति की निष्पत्ति है

(a) 1 : 16 (b) 16 : 1

(c) 1 : 64 (d) 64 : 1

35. एक ऊर्ध्वाधर, 600.5 सेमी लम्बे तथा 1 वर्ग मिमी अनुप्रस्थ काट तार क्षेत्रफल के तार पर 200 kg द्रव्यमान लटकाया गया है। जब भार हटा लिया जाता है तो तार की लम्बाई में 0.5 सेमी कमी होती है। तार के पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक का मान है

(a) $2.35\times10^{12}\ N/m^2$ (b) $1.35\times10^{10}\ N/m^2$

(c) $13.5\times10^{11}\ N/m^2$ (d) $23.5\times10^{9}\ N/m^2$

36. स्टील के तार की लम्बाई में 9 किग्रा भार लटकाने पर 4.5 मिमी की वृद्धि होती है। तार का बल नियतांक है

(a) $0.49\times10^4\ N/m$ (b) $1.96\times10^4\ N/m$

(c) $4.9\times10^4\ N/m$ (d) $0.196\times10^4\ N/m$

37. एक ही पदार्थ के दो 4 मी लम्बे तारों के व्यास का अनुपात $n:1$ है। समान भार आरोपित करने पर पतले तार की लम्बाई में वृद्धि होती है

(a) n^2 गुना (b) n गुना

(c) $2n$ गुना (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

38. एक धातु के तार पर 1 किग्रा/वर्ग मिमी का अनुदैर्ध्य प्रतिबल आरोपित किया गया है। तार की लम्बाई में प्रतिशत वृद्धि होगी ($Y = 10^{11}\ N/m^2$)

(a) 0.002 (b) 0.001

(c) 0.003 (d) 0.01

39. एक स्टील के तार को एक निश्चित भार से खींचा जाता है। यदि तार के पदार्थ का यंग मापांक Y है तथा Y का मान कम करना है, तो

(a) त्रिज्या कम करनी होगी (b) त्रिज्या बढ़ानी होगी

(c) लम्बाई बढ़ाना होगी (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

40. किसी धातु के परमाणुओं के मध्य की दूरी 3×10^{-10} मी है एवं अन्तरा-परमाण्विक बल नियतांक 3.6×10^{-9} न्यूटन/Å है, तो धातु का यंग मापांक न्यूटन/मी^{2} में है

(a) 1.2×10^{11} (b) 4.2×10^{11}

(c) 10.8×10^{-19} (d) 2.4×10^{10}

41. लोहे और रबर की सर्वप्रकार समान दो तार समान भार द्वारा खींचीं जाती हैं, तो लोहे में परमाणु होंगे [DPMT 1999]

(a) रबर के समान (b) रबर की अपेक्षा कम

(c) रबर की अपेक्षा अधिक (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

42. किसी तार का बल नियतांक निर्भर नहीं करता है

(a) पदार्थ की प्रकृति पर (b) त्रिज्या पर

(c) लम्बाई पर (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

43. इन्वार (Invar) पदार्थ की प्रत्यास्थता ताप के साथ

(a) बढ़ती है (b) घटती है

(c) निर्भर नहीं करती (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

44. प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव किसके लिये अधिकतम होता है

(a) काँच (b) क्वार्ट्ज

(c) रबर (d) धातु

45. चल कुण्डली धारामापी में क्वार्ट्ज के तार का उपयोग करते हैं, क्योंकि

(a) यह विद्युत का सुचालक है (b) प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव नगण्य है

(c) यंग मापांक अत्यधिक है (d) प्रत्यास्थता सीमा नहीं होती है

46. 2 मी लम्बे और 10^{-2} सेमी^{2} अनुप्रस्थ क्षेत्रफल के तार के एक सिरे पर 200 न्यूटन का बल अरोपित किया गया है। तार का दूसरा सिरा दृढ़ आधार से कसा हुआ है। तार के पदार्थ का $\alpha = 8 \times 10^{-6}/°C$ एवं $Y = 2.2 \times 10^{11}\ N/m^2$ है। यदि तार के ताप में $5°C$ की वृद्धि की जाती है तो तार के तनाव में वृद्धि है

(a) 4.2 न्यूटन (b) 4.4 न्यूटन

(c) 2.4 न्यूटन (d) 8.8 न्यूटन

47. ठोस और द्रवों की अपेक्षा गैस में होती है

(a) आयतन प्रत्यास्थता न्यूनतम (b) आयतन प्रत्यास्थता अधिकतम

(c) यंग मापांक अधिकतम (d) दृढ़ता गुणांक अधिकतम

48. एक तार की ल्म्बाई 1.0 मी एवं अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 1.0×10^{-2} वर्ग सेमी है। तार की लम्बाई 0.2 सेमी बढ़ाने के लिये आवश्यक कार्य 0.4 जूल है, तार के पदार्थ का यंग मापांक है

(a) 2.0×10^{10} न्यूटन/मी^{2}

(b) 4.0×10^{10} न्यूटन/मी^{2}

(c) 2.0×10^{11} न्यूटन/मी^{2}

(d) 4.0×10^{11} न्यूटन/मी^{2}

49. वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी आकृत्ति, आयतन अथवा लम्बाई में परिवर्तन का विरोध करती है, कहलाता है

(a) अन्तराणविक प्रतिकर्षण (b) अन्तराणविक रचना

(c) श्यानता (d) प्रत्यास्थता

50. यदि चांदी के लिये $Y = 7.25 \times 10^{10}\ N/m^2$ तथा $K = 11 \times 10^{10}$ N/m^2 है, तो प्वॉइसन निष्पत्ति का मान है

(a) – 1 (b) 0.5

(c) 0.39 (d) 0.25

51. अनुदैर्ध्य विकृति केवल सम्भव है

(a) गैस में (b) तरल में

(c) ठोस में (d) द्रव में

52. किसी पदार्थ के घनत्व में वृद्धि होने पर यंग मापांक का मान

(a) बढ़ जाता है

(b) कम हो जाता है

(c) पहले बढ़ता है तथा फिर कम होता है

(d) पहले कम होता है तथा फिर बढ़ता है

53. एक रबर का यंग प्रत्यास्थता गुणांक 10^4 न्यूटन/मी^{2} एवं अनुप्रस्थ क्षेत्रफल 2 सेमी^{2} है। यदि उस पर 2×10^5 डाइन का बल लगाया जाता है, तो उसकी लम्बाई प्रारम्भिक लम्बाई L से कितना गुनी हो जाती है

(a) $3L$ (b) $4L$

(c) $2L$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

54. किसी गैस की प्रत्यास्थता सीमा

(a) होती है (b) सिर्फ परमशून्य ताप पर होती है

(c) आदर्श गैस की होती है (d) नहीं होती है

55. यदि किसी पदार्थ के यंग प्रत्यास्थता गुणांक का मान शून्य है, तो पदार्थ की अवस्था होना चाहिए

(a) ठोस (b) ठोस परन्तु चूर्ण

(c) गैस (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

56. द्रव के लिये प्वॉइसन निष्पत्ति का मान नहीं होता है, क्योंकि द्रवों का

(a) आकार निश्चित नहीं है

(b) आयतन अधिक रहता है

(c) ठोस की तुलना में घनत्व कम होता है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

57. एक तार जिसकी लम्बाई L तथा त्रिज्या r हैं, एक सिरे पर दृढ़ता से बँधा है। तार के दूसरे सिरे को बल F से खींचने पर तार की लम्बाई में वृद्धि l होती है। इसी पदार्थ के एक दूसरे तार को, जिसकी लम्बाई $2L$ तथा त्रिज्या $2r$ हैं, बल $2F$ से खींचने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि होगी [NCERT 1980; AIIMS 1980; MP PET 1989, 92; MP PET/PMT 1988; MP PMT 1996, 2002; UPSEAT 2002]

(a) l (b) $2l$

(c) $\frac{l}{2}$ (d) $\frac{l}{4}$

58. स्टील के लिए त्रोटन बिन्दु पर यंग प्रत्यास्थता गुणांक तथा विकृति क्रमशः $2\times10^{11}\ Nm^{-2}$ तथा 0.15 है। अतः स्टील के लिए त्रोटन बिन्दु पर प्रतिबल होगा [MP PET 1990; MP PMT 1992; DPMT 2001]

(a) $1.33\times10^{11}\ Nm^{-2}$ (b) $1.33\times10^{12}\ Nm^{-2}$

(c) $7.5\times10^{-13}\ Nm^{-2}$ (d) $3\times10^{10}\ Nm^{-2}$

59. निम्न कथनों में से कौनसा कथन सही है [MP PET 1992]

(a) हुक का नियम प्रत्यास्थता सीमा के अन्दर ही लागू होता है

(b) किसी गैस के रुद्धोष्म तथा समताप प्रत्यास्थता गुणांक समान होते हैं

(c) यंग का प्रत्यास्थता गुणांक विमाहीन होता है

(d) प्रतिबल तथा विकृति का गुणनफल संचित ऊर्जा के बराबर होता है

60. इस्पात के एक तार को उसकी लम्बाई से 1.1 गुना खींचना है। तार का अनुप्रस्थ काट 1 वर्ग सेमी है तथा यंग का गुणांक $2\times10^{11}\ Nm^{-2}$ है, इसके लिए बल की आवश्यकता होगी [MP PET 1992]

(a) $2\times10^{6}\ N$ (b) $2\times10^{3}\ N$

(c) $2\times10^{-6}\ N$ (d) $2\times10^{-7}\ N$

61. निम्नलिखित पदार्थों में से कौनसा अधिकतम प्रत्यास्थ होता है [MP PMT 1992; RPMT 1999; RPET 2000; MH CET 2001]

(a) रबर (b) काँच

(c) स्टील (d) ताँबा

62. निम्नलिखित में से कौनसी राशि का मात्रक बल प्रति इकाई क्षेत्रफल का मात्रक नहीं है [MP PMT 1992]

(a) प्रतिबल (b) विकृति

(c) यंग प्रत्यास्थता गुणांक (d) दाब

63. एक ताँबे का तार और एक स्टील का तार, जिनकी लम्बाई तथा त्रिज्या बराबर है, जोड़ा जाता है तथा एक बल का प्रयोग करने पर दोनों तारों की संयुक्त लम्बाई में 1 सेमी की वृद्धि होती है। दोनों तारों में होगा [MP PMT 1992]

(a) अलग-अलग प्रतिबल तथा विकृति

(b) एक समान प्रतिबल तथा विकृति

(c) एक समान विकृति परन्तु अलग-अलग प्रतिबल

(d) एक समान प्रतिबल परन्तु अलग-अलग विकृति

64. r त्रिज्या व A अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल वाली एक स्टील की वलय को R त्रिज्या की लकडी की एक डिस्क ($R > r$) में फिट किया गया है। यदि यंग गुणांक E है, तो वह बल जिससे इस स्टील की वलय में प्रसार होगा, है [EAMCET 1986]

(a) $AE\frac{R}{r}$ (b) $AE\left(\frac{R-r}{r}\right)$

(c) $\frac{E}{A}\left(\frac{R-r}{A}\right)$ (d) $\frac{Er}{AR}$

65. एक तार में 1mm का प्रसार होता है जब इस पर बल लगाया जाता है। एक समान पदार्थ एवं लम्बाई के अन्य तार पर जिसकी त्रिज्या पहले वाले तार से आधी है, पहले तार से दो गुना बल आरोपित किया जाता है, तो (mm में) लम्बाई में वृद्धि होगी [EAMCET 1986]

(a) 8 (b) 4

(c) 2 (d) 1

66. एक ही पदार्थ के दो तारों की लम्बाइयों का अनुपात 1 : 2 है तथा उनकी त्रिज्याओं का अनुपात $1:\sqrt{2}$ है। यदि उन्हें समान बल लगाकर खींचा जाये तो उनकी लम्बाइयों में वृद्धि का अनुपात होगा [MP PET 1994]

(a) $2:\sqrt{2}$ (b) $\sqrt{2}:2$

(c) 1 : 1 (d) 1 : 2

67. 3 मीटर लम्बे तथा 0.4 मिमी व्यास वाले ताँबे के तार से जब 10 किग्रा भार लटकाया जाता है तो उसकी लम्बाई में 2.4 सेमी की वृद्धि हो जाती है। यदि इस तार का व्यास दो गुना कर दिया जाए तो लम्बाई में वृद्धि होगी [MP PMT 1994]

(a) 9.6 सेमी (b) 4.8 सेमी

(c) 1.2 सेमी (d) 0.6 सेमी

68. 10^3 न्यूटन का बल एक लटके हुए तार की लम्बाई को 1 मिलीमीटर बढ़ा देता है। उसी पदार्थ तथा लम्बाई परन्तु चार गुना व्यास वाले तार की लम्बाई 1 मिलीमीटर बढ़ाने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी [MP PMT 1995]

(a) 4×10^{3} न्यूटन (b) 16×10^{3} न्यूटन

(c) $\frac{1}{4}\times10^{3}$ न्यूटन (d) $\frac{1}{16}\times10^{3}$ न्यूटन

69. एक ही धातु के दो तार A तथा B जिनकी त्रिज्याओं तथा लम्बाईयों का अनुपात क्रमशः 2 : 1 व 4 : 1 है। उस अनुदैर्ध्य बल का अनुपात जो दोनों तारों की लम्बाई में समान वृद्धि कर सके, होगा

(a) 1 : 1 (b) 2 : 1

(c) 1 : 4 (d) 1 : 2

70. रबर का घनत्व d है। एक रबर की मोटी रस्सी, जिसकी लम्बाई L तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है, को लटकाने पर उसमें अपने ही भार के कारण लम्बाई में वृद्धि होती है। यह वृद्धि समानुपाती है

(a) dL (b) Ad/L

(c) Ad/L^2 (d) dL^2

71. गैस की दो विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात C_p/C_v आर्गन गैस के लिए 1.6 तथा हाइड्रोजन के लिए 1.4 है। आर्गन की रुद्धोष्म प्रत्यास्थता का मान दाब P पर E है। जिस दाब पर हाइड्रोजन की रुद्धोष्म प्रत्यास्थता भी E होगी, वह है

(a) P (b) $\frac{8}{7}P$

(c) $\frac{7}{8}P$ (d) $1.4\ P$

72. एक प्रत्यास्थ पदार्थ के लिये γ, η तथा *K* के बीच सम्बन्ध है

(a) $\frac{1}{\eta}=\frac{1}{3\gamma}+\frac{1}{9K}$ (b) $\frac{1}{K}=\frac{1}{3\gamma}+\frac{1}{9\eta}$

(c) $\frac{1}{\gamma}=\frac{1}{3K}+\frac{1}{9\eta}$ (d) $\frac{1}{\gamma}=\frac{1}{3\eta}+\frac{1}{9K}$

73. लोहे के निश्चित आयतन से *L* लम्बाई का एक तार बनाया गया है; एक निश्चित *F* बल से इस तार की लम्बाई में उत्पन्न विस्तार *x* निम्नलिखित में किसके समानुपाती होगा **[MP PMT 1999]**

(a) $\frac{1}{L^2}$ (b) $\frac{1}{L}$

(c) L^2 (d) L

74. एक तार को, जिसकी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 3 मि.मी^{2} है, दो बिन्दुओं के मध्य 20°*C* ताप पर खींच कर बांधा गया है। यदि तापक्रम में 10°*C* की कमी होती है तो तार में उत्पन्न तनाव क्या होगा जबकि तार का रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = 10^{-5}$ प्रति डिग्री सेन्टीग्रेड तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक $Y = 2\times10^{11}$ न्यूटन/मी^{2} है

(a) 20 न्यूटन (b) 30 न्यूटन

(c) 60 न्यूटन (d) 120 न्यूटन

75. शुद्ध समय ज्ञात करने के लिये घड़ियों में प्रयुक्त बैलेंस व्हील (Balance wheel) का पदार्थ होना चाहिये **[EAMCET 1994]**

(a) इन्वार (b) स्टेनलेस स्टील

(c) टंगस्टन (d) प्लेटीनम

76. किसी तार को बल *F* द्वारा 0.01 मीटर तक खींचा जाता है समान पदार्थ के अन्य तार, जिसका व्यास तथा लम्बाई पहले वाले की दो गुनी है, को समान बल लगाकर खींचने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि होगी **[EAMCET (Engg.) 1995; CPMT 2001]**

(a) 0.005 *m* (b) 0.01 *m*

(c) 0.02 *m* (d) 0.002 *m*

77. पाइसन निष्पत्ति का सम्भव मान होगा **[EAMCET (Med.) 1995]**

(a) 1 (b) 0.9

(c) 0.8 (d) 0.4

78. पीतल तथा स्टील की छड़ों के रेखीय प्रसार गुणांक α_1 तथा α_2 हैं। यदि पीतल की छड़ की लम्बाई l_1 तथा स्टील की छड़ की लम्बाई l_2 तथा तापक्रम $0°C$ है। तब किसी ताप पर उनकी लम्बाईयों में अंतर $l_2 - l_1$ समान होगा यदि

[EAMCET (Med.) 1995]

(a) $\alpha_1 l_2 = \alpha_2 l_1$ (b) $\alpha_1 l_2^2 = \alpha_2 l_1^2$

(c) $\alpha_1^2 l_1 = \alpha_2^2 l_2$ (d) $\alpha_1 l_1 = \alpha_2 l_2$

79. किसी छड़ को 20°*C* ताप पर दो बिन्दुओं के मध्य खींचकर बाँधा गया है। छड़ के पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक 1.1×10^{-5} प्रति °*C* तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक 1.2×10^{11} न्यूटन/मी^{2} है। छड़ में उत्पन्न प्रतिबल कितना होगा जब छड़ का ताप 10°*C* हो जाता है

(a) 1.32×10^{7} न्यूटन/मी^{2} (b) 1.10×10^{15} न्यूटन/मी^{2}

(c) 1.32×10^{8} न्यूटन/मी^{2} (d) 1.10×10^{6} न्यूटन/मी^{2}

80. तार पर भार लटकाने से इसकी लम्बाई 3 मिमी बढ़ जाती है। समान लम्बाई तथा समान पदार्थ के एक अन्य तार जिसकी त्रिज्या पहले वाले की आधी है, पर समान भार लटकाने पर लम्बाई में वृद्धि होगी **[CMEET Bihar 1995]**

(a) 12 मिमी (b) 0.75 मिमी

(c) 15 मिमी (d) 6 मिमी

81. एक रबर के पाइप को दृढ़ आधार से लटकाया गया है, इसमें स्वयं के भार के कारण लम्बाई में कितनी वृद्धि होगी यदि पदार्थ का घनत्व 1.5×10^3 किग्रा/मी^{3}, यंग प्रत्यास्थता गुणांक 5×10^6 न्यूटन/मी^{2} तथा पाइप की लम्बाई 8 मीटर हो **[RPET 1996]**

(a) 9.6 मीटर (b) 9.6×10^3 मीटर

(c) 19.2×10^{-2} मीटर (d) 9.6×10^{-2} मीटर

82. निम्न में से किस स्थिति में तार की लम्बाई में अधिकतम वृद्धि होगी यदि तारों पर समान बल लगाकर खींचा जाए **[AFMC 1997]**

(a) *L* = 500 सेमी, *d* = 0.05 मिमी

(b) L = 200 सेमी, *d* = 0.02 मिमी

(c) L = 300 सेमी, *d* = 0.03 मिमी **[EAMCET 1994]**

(d) *L* = 400 सेमी, *d* = 0.01 मिमी

83. यदि स्प्रिंग की लम्बाई में *l* वृद्धि हो तब हुक के नियमानुसार

[CPMT 1997]

(a) $F = kl$ (b) $F = \frac{k}{l}$

(c) $F = k^2 l$ (d) $F = \frac{k^2}{l}$

84. निम्नलिखित में से किसके कारण पदार्थ की प्रत्यास्थता प्रभावित होती है **[AIIMS 1999]**

(a) पीटने एवं तापानुशीतन (एनीलिंग) से

(b) ताप परिवर्तन से

(c) पदार्थ में अशुद्धि से

(d) उपरोक्त सभी

85. 2 मीटर लम्बी एवं 50 मिलीमीटर अनुप्रस्थ काट वाली एक लोहे की छड़ के निचले सिरे से जब 250 किलोग्राम के द्रव्यमान को लटकाया जाता है तो इसकी लम्बाई में 0.5 मिलीमीटर की वृद्धि हो जाती है। लोहे की छड़ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक है

[AFMC 1999]

(a) $19.6\times10^{10}\ N/m^2$ (b) $19.6\times10^{15}\ N/m^2$

(c) $19.6\times10^{18}\ N/m^2$ (d) $19.6\times10^{20}\ N/m^2$

86. ठोसों में अन्तराणविक बल है **[DCE 1999]**

(a) पूर्णतः प्रतिकर्षी (b) पूर्णतः आकर्षी

(c) *a* और *b* दोनों का संयोजन (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

87. *r* त्रिज्या एवं *L* लम्बाई वाले **[RPET 1997]** एक तार पर *F* बल आरोपित करने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि *l* है। समान पदार्थ के अन्य तार जिसकी त्रिज्या 2*r* एवं लम्बाई 2*L* है, पर समान बल *F* आरोपित करने पर इस तार की लम्बाई में वृद्धि होगी **[RPMT 1999]**

(a) *l* (b) 2*l*

(c) *l*/2 (d) 4*l*

88. प्रत्यास्थता गुणांक विमीय रूप से तुल्य है **[MH CET 1999]**

(a) पृष्ठ तनाव के (b) प्रतिबल के
(c) विकृति के (d) इनमें से कोई नहीं

89. प्रत्यास्थता सीमा के अन्तर्गत, प्रतिबल है [MH CET 1999; KCET 1999]

(a) विकृति के व्युत्क्रमानुपाती (b) विकृति के अनुक्रमानुपाती
(c) विकृति का वर्ग मूल (d) विकृति से स्वतंत्र

90. 1 मीटर लम्बे एवं 1 मिलीमीटर² अनुप्रस्थ काट वाले लोहे के तार को दृढ़ आधार से लटकाया गया है। जब इससे 1 किलोग्राम भार को लटकाया जाता है तब इसकी लम्बाई में परिवर्तन होगा $(Y = 2\times10^{11}\,N/m^2)$ [RPMT 2000]

(a) 0.5 मिली मीटर (b) 0.25 मिली मीटर
(c) 0.05 मिली मीटर (d) 5 मिली मीटर

91. एक धागे पर, जिसकी त्रिज्या r है, भार W आरोपित करने पर इसकी लम्बाई में 1 मिली मीटर की वृद्धि होती है। अब यदि भार को 4 W एवं त्रिज्या को 2 r कर दिया जाये तथा अन्य राशियाँ नियत रहें तो लम्बाई में वृद्धि होगी [RPET 2000]

(a) 4 मिली मीटर (b) 16 मिली मीटर
(c) 1 मिली मीटर (d) 0.25 मिली मीटर

92. यंग प्रत्यास्थता गुणांक का मात्रक है [CPMT 2000; KCET 2000]

(a) $N-m^{-1}$ (b) $N\text{-}m$
(c) $N-m^{-2}$ (d) $N\text{-}m^2$

93. दो एकसमान तारों को समान भार से भारित करने पर इनकी लम्बाईयों में वृद्धि क्रमशः 0.1 मिलीमीटर एवं 0.05 मिलीमीटर है। यदि प्रथम तार का अनुप्रस्थ काट 4 मिली मीटर² हो तो दूसरे तार का अनुप्रस्थ काट होगा [CPMT 2000; Pb. PET 2002]

(a) 6 मिली मीटर² (b) 8 मिली मीटर²
(c) 10 मिली मीटर² (d) 12 मिली मीटर²

94. 3 मिलीमीटर व्यास का 5 मीटर लम्बा ऐल्यूमीनियम तार $(Y = 7\times10^{10}\,Nm^{-2})$ 40 किलोग्राम द्रव्यमान को लटकाये हुये है। समान लम्बाई के तांबे के तार $(Y = 12\times10^{10}\,Nm^{-2})$ में समान भार से वही लम्बाई वृद्धि प्राप्त करने के लिए, इसका व्यास (मिलीमीटर में) होना चाहिए [AMU 2000]

(a) 1.75 (b) 1.5
(c) 2.5 (d) 5.0

95. 0.6 मिलीमीटर व्यास वाले पीतल के तार की लम्बाई में 0.2% की वृद्धि करने के लिए आवश्यक बल है (पीतल के लिए यंग प्रत्यास्थता गुणांक $= 0.9\times10^{11}\,N/m^2$) [MP PMT 2000]

(a) लगभग 17 N (b) लगभग 34 N
(c) लगभग 51 N (d) लगभग 68 N

96. $20\times10^8\,N/m^2$ का एक प्रतिबल लगाने पर एक पूर्णतः प्रत्यास्थ तार की लम्बाई दो गुनी हो जाती है। इसका यंग प्रत्यास्थता गुणांक होगा [MP PET 2000]

(a) $40\times10^8\,N/m^2$ (b) $20\times10^8\,N/m^2$
(c) $10\times10^8\,N/m^2$ (d) $5\times10^8\,N/m^2$

97. जब r त्रिज्या वाले एकसमान तार को 2 किलोग्राम भार से खींचा जाता है तो इसकी लम्बाई में वृद्धि 2.00 मिली मीटर है। यदि किसी तार की त्रिज्या $r/2$ हो तथा अन्य राशियाँ नियत रहें तो इसकी लम्बाई में वृद्धि होगी [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) 2.00 मिलीमीटर (b) 4.00 मिलीमीटर
(c) 6.00 मिलीमीटर (d) 8.00 मिलीमीटर

98. जब तनाव 4 N है, तब एक प्रत्यास्थ डोरी की लम्बाई a मीटर है तथा जब तनाव 5 N है तब लम्बाई b मीटर है। जब तनाव 9 N है, तब डोरी की लम्बाई होगी (मीटर में) [EAMCET 2001]

(a) $a-b$ (b) $5b-4a$
(c) $2b-\frac{1}{4}a$ (d) $4a-3b$

99. प्रतिबल व विकृति का अनुपात तुल्य है [RPET 2001]

(a) प्रत्यास्थता गुणांक के (b) पॉइसन निष्पति के
(c) रेनॉल्ड संख्या के (d) फुण्ड संख्या के

100. सही सम्बन्ध है [RPET 2001]

(a) $Y < \sigma$ (b) $Y > \sigma$
(c) $Y = \sigma$ (d) $\sigma = +1$

101. स्टील के एक तार में परमाणुओं के बीच की दूरी 3.0 $\mathring{A}$ है एवं स्टील के लिए यंग प्रत्यास्थता गुणांक $Y_{\text{स्टील}} = 20\times10^{10}\,N/m^2$ है तब बल-नियतांक होगा [RPET 2001]

(a) $6\times10^{-2}\,N/\mathring{A}$ (b) $6\times10^{-9}\,N/\mathring{A}$
(c) $4\times10^{-5}\,N/\mathring{A}$ (d) $6\times10^{-5}\,N/\mathring{A}$

102. 4.0 मीटर लम्बे एवं 1.2 सेमी² अनुप्रस्थ काट वाले ताँबे के तार को $4.8\times10^3\,N$ के बल से खींचा जाता है। यदि ताँबे का यंग गुणांक 1.2×10^{11} N/मीटर² हो तो तार की लम्बाई में वृद्धि होगी [MP PET 2001]

(a) 1.33 मिलीमीटर (b) 1.33 सेमी
(c) 2.66 मिलीमीटर (d) 2.66 सेमी

103. L लम्बाई तथा A परिच्छेद क्षेत्रफल वाली एक धातु की छड़ को दृढ़ आधारों के बीच कस दिया जाता है। इसके पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक Y तथा रेखीय प्रसार गुणांक α है। यदि छड़ का ताप $\Delta t°C$ बढ़ा दें तो आधारों पर छड़ द्वारा आरोपित बल होगा [MP PMT 2001]

(a) $Y A L \Delta t$ (b) $Y A \alpha \Delta t$
(c) $\frac{YL\alpha\Delta t}{A}$ (d) $Y\alpha A L \Delta t$

104. प्रत्यास्थता के ''हुक के नियम'' के अनुसार यदि प्रतिबल को बढ़ा दिया जाये तो प्रतिबल व विकृति का अनुपात [KCET 2000 AIIMS 2001]

(a) बढ़ता है (b) घटता है
(c) शून्य हो जाता है (d) नियत रहता है

105. एक पलड़े में कुछ भार रख कर इसे हल्की स्प्रिंग से लटकाया गया। जब इसे साम्यावस्था से विस्थापित किया जाता है, तो द्रव्यमान-स्प्रिंग निकाय 0.6 सैकण्ड के आवर्तकाल के साथ दोलन करता है। जब कुछ और भार पलड़े में रखा जाये तो आवर्तकाल 0.7 सैकण्ड हो जाता है। अतिरिक्त भार के कारण स्प्रिंग में प्रसार होगा लगभग [UPSEAT 2002]

(a) 1.38 सेमी (b) 3.5 सेमी

(c) 1.75 सेमी (d) 2.45 सेमी

106. एक तख्ते (Plank) को जिसका यंग प्रत्यास्थता गुणांक Y है, चिकने क्षैतिज तल पर एक नियत क्षैतिज बल F द्वारा चलाया जाता है। तख्ते का अनुप्रस्थ परिच्छेद A है। तख्ते पर बल की दिशा में सम्पीड़न विकृति है [Kerala PET 2002]

(a) F/AY (b) $2F/AY$

(c) $\frac{1}{2}(F/AY)$ (d) $3F/AY$

107. लोहे के परमाणुओं के बीच की माध्य दूरी 3×10^{-10} मीटर है एवं लोहे के लिए अन्तरापरमाण्विक नियतांक $7\,N/m$ है। लोहे के लिए यंग प्रत्यास्थता गुणांक है [JIPMER 2002]

(a) $2.33\times10^{5}\,N/m^2$ (b) $23.3\times10^{10}\,N/m^2$

(c) $233\times10^{10}\,N/m^2$ (d) $2.33\times10^{10}\,N/m^2$

108. समान पदार्थ के दो तार A तथा B हैं। उनकी लम्बाईयाँ 1 : 2 एवं व्यास 2 : 1 के अनुपात में हैं। जब इन्हें क्रमशः F_A व F_B बल द्वारा खींचा जाता है तो इनकी लम्बाईयों में वृद्धि समान होती है। F_A/F_B होना चाहिए [Orissa JEE 2002]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1

(c) 2 : 1 (d) 8 : 1

109. किसी तार के लिए त्रोटन प्रतिबल निर्भर करता है [AIIMS 2002]

(a) तार की लम्बाई पर

(b) तार की त्रिज्या पर

(c) तार के पदार्थ पर

(d) तार के अनुप्रस्थ काट की आकृति पर

110. स्टील के एक तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 0.1 सेमी^{2} है। इसकी लम्बाई दो गुनी करने के लिए आवश्यक बल होगा $(Y_{\text{स्टील}} = 2.0\times10^{11}\,N/m^2)$ [MP PET 2002]

(a) $2\times10^{12}\,N$ (b) $2\times10^{11}\,N$

(c) $2\times10^{10}\,N$ (d) $2\times10^{6}\,N$

111. रबर की डोरी से बनी एक गुलेल की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 25 मिलीमीटर^2 है एवं रबर की डोरी की लम्बाई 10 सेमी है। 5 ग्राम के एक कंकड़ को फेंकने के लिए इसे 5 सेमी तक खींचा जाता है, फिर छोड़ दिया जाता है। प्रक्षेपित कंकड़ का वेग है $(Y_{\text{रबर}} = 5\times10^{8}\,N/m^2)$ [CPMT 2002]

(a) $20\,ms^{-1}$ (b) $100\,ms^{-1}$

(c) $250\,ms^{-1}$ (d) $200\,ms^{-1}$

112. हुक के नियमानुसार बल निम्न के अनुक्रमानुपाती है [RPET 2003]

(a) $\frac{1}{x}$ (b) $\frac{1}{x^2}$

(c) x (d) x^2

113. यंग के एक प्रयोग में यदि तार की लम्बाई तथा त्रिज्या दोनों दो गुनी कर दी जायें तो Y का मान हो जायेगा [RPET 2003]

(a) 2 गुना (b) 4 गुना

(c) अपरिवर्तित रहता है (d) आधा

114. धातु के लिए पॉइसन अनुपात का न्यूनतम तथा अधिकतम मान निम्न के बीच रहता है [Orissa JEE 2003]

(a) $-\infty$ से $+\infty$ (b) 0 से 1

(c) $-\infty$ से 1 (d) 0 से 0.5

115. 1 मिलीमीटर व्यास का तार 1000 N के तनाव पर टूट जाता है। समान पदार्थ लेकिन 2 मिलीमीटर व्यास का अन्य तार कितने तनाव पर टूटेगा [Orissa JEE 2003]

(a) 500 N (b) 1000 N

(c) 10000 N (d) 4000 N

116. पूर्ण दृढ़ वस्तु के पदार्थ का यंग मापांक होता है [KCET 2003]

(a) शून्य (b) अनन्त

(c) $1\times10^{10}\,N/m^2$ (d) $10\times10^{10}\,N/m^2$

117. 2 मीटर लम्बा तार $10\,cm^3$ ताँबे से बनाया गया है। कोई बल F इस प्रकार लगाया जाता है कि इसकी लम्बाई 2 मिलीमीटर बढ़ जाये। 8 मीटर का एक अन्य तार समान आयतन के ताँबे से बना है। यदि इस पर F बल आरोपित किया जाये तो तार की लम्बाई में वृद्धि होगी [MP PET 2003]

(a) 0.8 सेमी (b) 1.6 सेमी

(c) 2.4 सेमी (d) 3.2 सेमी

118. एक तार, जिसमें अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 4 mm है, में किसी भार से लम्बाई में 0.1 mm वृद्धि होती है। समान पदार्थ से बने व समान लम्बाई के परन्तु 8 mm अनुप्रस्थ काट वाले तार में समान भार के कारण लम्बाई में वृद्धि होगी [Kerala PMT 2004]

(a) 0.05 mm (b) 0.10 mm

(c) 0.15 mm (d) 0.20 mm

(e) 0.25 mm

119. कोई वस्तु $10^6\,N/m^2$ के प्रतिबल से टूट जाती है। यदि वस्तु के पदार्थ का घनत्व $3\times10^3\,kg/m^3$ हो तो इस पदार्थ से बने तार की वह लम्बाई क्या होगी, जो उर्ध्वाधरः लटकाने पर यह अपने ही भार के कारण टूट जाये [DPMT 2004]

(a) 66.6 मी (b) 60.0 मी

(c) 33.3 मी (d) 30.0 मी

120. 10 m लम्बाई के रबर की डोरी को उर्ध्वाधरतः लटकाया है। इसमें अपने ही भार के कारण लम्बाई में वृद्धि होगी, (रबर का घनत्व 1500 kg/m^3, $Y = 5\times10^8\,N/m^2$, g = 10 m/s^2) [Pb. PET 2001]

(a) 15×10^{-4} मी (b) 7.5×10^{-4} मी

(c) 12×10^{-4} मी (d) 25×10^{-4} मी

121. पॉइसन निष्पत्ति का मान किसके मध्य रहता है [AIIMS 1985; MP PET 1986; DPMT 2002]

(a) -1 से $\frac{1}{2}$ (b) $-\frac{3}{4}$ से $-\frac{1}{2}$

(c) $-\frac{1}{2}$ से 1 (d) 1 से 2

122. पॉइसन अनुपात का मान नहीं हो सकता [EAMCET 1989]

(a) 0.7 (b) 0.2

(c) 0.1 (d) 0.5

123. किसी तार को खीचें जाने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि के कारण आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता है। तार के पदार्थ का पॉइसन अनुपात है [MH CET 2004]

(a) + 0.50 (b) – 0.50

(c) 0.25 (d) – 0.25

124. किसी पदार्थ का पॉइसन अनुपात 0.50 है। यदि इसकी एक समान छड़ में अनुदैर्ध्य विकृति 2×10^{-3} है, तो आयतन में प्रतिशत परिवर्तन है [EAMCET 1987]

(a) 0.6 (b) 0.4

(c) 0.2 (d) शून्य

125. चार समरूप छड़ों को समान बल से खींचा जाता है। लम्बाई में अधिकतम वृद्धि किसमें होगी

(a) $L = 10 cm,\ D = 1 mm$ (b) $L = 100\ cm, D = 2mm$

(c) $L = 200\ cm, D = 3mm$ (d) $L = 300\ cm, D = 4\ mm$

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक

1. किसी गैस की समतापीय प्रत्यास्थता तुल्य होती है [CPMT 1981; MP PMT 2004]

(a) घनत्व के (b) आयतन के

(c) दाब के (d) विशिष्ट ऊष्मा के

2. किसी गैस की रुद्धोष्म प्रत्यास्थता, तुल्य होती है [CPMT 1982]

(a) $\gamma \times$ घनत्व (b) $\gamma \times$ आयतन

(c) $\gamma \times$ दाब (d) $\gamma \times$ विशिष्ट ऊष्मा

3. यदि एक आदर्श गैस की स्थिर दाब तथा स्थिर आयतन पर विशिष्ट ऊष्माएँ क्रमशः C_p तथा C_v हों तथा इस गैस का रुद्धोष्म तथा समतापीय प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः E_ϕ तथा E_θ हों, तो E_ϕ तथा E_θ में अनुपात है [MP PMT 1989; MP PET 1992]

(a) C_v / C_p (b) C_p / C_v

(c) $C_p C_v$ (d) $1/C_p C_v$

4. वह प्रत्यास्थ गुणांक जो केवल तरल में उपयुक्त होता है, है [BCECE 2003]

(a) यंग गुणांक (b) अपरूपण गुणांक

(c) दृढ़ता गुणांक (d) आयतन प्रत्यास्थ गुणांक

5. किसी त्रिअणुक गैस की रुद्धोष्म तथा समतापीय प्रत्यास्थताओं का अनुपात होगा [MP PET 1991]

(a) 3/4 (b) 4/3

(c) 1 (d) 5/3

6. यदि किसी गैस की निश्चित मात्रा का आयतन बढ़ाकर चार गुना कर दिया जाता है, तापक्रम $27^o C$ से बढ़ाकर $127^o C$ कर दिया जाता है, तो गैस की प्रत्यास्थता हो जावेगी

(a) 4 गुनी (b) $\frac{1}{4}$ गुनी

(c) 3 गुनी (d) $\frac{1}{3}$ गुनी

7. पानी की सम्पीड्यता 4×10^{-5} प्रति एकांक वायुमण्डलीय दाब है। 100 वायुमण्डल दाब पर 100 घन सेन्टीमीटर पानी के आयतन में कमी होगी [MP PMT 1990]

(a) 0.4 घन सेमी (b) 4×10^{-5} घन सेमी

(c) 0.025 घन सेमी (d) 0.004 घन सेमी

8. रबर की एक गेंद को 200 मी गहरी झील की तली में ले जाने पर उसका आयतन 0.1% कम हो जाता है। यदि झील के पानी का घनत्व 1×10^3 किग्रा/मी^{3} हो, तो रबर का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक न्यूटन/मी^{2} में होगा [MP PMT 1991]

(a) 10^8 (b) 2×10^8

(c) 10^9 (d) 2×10^9

9. किसी पदार्थ की सम्पीड्यता होती है

(a) आयतन तथा दाब का गुणनफल

(b) दाब में परिवर्तन प्रति इकाई आयतन विकृति में परिवर्तन

(c) आयतन में आंशिक परिवर्तन प्रति इकाई दाब में परिवर्तन

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

10. एक गोलाकार गेंद पर जब 100 वायुमण्डलीय दाब लगाया जाता है तो उसका आयतन 0.01% सिकुड़ जाता है। गेंद के पदार्थ का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक डाइन/सेमी^{2} में है [MP PET 1985; DPMT 2002]

(a) 10×10^{12} (b) 100×10^{12}

(c) 1×10^{12} (d) 20×10^{12}

11. पदार्थ की तीनों अवस्थाओं में प्रत्यास्थता गुणांक हो सकता है

(a) यंग प्रत्यास्थता गुणांक (b) आयतन प्रत्यास्थता गुणांक

(c) दृढ़ता गुणांक (d) पॉइसन निष्पत्ति

12. बल्क मापांक सबसे पहले परिभाषित किया गया था [CPMT 1987]

(a) यंग द्वारा (b) बल्क द्वारा

(c) मैक्सवेल द्वारा (d) इनमें से कोई नहीं

13. किसी एकसमान घन पर आयतन प्रतिबल आरोपित करने पर इसकी प्रत्येक भुजा 1% घट जाती है। तब आयतन विकृति होगी [EAMCET (Engg.) 1995; DPMT 2000]

(a) 0.01 (b) 0.06

(c) 0.02 (d) 0.03

14. एक गेंद 200 मीटर गहरी झील के तली में पहुँचने पर आयतन में 0.1% की कमी दर्शाती है। गेंद के पदार्थ का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक होगा [AFMC 1997]

(a) 19.6×10^{8} न्यूटन/मी^{2} (b) 19.6×10^{-10} न्यूटन/मी^{2}

(c) 19.6×10^{10} न्यूटन/मी^{2} (d) 19.6×10^{-8} न्यूटन/मी^{2}

15. किसी गैस का वायुमण्डलीय दाब पर समतापीय आयतन प्रत्यास्थता गुणांक है [AIIMS 2000; KCET 1999; Pb. PMT 2003]

(a) Hg के 1 मिली मीटर लम्बाई के तुल्य

(b) Hg के 13.6 मिली मीटर लम्बाई के तुल्य

(c) $1.013\times10^5\ N/m^2$

(d) $2.026\times10^5\ N/m^2$

16. किसी गैस के समतापीय प्रत्यास्थता गुणांक E_θ तथा रुद्धोष्म प्रत्यास्थता गुणांक E_ϕ में सम्बन्ध है $(\gamma = C_p/C_v)$ [MP PET 2000]

(a) $E_\theta = \gamma E_\phi$ (b) $E_\phi = \gamma E_\theta$

(c) $E_\theta = \gamma / E_\phi$ (d) $E_\theta = \gamma^2 E_\phi$

17. नियत तापक्रम पर आदर्श गैस के आयतन मापांक का मान होता है [MP PMT 2004]

(a) अपने आयतन V के बराबर
(b) $P/2$ के बराबर
(c) दाब P के बराबर
(d) निर्धारित नहीं किया जा सकता

18. किसी असंपीड्य द्रव के लिए आयतन मापांक का मान होता है [BHU 2004]

(a) शून्य (b) इकाई
(c) अनन्त (d) शून्य एवं एक के बीच

19. एक घन के चारों ओर $t^\circ C$ पर आरोपित दाब P है। घन के ताप में कितनी वृद्धि की जानी चाहिये कि आयतन पूर्ववत् रहे। घन का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक β तथा आयतन प्रसार गुणांक α है

(a) $\frac{P}{\alpha\beta}$ (b) $\frac{P\alpha}{\beta}$
(c) $\frac{P\beta}{\alpha}$ (d) $\frac{\alpha\beta}{P}$

20. किसी माध्यम के तापक्रम को नियत रखते हुए आयतन में 10% परिवर्तन तथा दाब को 1.01×10^5 Pa से परिवर्तित कर 1.165×10^5 Pa किया जाता है। माध्यम का आयतन मापांक होगा

(a) 204.8×10^5 Pa (b) 102.4×10^5 Pa
(c) 51.2×10^5 Pa (d) 1.55×10^5 Pa

21. किसी वस्तु के नियत हाइड्रोलिक (hydraulic) प्रतिबल के लिए इसके आयतन में भिन्नात्मक परिवर्तन $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)$ एवं इसके आयतन मापांक (B) में सम्बन्ध होता है

(a) $\frac{\Delta V}{V} \propto B$ (b) $\frac{\Delta V}{V} \propto \frac{1}{B}$
(c) $\frac{\Delta V}{V} \propto B^2$ (d) $\frac{\Delta V}{V} \propto B^{-2}$

दृढ़ता गुणांक

1. हीरे का दृढ़ता गुणांक

(a) बहुत कम होता है (b) सभी पदार्थों से अधिक होता है
(c) सभी पदार्थों से कम होता है (d) शून्य होता है

2. एक ही पदार्थ की दो छड़ों A तथा B की लम्बाइयों का अनुपात $1:2$ तथा त्रिज्याओं का अनुपात $2:1$ है, तो A तथा B के दृढ़ता गुणांकों का अनुपात होगा

(a) 4 : 1 (b) 16 : 1
(c) 8 : 1 (d) 1 : 1

3. किसी धातु के लिये कौनसा कथन सत्य है [DPMT 2001]

(a) $Y < \eta$ (b) $Y = \eta$
(c) $Y > \eta$ (d) $Y < 1/\eta$

4. निम्न में से कौनसा सम्बन्ध सही है [CPMT 1984]

(a) $3Y = K(1-\sigma)$ (b) $K = \frac{9\eta Y}{Y+\eta}$
(c) $\sigma = (6K+\eta)Y$ (d) $\sigma = \frac{0.5Y-\eta}{\eta}$

5. एक ही पदार्थ एवं समान लम्बाई की दो छड़ों A तथा B की त्रिज्यायें क्रमशः r_1 तथा r_2 हैं। जब इन्हें दृढ़ आधार पर एक सिरे से कसा जाता है तथा दूसरे सिरे पर समान बल आघूर्ण लगाया जाता है, तो A के सिरे पर ऐंठन कोण तथा B के सिरे पर ऐंठन कोण का अनुपात होगा [AIIMS 1980]

(a) $\frac{r_1^2}{r_2^2}$ (b) $\frac{r_2^2}{r_1^2}$
(c) $\frac{r_2^4}{r_1^4}$ (d) $\frac{r_1^4}{r_2^4}$

6. किसी सर्पिल स्प्रिंग को भार लटका कर खींचा जाता है, तो उत्पन्न विकृति होती है

(a) अपरूपण (b) अनुदैर्ध्य
(c) आयतन (d) पार्श्विक

7. यदि तार के पदार्थ का यंग मापांक 6×10^{12} न्यूटन/मी^{2} है एवं उसके पदार्थ में पार्श्विक विकृति नहीं है, तो उसका दृढ़ता गुणांक होगा

(a) 3×10^{12} न्यूटन/मी^{2} (b) 2.0×10^{12} न्यूटन/मी^{2}
(c) 10^{12} न्यूटन/मी^{2} (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

8. यदि किसी पदार्थ का यंग मापांक, उसके दृढ़ता मापांक के मान से तीन गुना हो, तो पदार्थ का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक का मान होगा

(a) शून्य (b) अनन्त
(c) 2.0×10^{10} न्यूटन/मी^{2} (d) 3.0×10^{10} न्यूटन/मी^{2}

9. किसी द्रव के लिए दृढ़ता गुणांक है [RPET 2000]

(a) अशून्य, नियत (b) अनन्त
(c) शून्य (d) कुछ नहीं कहा जा सकता

10. किसी दिये गये पदार्थ के लिए, यंग गुणांक, दृढ़ता गुणांक से 2.4 गुना है, तो पॉइसन अनुपात है [EAMCET 1990; RPET 2001]

(a) 2.4 (b) 1.2
(c) 0.4 (d) 0.2

11. 0.1 मीटर भुजा के एक एल्युमीनियम के घन पर 100 न्यूटन का अपरूपक बल लगाया जाता है। इसका ऊपरी फलक निचले फलक की तुलना में 0.02 सेमी विस्थापित हो जाता है। अपरूपण विकृति होगी

(a) 0.02 (b) 0.1
(c) 0.005 (d) 0.002

12. नियमित आकर के किसी पिण्ड की आकृति में परिवर्तन का कारण है [EAMCET 1980]

(a) आयतन प्रतिबल (b) अपरूपण विकृति
(c) अनुदैर्ध्य विकृति (d) धात्विक विकृति

13. एक घन का नीचे का फलक स्थिर है एवं ऊपरी सतह पर 30° कोण पर बल लगाया जाता है, तो उसमें किस प्रकार का परिवर्तन हो सकता है

(a) आकृति (b) आकार

(c) कोई नहीं (d) आकार एवं आकृति

14. 100 सेमी लम्बे एवं 4 मिमी त्रिज्या के एक तार का उपरी सिरा किसी दृढ़ आधार से कस दिया जाता है एवं दूसरे सिरे को 30° कोण से ऐंठा जाता है, तो इसका अपरूपण कोण है

[NCERT 1990; MP PMT 1996]

(a) 12° (b) 0.12°

(c) 1.2° (d) 0.012°

15. गलत कथन है [MP PMT 2003]

(a) आण्विक परतों को सम्पीड़ित अथवा विस्तार करने की तुलना में इन्हें एक-दूसरे पर सरकाना अधिक आसान होता है

(b) आयतन प्रत्यास्थता गुणांक का व्युत्क्रम संपीड्यता होता है

(c) एक छोटी छड़ की तुलना में एक लम्बी छड़ को मरोड़ना अधिक कठिन होता है

(d) समान लम्बाई और समान द्रव्यमान की एक खोखली छड़ ठोस छड़ की तुलना में अधिक मजबूत होती है

16. 2 मीटर लम्बी तथा 1 सेमी त्रिज्या की छड़ को, जो कि एक सिरे पर दृढ़ आधार से बंधी है, इसके निचले सिरे पर 0.8 रेडियन कोण से ऐंठा जाता है। उत्पन्न होने वाली अपरूपण विकृति होगी

[RPET 1997]

(a) 0.002 (b) 0.004

(c) 0.008 (d) 0.016

17. l लम्बाई तथा r त्रिज्या वाली छड़ को एक अन्य समान पदार्थ परन्तु $l/2$ लम्बाई तथा $r/2$ त्रिज्या वाली छड़ से जोड़ दिया गया है। छोटी छड़ के मुक्त सिरे को दृढ़ आधार से कस दिया गया है तथा लम्बी छड़ के मुक्त सिरे को θ° कोण से ऐंठा जाता है, तो संयोजन बिन्दु पर ऐंठन कोण होगा [RPET 1997]

(a) $\theta/4$ (b) $\theta/2$

(c) $5\theta/6$ (d) $8\theta/9$

18. अपरूपण विकृति के कारण परिवर्तन होता है

[RPET 2002; BCECE 2001, 04]

(a) लम्बाई में (b) चौड़ाई में

(c) आकृति में (d) आयतन में

तार को खींचने में किया गया कार्य

1. यदि किसी स्प्रिंग को 2 सेमी खींचने पर उसकी स्थितिज ऊर्जा V है, तो उसे 10 सेमी खींचने पर उसकी स्थितिज ऊर्जा होगी

[CPMT 1976]

(a) $V/25$ (b) $5V$

(c) $V/5$ (d) $25V$

2. एक प्रत्यास्थ तार के लिये प्रति एकांक आयतन में सम्पन्न कार्य है अथवा तने हुये तार में प्रत्यास्थ ऊर्जा है

[NCERT 1981; EAMCET (Med.) 1995; MNR 1981; MP PET 1984; RPMT 1999; DCE 2003]

(a) (प्रतिबल × विकृति) (b) $\frac{1}{2}$ (प्रतिबल × विकृति)

(c) 2(प्रतिबल × विकृति) (d) प्रतिबल / विकृति

3. यदि एक तार पर Mg भार लटकाने से लम्बाई में वृद्धि l हो जाती है तो सम्पन्न कार्य की गणना करो

[CPMT 1999; DCE 1999, 2001; Pb. PET 2000, 01]

(a) Mgl (b) शून्य

(c) $Mgl/2$ (d) $2\,Mgl$

4. एक ही पदार्थ तथा समान व्यास वाले दो तारों जिनकी लम्बाई l तथा $2l$ है, प्रत्येक में F बल लगाया जाता है। तारों में किये गये कार्य का अनुपात होगा [MP PET 1989]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 4

(c) 2 : 1 (d) 1 : 1

5. एक 5 मी लम्बे तार को छत से जोड़ दिया जाता है। इसके निचले सिरे पर 10 किग्रा का वजन लटकाया जाता है जो जमीन से 1 मी ऊपर रहता है। यदि तार की लम्बाई में बढ़ोत्तरी 1 मिमी हो, तो खिंचने के कारण तार में संचित ऊर्जा होगी [MP PET 1989]

(a) शून्य (b) 0.05 J

(c) 100 J (d) 500 J

6. यदि किसी तार का बल नियतांक K हो तो इसकी लम्बाई में l की वृद्धि करने में किया गया कार्य है [MP PMT 1989]

(a) $Kl/2$ (b) Kl

(c) $Kl^2/2$ (d) Kl^2

7. किसी तार का तनाव बल अचानक हटा देने पर

(a) यह टूट जायेगा

(b) उसके ताप में कमी होती है

(c) उसके ताप में कोई परिवर्तन नहीं होता है

(d) उसके ताप में वृद्धि होती है

8. जब किसी पिण्ड में प्रत्यास्थता की सीमा के भीतर विकृति उत्पन्न होती है, तो उसकी आन्तरिक ऊर्जा

(a) स्थिर रहती है (b) घटती है

(c) बढ़ती है (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

9. किसी पिण्ड पर जब अपरूपण बल लगाया जाता है तो तार में प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा संचित होती है। भार हटा देने पर यह ऊर्जा

(a) गतिज ऊर्जा में बदल जाती है

(b) ऊष्मा में बदल जाती है

(c) स्थितिज ऊर्जा में ही बनी रहती है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

10. 1.0 वर्ग सेमी^{2} अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा 0.2 मीटर लम्बी पीतल की छड़ को 5 किग्रा भार के बल से लम्बाई की दिशा में दबाया जाता है। यदि पीतल का यंग प्रत्यास्थता मापांक 1×10^{11} न्यूटन/मी^{2} तथा $g = 10$ मी/सैकण्ड^2 हो, तो छड़ की ऊर्जा में वृद्धि होगी

[MP PMT 1991]

(a) $10^{-5}\,J$ (b) $2.5 \times 10^{-5}\,J$

(c) $5 \times 10^{-5}\,J$ (d) $2.5 \times 10^{-4}\,J$

11. किसी तार को एक सिरे से बाँधकर ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है तथा इसे 10 न्यूटन के बल से खींचा जाता है। बल के कारण तार की लम्बाई में 0.5 मिमी की वृद्धि होती है। तार द्वारा प्राप्त ऊर्जा और भार के कारण 1.5 मिमी नीचे खिसकाने में किये गये कार्य का अनुपात है

(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\frac{1}{4}$

(c) $\frac{1}{2}$ (d) 1

12. एक तार एक सिरे से ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है तथा इसके दूसरे सिरे पर $20N$ का भार लटकाया जाता है। यदि भार तार को $1.0 mm$ खींचता है, तो तार में ऊर्जा वृद्धि होती है

(a) $0.01\ J$ (b) $0.02\ J$

(c) $0.04\ J$ (d) $1.00\ J$

13. उपरोक्त प्रश्न में तार में ऊर्जा वृद्धि तथा जब भार 1.0 मिमी नीचे आता है, गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में कमी का अनुपात होगा

(a) 1 (b) $\frac{1}{4}$

(c) $\frac{1}{3}$ (d) $\frac{1}{2}$

14. यदि किसी तार के पदार्थ का यंग मापांक Y है, तथा प्रति एकांक आयतन में प्रत्यास्थता ऊर्जा E है, तो विकृति का मान होगा

(a) $\sqrt{\frac{2E}{Y}}$ (b) $\sqrt{2EY}$

(c) EY (d) $\frac{E}{Y}$

15. दो तारों के पदार्थ के यंग प्रत्यास्थता गुणांक का अनुपात 2:3 है। यदि दोनों तारों पर समान प्रतिबल आरोपित किया जाये, तो प्रति एकांक आयतन प्रत्यास्थ ऊर्जा का अनुपात होगा

(a) 3 : 2 (b) 2 : 3

(c) 3 : 4 (d) 4 : 3

16. एक छड़ की लम्बाई 20 सेमी तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 2 सेमी^{2} है। छड़ के पदार्थ का यंग मापांक 1.4×10^{11} न्यूटन/ मीटर^2 है। इस छड़ को लम्बाई के अनुदिश 5 किलो भार से संपीडित किया जाता है, तो छड़ की ऊर्जा में वृद्धि होगी (जूल में)

(a) 8.57×10^{-6} (b) 22.5×10^{-4}

(c) 9.8×10^{-5} (d) 45.0×10^{-5}

17. यदि स्प्रिंग को खींचने पर उसकी लम्बाई में वृद्धि x हो तब उसमें संचित ऊर्जा होगी (यदि T स्प्रिंग में तनाव तथा k स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक है) [AIIMS 1997]

(a) $\frac{T^2}{2x}$ (b) $\frac{T^2}{2k}$

(c) $\frac{2x}{T^2}$ (d) $\frac{2T^2}{k}$

18. एक तार को खींचने पर प्रति इकाई आयतन में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा है [MP PMT/PET 1988]

(a) $Fl/2AL$ (b) $FA/2L$

(c) $FL/2A$ (d) $FL/2$

19. एक समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 3×10^{-6} मी^{2} वाले 4 मीटर लम्बे तार पर जब बल लगाया जाता है, तो उसकी लम्बाई में 1 मिमी की वृद्धि होती है। तार में संचित ऊर्जा होगी [$Y = 2\times10^{11}$ न्यू/मी^{2}][MP PET 1995; P

(a) 6250 जूल (b) 0.177 जूल

(c) 0.075 जूल (d) 0.150 जूल

20. किसी स्प्रिंग का बल नियतांक K है। उसके प्रसार में l_1 से l_2 तक की वृद्धि करने में किया गया कार्य होगा

[MP PET 1995; MP PMT 1996]

(a) $K(l_2 - l_1)$ (b) $\frac{K}{2}(l_2 + l_1)$

(c) $K(l_2^2 - l_1^2)$ (d) $\frac{K}{2}(l_2^2 - l_1^2)$

21. जब एक 4 किलोग्राम संहति के पिण्ड को एक हल्की स्प्रिंग से ऊर्ध्वाधर स्थिति में लटकाया जाता है, तो स्प्रिंग 2 सेमी तनकर बढ़ जाती है। स्प्रिंग हुक के नियम को मानती है। एक बाह्य कारक द्वारा इस स्प्रिंग को 5 सेमी तानकर बढ़ाने में किया गया कार्य होगा

(g = 9.8 मीटर/सैकण्ड^2) [MP PMT 1995]

(a) 4.900 जूल (b) 2.450 जूल

(c) 0.495 जूल (d) 0.245 जूल

22. एक तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A तथा लम्बाई L है तथा वह Y यंग गुणांक वाले पदार्थ से बना है। इसे x परिमाण से खींचा जाता है, तो सम्पादित कार्य होगा

[MP PET 1996; BVP 2003; UPSEAT 2001]

(a) $\frac{YxA}{2L}$ (b) $\frac{Yx^2A}{L}$

(c) $\frac{Yx^2A}{2L}$ (d) $\frac{2Yx^2A}{L}$

23. यंग गुणांक Y वाले एक तार में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा है

[MP PMT 1999]

(a) $Y \times \frac{\text{विकृति}^2}{\text{आयतन}}$

(b) प्रतिबल × विकृति × आयतन

(c) $\frac{\text{प्रतिबल}^2 \times \text{आयतन}}{2Y}$

(d) $\frac{1}{2} Y \times \text{प्रतिबल} \times \text{विकृति} \times \text{आयतन}$

24. 50 सेमी लम्बे एवं 1 मिली मीटर^2 अनुप्रस्थ काट वाले एक तार की लम्बाई में 1 मिली मीटर की वृद्धि की जाती है। इसके लिए आवश्यक कार्य होगा $(Y = 2\times10^{10}\ Nm^{-2})$ [RPET 1999]

(a) $6\times10^{-2}\ J$ (b) $4\times10^{-2}\ J$

(c) $2\times10^{-2}\ J$ (d) $1\times10^{-2}\ J$

25. 1 मिलीमीटर^2 अनुप्रस्थ काट वाले तार की लम्बाई में 1% की वृद्धि करने के लिए इकाई आयतन पर किया गया कार्य होगा $[Y = 9\times10^{11}\ N/m^2]$ [RPET 1999]

(a) $9\times10^{11}\ J$ (b) $4.5\times10^{7}\ J$

(c) $9 \times 10^7\ J$ (d) $4.5 \times 10^{11}\ J$

26. जब 5 किलोग्राम के एक भार को एक तार पर लटकाया जाता है तब लम्बाई में 3 मीटर की वृद्धि हो जाती है। किया गया कार्य होगा [RPMT 2000]

(a) 75 जूल (b) 60 जूल

(c) 50 जूल (d) 100 जूल

27. तनी हुई रबर में होती है [AIIMS 2000]

(a) बढ़ी हुई गतिज ऊर्जा (b) बढ़ी हुई स्थितिज ऊर्जा

(c) घटी हुई गतिज ऊर्जा (d) घटी हुई स्थितिज ऊर्जा

28. निम्नलिखित में से प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा घनत्व के लिए सही सम्बन्ध है [RPET 2001]

(a) ऊर्जा घनत्व $= \frac{1}{2} \times$ विकृति $\times$ प्रतिबल

(b) ऊर्जा घनत्व = (विकृति)^2 $\times$ आयतन

(c) ऊर्जा घनत्व = विकृति $\times$ आयतन

(d) ऊर्जा घनत्व = प्रतिबल $\times$ आयतन

29. उर्ध्वाधर रूप से लटके किसी तार के एक सिरे को 200 *N* के भार से खींचा जाता है। यह भार तार को 1 मिलीमीटर तक खींचता है। तार में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा होगी [AIEEE 2003]

(a) 0.1 *J* (b) 0.2 *J*

(c) 10 *J* (d) 20

30. तार *A* एवं *B* समान पदार्थ से बने हैं। *A* का व्यास *B* से दोगुना एवं लम्बाई तीन गुनी है। यदि दोनों तारों को समान बल से खींचा जाये तो प्रत्यास्थ सीमा के अन्दर, तार *A* एवं *B* में संचित ऊर्जा का अनुपात होगा [Kerala PMT 2004]

(a) 2 : 3 (b) 3 : 4

(c) 3 : 2 (d) 6 : 1

CT Critical Thinking

Objective Questions

1. *L* लम्बाई तथा *A* अनुप्रस्थ परिच्छेद की एक रबर की रस्सी को ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है। रबर का घनत्व $D\ \frac{kg}{m^3}$ में एवं यंग मापांक $E\ \frac{N}{m^2}$ में है तथा उसकी लम्बाई में वृद्धि *l* है, तो *l* होगी

(a) L^2Dg/E (b) $L^2Dg/2E$

(c) $L^2Dg/4E$ (d) L

2. किसी तार को तोड़ने के लिये 10^6 *N/m* बल की आवश्यकता होती है। यदि पदार्थ का घनत्व 3×10^3 *kg/m* है, तो उस तार की लम्बाई क्या होना चाहिये जो अपने ही भार से टूट जायेगा [Roorkee 1979; DPMT 2004]

(a) 34 *m* (b) 30 *m*

(c) 300 *m* (d) 3 *m*

3. दो विभिन्न पदार्थों वाली छड़ों के रेखीय प्रसार गुणांक α_1 व α_2 तथा यंग गुणांक क्रमशः Y_1 व Y_2 हैं, इन्हें दो दृढ़ स्थिर दीवारों के बीच कसा गया हैं। छड़ों को इस प्रकार गर्म किया जाता है कि प्रत्येक के ताप में समान वृद्धि होती है। छड़ें झुकती नहीं हैं। यदि $\alpha_1 : \alpha_2 = 2 : 3$ एवं छड़ों के तापीय प्रतिबल बराबर हैं तो $Y_1 : Y_2$ का मान होगा [IIT 1989]

(a) 2 : 3 (b) 1 : 1

(c) 3 : 2 (d) 4 : 9

4. हुक के नियम का पालन करने वाली एक डोरी में विस्तार (Extension) *x* है। इस तनी हुई डोरी में ध्वनि का वेग *v* है। यदि विस्तार बढ़ाकर 1.5 *x* कर दिया जाय, तो डोरी में ध्वनि का वेग होगा [IIT 1996]

(a) 1.22 *v* (b) 0.61 *v*

(c) 1.50 *v* (d) 0.75 *v*

5. *L* लम्बाई तथा *W* भार वाले तार के एक सिरे को छत से दृढ़तापूर्वक बाँधा गया है तथा निचले सिरे पर W_1 भार लटकाया गया है। यदि तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल *S* हो, तब तार के निचले सिरे से $\frac{3L}{4}$ ऊँचाई पर प्रतिबल होगा [IIT 1992]

(a) $\frac{W_1}{S}$ (b) $\frac{W_1 + (W/4)}{S}$

(c) $\frac{W_1 + (3W/4)}{S}$ (d) $\frac{W_1 + W}{S}$

6. एक ही पदार्थ से बने दो तारों की लम्बाईयाँ समान है, जबकि दूसरे तार का व्यास पहले तार के व्यास से दो गुना है। दोनों तारों पर समान भार आरोपित करने पर उनकी लम्बाई में वृद्धियों का अनुपात है [DCE 2000; Roorkee 2000; DCE 2003]

(a) 1 : 1 (b) 2 : 1

(c) 1 : 2 (d) 4 : 1

7. *m* द्रव्यमान का कण एक बल *F* के प्रभाव में है। यह बल $F = -kx + F_0$ द्वारा दिया जाता है। यहाँ *x* विस्थापन जबकि *k* तथा F_0 नियतांक हैं। कण को साम्यावस्था से विस्थापित करने पर यह कम्पन करेगा [UPSEAT 2001]

(a) $x = 0$ के परितः तथा $\omega \neq \sqrt{k/m}$

(b) $x = 0$ के परितः तथा $\omega = \sqrt{k/m}$

(c) $x = F_0/k$ के परितः तथा $\omega = \sqrt{k/m}$

(d) $x = F_0/k$ के परितः तथा $\omega \neq \sqrt{k/m}$

8. जब एक प्रत्यास्थ पदार्थ, जिसका यंग प्रत्यास्थता गुणांक *Y* है, को प्रतिबल *S* से ताना जाता है, तो उसके प्रति एकांक आयतन में प्रत्यास्थ ऊर्जा होगी [MP PET 1991; MP PMT 1990, 96; IIT 1992; AIIMS 1997]

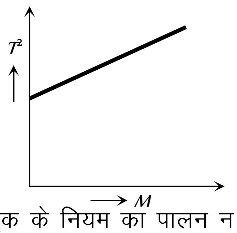
(a) $\frac{2Y}{S^2}$ (b) $\frac{S^2}{2Y}$

(c) $\frac{S}{2Y}$ (d) $\frac{S^2}{Y}$

GQ Graphical Questions

1. निम्नांकित चित्र स्प्रिंग तुला के निचले पलड़े पर रखे गये विभिन्न द्रव्यमानों M तथा प्राप्त दोलन काल के वर्ग T^2 के मध्य है। ग्राफ में सरल रेखा का मूल बिन्दु से न निकलने का कारण हो सकता है

[NCERT 1978]



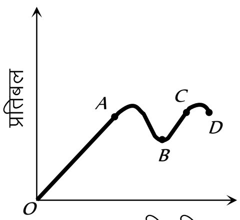
(a) स्प्रिंग द्वारा हुक के नियम का पालन न करना

(b) दोलन के आयाम का बहुत अधिक होना

(c) घड़ी के संयोजन की आवश्यकता

(d) पलड़े के भार को नगण्य मानना

2. किसी धातु के लिये विकृति तथा प्रतिबल के मध्य ग्राफ दर्शाया गया है। ग्राफ का वह भाग जिसमें हुक के नियम का पालन होता है, होगा



(a) OA
(b) AB
(c) BC
(d) CD

3. उपरोक्त ग्राफ में बिन्दु B दर्शाता है

(a) त्रोटन बिन्दु (b) सीमान्त बिन्दु

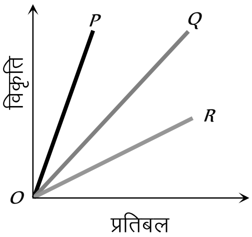
(c) पराभव बिन्दु (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

4. उपरोक्त ग्राफ में बिन्दु D दर्शाता है

(a) सीमान्त बिन्दु (b) पराभव बिन्दु

(c) त्रोटन बिन्दु (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

5. तीन विभिन्न पदार्थों के तारों का विकृति-प्रतिबल वक्र चित्र में दर्शाया गया है। P, Q तथा R उन तारों की प्रत्यास्थ सीमाएँ हैं। चित्र से ज्ञात होता है कि



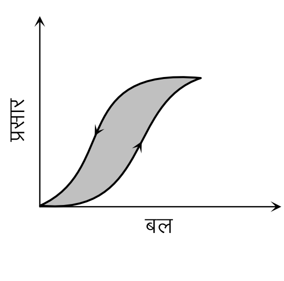
(a) तार P की प्रत्यास्थता अधिकतम है

(b) तार Q की प्रत्यास्थता अधिकतम है

(c) तार R का तनन सामर्थ्य अधिकतम है

(d) उपरोक्त में से कोई कथन सत्य नहीं है

6. निम्न चित्र में किसी रबर के लिए बल-प्रसार ग्राफ प्रदर्शित है। निम्न कथनों पर विचार करें [AMU 2001]



I. इस रबर को खींचने के बजाय संपीड़ित करना आसान होगा

II. रबर को खींचने के बाद, यह अपनी प्रारंभिक लम्बाई तक नहीं लौटेगी

III. यदि इसे खींच कर छोड़ दिया जाये तो रबर गर्म हो जायेगी

ग्राफ से उपरोक्त में से कौनसा कथन सत्य है

(a) केवल III (b) II तथा III

(c) I तथा III (d) केवल I

7. भिन्न-भिन्न पदार्थों से बने दो तारों A तथा B के लिए प्रतिबल-विकृति ग्राफ चित्र में दिखाया गया हैं। यदि Y_A एवं Y_B क्रमशः तार A व B के पदार्थों के यंग गुणांक है, तब सही सम्बन्ध होगा

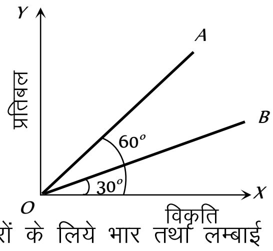
[Kerala (Engg.) 2001]

(a) $Y_B = 2Y_A$

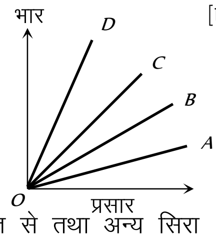
(b) $Y_A = Y_B$

(c) $Y_B = 3Y_A$

(d) $Y_A = 3Y_B$



8. समान पदार्थ से बने चार तारों के लिये भार तथा लम्बाई में वृद्धि के बीच ग्राफ चित्र में प्रदर्शित हैं। सबसे मोटे तार को किस रेखा से निरूपित किया गया है [KCET 2001]



(a) OD
(b) OC
(c) OB
(d) OA

9. एक तार जिसका एक सिरा छत से तथा अन्य सिरा W भार से जुड़ा है। इस 1 मीटर लम्बे तार में प्रसार (Δl) संलग्न ग्राफ से प्रदर्शित है। यदि तार का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 10^{-6} मीटर² हो तो तार के पदार्थ का यंग मापांक होगा

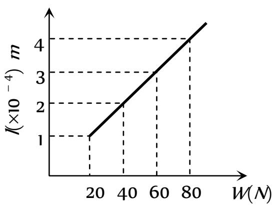
[IIT-JEE (Screening) 2003]

(a) $2\times10^{11}\ N/m^2$

(b) $2\times10^{-11}\ N/m^2$

(c) $3\times10^{-12}\ N/m^2$

(d) $2\times10^{-13}\ N/m^2$

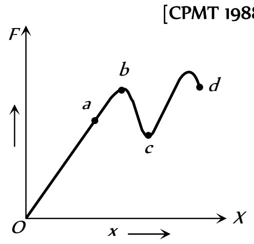


10. निम्नांकित वक्र एक समान पतले तार के लिये आरोपित बल (F) तथा विकृति (x) के बीच संबंध को दर्शाता है। तार द्रव की भांति किस क्षेत्र में व्यवहार करेगा [CPMT 1988]

(a) ab में

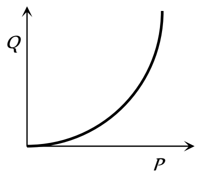
(b) bc में

(c) cd में



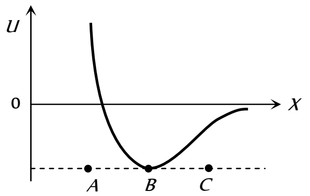
(d) *oa* में

11. निम्न ग्राफ उस क्षेत्र में तार की लम्बाई के व्यवहार को दर्शाता है जिसमें पदार्थ हुक के नियम का पालन करता है। *P* तथा *Q* प्रदर्शित करते हैं [AMU 2001]



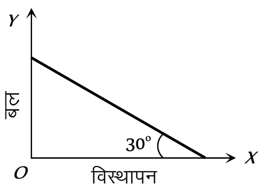
(a) *P* = आरोपित बल, *Q* = प्रसार
(b) *P* = प्रसार, *Q* = आरोपित बल
(c) *P* = प्रसार, *Q* = संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा
(d) *P* = संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा, *Q* = प्रसार

12. दो अणुओं के मध्य स्थितिज ऊर्जा *U*, उनके मध्य दूरी *x* के फलन के रूप में प्रदर्शित (चित्रानुसार) है। अणु एक दूसरे को [CPMT 1986, 88, 91]



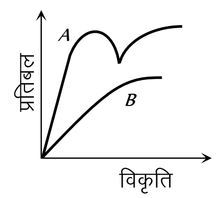
(a) आकर्षित करेंगे जब *x*, *A* व *B* के मध्य हो व प्रतिकर्षित करेंगे जब *x*, *B* व *C* के मध्य हो
(b) आकर्षित करेंगे जब *x*, *B* व *C* के मध्य हो व प्रतिकर्षित करेंगे जब *x*, *A* व *B* के मध्य हो
(c) आकर्षित करेंगे जब वे *B* पर पहुँचेगें
(d) प्रतिकर्षित करेंगे जब वे *B* पर पहुँचेगें

13. आरोपित प्रत्यास्थ बल व विस्थापन के मध्य ग्राफ की सहायता से बल नियतांक का मान होगा



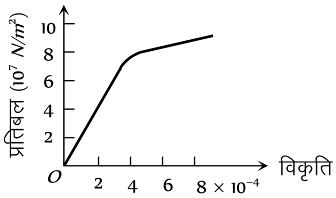
(a) $\sqrt{3}$
(b) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
(c) $\frac{1}{2}$
(d) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

14. चित्र में, पदार्थ *A* व *B* के लिए प्रतिबल-विकृति ग्राफ प्रदर्शित हैं। ग्राफ से हमें ज्ञात होता है कि [AIIMS 1987]



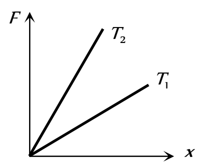
(a) *A* भंगुर है परन्तु *B* तन्य है
(b) *A* तन्य है व *B* भंगुर है
(c) *A* व *B* दोनों तन्य हैं
(d) *A* व *B* दोनों भंगुर हैं

15. चित्र में, प्रदर्शित प्रतिबल-विकृति ग्राफ से यंग प्रत्यास्थता गुणांक का मान होगा (*N/m* में)



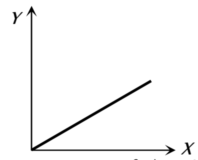
(a) 24×10^{11}
(b) 8.0×10^{11}
(c) 10×10^{11}
(d) 2.0×10^{11}

16. दर्शाए गए चित्र में किसी एक समान पतले तार की, दो विभिन्न तापों T_1 तथा T_2 पर प्रतिबल के कारण, लंबाई में परिवर्तन *x* प्रदर्शित है। परिवर्तन दर्शाता है कि [CPMT 1988]



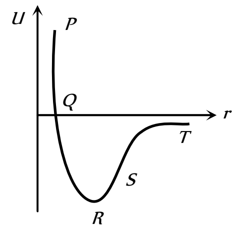
(a) $T_1 > T_2$
(b) $T_1 < T_2$
(c) $T_1 = T_2$
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

17. एक छात्र किसी धातु के यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करने के प्रयोग के लिए प्रेक्षणों से ग्राफ खींचता है, किन्तु राशियों का निर्धारण करना भूल जाता है। *X* तथा *Y* अक्ष पर राशियाँ क्रमशः होंगी



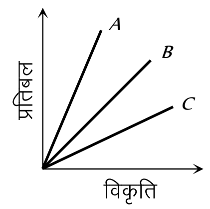
(a) लटकाया गया भार तथा लंबाई में वृद्धि
(b) आरोपित प्रतिबल तथा लंबाई में वृद्धि
(c) आरोपित प्रतिबल तथा उत्पन्न विकृति
(d) लम्बाई में वृद्धि तथा लटकाया गया भार

18. स्थितिज ऊर्जा (*U*) तथा द्विपरमाण्विक अणु की दूरी (*r*) के बीच खींचे गए वक्र पर अधिकतम तथा न्यूनतम आकर्षण वाले बिन्दु क्रमशः होंगे



(a) *S* तथा *R*
(b) *T* तथा *S*
(c) *R* तथा *S*
(d) *S* तथा *T*

19. पीतल, स्टील व रबर के प्रतिबल-विकृति वक्र चित्र में प्रदर्शित हैं। रेखायें *A*, *B* तथा *C* क्रमशः प्रदर्शित करती हैं



(a) रबर, पीतल व स्टील
(b) पीतल, स्टील व रबर
(c) स्टील, पीतल व रबर
(d) स्टील, रबर व पीतल

AR Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है।
(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है।
(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है।
(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं।
(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है।

1. प्रक्कथन : किसी कुण्डली में उत्पन्न खिंचाव को इसके दृढ़ता गुणांक द्वारा ज्ञात किया जाता है।

कारण : दृढ़ता गुणांक वस्तु की विमाओं को नियत रखते हुए केवल उसकी आकृति में परिवर्तन करता है।

2. प्रक्कथन : लम्बे समयांतराल तक उपयोग करने के बाद भी स्प्रिंग तुला द्वारा सर्वथा सही पाठ्यांक प्रदर्शित किया जाता है।

कारण : लम्बे समय तक प्रयोग करने पर स्प्रिंग तुला की प्रत्यास्थ शक्ति का ह्रास होता है।

3. प्रक्कथन : स्टील रबर की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ है।

कारण : दिए गए विरुपक बल के लिए, स्टील का विरुपण रबर से कम होता है।

4. प्रक्कथन : अक्रिस्टलीय ठोसों का गलनांक निश्चित होता है।

कारण : अक्रिस्टलीय ठोसों के परमाणुओं के बीच के बंध समान ताप पर टूट जाते हैं।

5. प्रक्कथन : एक खोखला शाफ्ट (Shaft) समान पदार्थ के बने ठोस शाफ्ट से अधिक प्रबल होता है।

कारण : किसी खोखले बेलन (Cylinder) में ऐंठन उत्पन्न करने के लिए आवश्यक बल आघूर्ण, समान पदार्थ तथा आकार के ठोस बेलन के लिये आवश्यक बल आघूर्ण की तुलना में अधिक होता है।

6. प्रक्कथन : किसी पदार्थ का आयतन प्रत्यास्थता गुणांक (K) पदार्थ की असंपीड्यता को प्रदर्शित करता है।

कारण : आयतन प्रत्यांस्थता गुणांक दाब में परिवर्तन के समानुपाती होता है।

7. प्रक्कथन : विकृति एक मात्रकहीन राशि है।

कारण : विकृति बल के तुल्य होती है।

8. प्रक्कथन : लंबे समय तक उपयोग के बाद पुलों को असुरक्षित घोषित कर दिया जाता है।

कारण : समय के साथ पुलों की प्रत्यास्थ शक्ति घट जाती है।

9. प्रक्कथन : दो एक समान ठोस गेंदो, जिनमें से एक हाथीदाँत की तथा दूसरी गीली मिट्टी से बनी है, को समान ऊँचाई से फर्श पर गिराया जाता है। टकराने के पश्चात् दोनों गेंदें समान ऊँचाई तक उठती हैं।

कारण : हाथीदाँत तथा गीली मिट्टी की प्रत्यास्थता समान होती है।

10. प्रक्कथन : एक पूर्ण प्लास्टिक वस्तु का यंग-गुणांक शून्य होता है।

कारण : एक पूर्ण प्लास्टिक वस्तु का प्रत्यानन बल शून्य होता है।

11. प्रक्कथन : स्टील तथा ताँबे की बनी हुई समान स्प्रिंगों में समान खिंचाव दिया जाता है। स्टील स्प्रिंग पर किया गया कार्य अधिक होता है।

कारण : स्टील ताँबे से अधिक प्रत्यास्थ होता है।

12. प्रक्कथन : प्रतिबल, किसी वस्तु के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर उत्पन्न आंतरिक बल होता है।

कारण : रबर स्टील से कम प्रत्यास्थ होता है।

Answers

यंग गुणांक तथा त्रोटन प्रतिबल

1	c	2	b	3	d	4	c	5	b
6	c	7	c	8	c	9	b	10	c
11	d	12	a	13	b	14	d	15	a
16	c	17	a	18	a	19	d	20	c
21	b	22	b	23	b	24	d	25	b
26	d	27	c	28	b	29	b	30	b
31	b	32	c	33	d	34	b	35	a
36	b	37	a	38	b	39	d	40	a
41	c	42	d	43	c	44	a	45	b
46	d	47	a	48	c	49	d	50	c
51	c	52	a	53	c	54	a	55	b
56	a	57	a	58	d	59	a	60	a
61	c	62	b	63	d	64	b	65	a
66	c	67	d	68	b	69	a	70	d
71	b	72	d	73	c	74	c	75	a
76	a	77	d	78	d	79	a	80	a
81	d	82	d	83	a	84	d	85	a
86	c	87	c	88	b	89	b	90	c
91	c	92	c	93	b	94	c	95	c
96	b	97	d	98	b	99	a	100	b
101	b	102	a	103	b	104	d	105	b
106	a	107	d	108	d	109	c	110	d
111	c	112	c	113	c	114	d	115	d
116	b	117	d	118	a	119	c	120	a
121	a	122	a	123	b	124	b	125	b

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक

1	c	2	c	3	b	4	d	5	b
6	d	7	a	8	d	9	c	10	c
11	b	12	c	13	d	14	a	15	c
16	b	17	c	18	c	19	a	20	d
21	b								

दृढ़ता गुणांक

1	b	2	d	3	c	4	d	5	c
6	a	7	a	8	b	9	c	10	d
11	d	12	b	13	d	14	b	15	c
16	b	17	d	18	c				

तार को खींचने में किया गया कार्य

1	d	2	b	3	c	4	a	5	b
6	c	7	d	8	c	9	b	10	b
11	c	12	a	13	d	14	a	15	a
16	a	17	b	18	a	19	c	20	d
21	b	22	c	23	c	24	c	25	b
26	a	27	b	28	a	29	a	30	b

Critical Thinking Questions

1	b	2	a	3	c	4	a	5	c
6	d	7	c	8	b				

ग्राफीय प्रश्न

1	d	2	a	3	c	4	c	5	d
6	a	7	d	8	a	9	a	10	b
11	c	12	b	13	b	14	b	15	d
16	a	17	c	18	d	19	c		

प्रक्कथन एवं कारण

1	a	2	e	3	a	4	d	5	a
6	a	7	c	8	a	9	d	10	a
11	a	12	b						

Answers and Solutions

यंग गुणांक तथा त्रोटन प्रतिबल

1. (c) $l = \frac{FL}{YA} \Rightarrow l \propto \frac{1}{A}$

2. (b) प्रतिबल $\propto$ विकृति $\Rightarrow$ प्रतिबल $\propto \frac{l}{L}$

3. (d) $Y = \frac{F}{A}\frac{L}{l} \Rightarrow l \propto \frac{L}{A} \propto \frac{L}{\pi d^2}$

$\therefore\ l \propto \frac{L}{d^2}$ [चूंकि F तथा Y नियत हैं]

$\frac{L}{d^2}$ का अनुपात विकल्प (d) के लिये अधिकतम होगा।

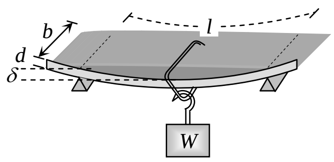
4. (c) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{L}{d^2} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}$

5. (b) तार के यंग गुणांक का मान तार की विमा के अनुसार परिवर्तित नहीं होता। यह तार के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

6. (c) बीम में अवनमन

$\delta = \frac{WL^3}{4Ybd^3}$

$\therefore\ \delta \propto \frac{1}{Y}$



7. (c) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (2)^2 = 4 \Rightarrow l_2 = 4l_1 = 4cm$

8. (c)

9. (b) $l \propto \frac{1}{r^2}$ यदि तार की त्रिज्या को दो गुना कर दिया जाये तब लम्बाई में वृद्धि $\frac{1}{4}$ गुना हो जाती है, अर्थात् $\frac{12}{4} = 3mm$

10. (c) $l = \frac{mgL}{AY} = \frac{1 \times 10 \times 1.1}{1.1 \times 10^{11} \times 10^{-6}} m = 0.1\ mm$

11. (d) $F = \frac{YAl}{L} = \frac{2.2 \times 10^{11} \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-4}}{2} = 1.1 \times 10^2\ N$

12. (a) अंतरपरमाण्विक बल नियतांक $K = Y \times r_0$

$= 2 \times 10^{11} \times 3 \times 10^{-10} = 60\ N/m$

13. (b) तार की लंबाई को दुगुना करने के लिये,
प्रतिबल = यंग गुणांक

$\therefore \quad \frac{F}{A} = 2 \times 10^{12} \frac{dyne}{cm^2}$

यदि $A = 1$ तब $F = 2 \times 10^{12}$ डाइन

14. (d)

15. (a) क्योंकि ताप बढ़ने से अंतरआण्विक बल घट जाते हैं।

16. (c) त्रोटन बल $\propto$ तार का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल (πr^2)
यदि तार की त्रिज्या को दुगुना कर दिया जाये तो त्रोटन बल का मान चार गुना हो जाएगा।

17. (a) $Y = 3K(1-2\sigma)$ तथा $Y = 2\eta(1+\sigma)$

σ का विलोपन करने पर हमें प्राप्त होता है, $Y = \frac{9\eta K}{\eta + 3K}$

18. (a) $F = \frac{YAl}{L} = \frac{9 \times 10^{10} \times \pi \times 4 \times 10^{-6} \times 0.1}{100} = 360\ \pi\ N$

19. (d) प्रति इकाई आयतन में संचित ऊर्जा $= \frac{1}{2} \times$ प्रतिबल $\times$ विकृति

$= \frac{1}{2} \times$ यंग गुणांक $\times$ (विकृति)^2 $= \frac{1}{2} \times Y \times x^2$

20. (c) $l \propto L$ अर्थात् यदि लंबाई को आधा कर दिया जाये तब लम्बाई में वृद्धि $\frac{l}{2}$ होगी।

21. (b) $l = \frac{L^2 dg}{2Y} = \frac{(8 \times 10^{-2})^2 \times 1.5 \times 9.8}{2 \times 5 \times 10^8} = 9.6 \times 10^{-11} m$

22. (b) प्रतिबल $= \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} \Rightarrow$ प्रतिबल $\propto \frac{1}{\pi r^2}$

$\frac{S_B}{S_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = (2)^2 \Rightarrow S_B = 4S_A$

23. (b) त्रोटन बल $\propto$ तार के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल
अर्थात् तार द्वारा सहन किया जा सकने वाला भार तार की लंबाई पर निर्भर नहीं करता।

24. (d) यदि तार की लंबाई दुगुनी हो जाए तब विकृति = 1

$Y =$ प्रतिबल $\Rightarrow F = Y \times A = 10^{12} \times 0.5 = 0.5 \times 10^{12} dyne$

25. (b) प्रत्यास्थ श्रांति के कारण इसका प्रत्यास्थ गुण घट जाता है।

26. (d) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y समान हैं)

$\frac{l_A}{l_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = \left(\frac{r_B}{2r_B}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow l_A = 4l_B$ अथवा $l_B = \frac{l_A}{4}$

27. (c)

28. (b) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow \frac{l_S}{l_{cu}} = \frac{Y_{cu}}{Y_S}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\therefore \frac{l_s}{l_{cu}} = \frac{1.2 \times 10^{11}}{2 \times 10^{11}} = \frac{3}{5}$

29. (b) यदि तार की लंबाई को दो गुना कर दिया जाता है,
तब विकृति = 1

$\therefore$ Y = प्रतिबल $= \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{2 \times 10^5}{2} = 10^5 \frac{dyne}{cm^2}$

30. (b) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{L}{r^2}$ (F तथा Y समान हैं)

$\therefore \frac{l_2}{l_1} = \frac{L_2}{L_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{2} = \frac{l}{2} = 0.5mm$

31. (b) $F =$ उत्पन्न बल $= YA\,\alpha(\Delta\theta)$

$= 10^{11} \times 10^{-4} \times 10^{-5} \times 100 = 10^4\ N$

32. (c) $F = YA\,\alpha\Delta\theta \therefore F \propto A$

33. (d) $Y = \frac{F/A}{\text{विकृति}} \Rightarrow A = \frac{F}{Y \times \text{विकृति}} = \frac{10^4}{7 \times 10^9 \times 0.002}$

$= \frac{1}{14} \times 10^{-2} = 7.1 \times 10^{-4} m^2$

34. (b) विकृति $\propto$ प्रतिबल $\propto \frac{F}{A}$

विकृति का अनुपात $= \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{4}{1}\right)^2 = \frac{16}{1}$

35. (a) $F = 2000\ N, L = 6m, l = 0.5\ cm, A = 10^{-6} m^2$

$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{2000 \times 6}{10^{-6} \times 0.5 \times 10^{-2}} = 2.35 \times 10^{12}\ N/m^2$

36. (b) $F = Kx \Rightarrow K = \frac{F}{x} = \frac{9 \times 9.8}{4.5 \times 10^{-3}} = 1.96 \times 10^4\ N/m$

37. (a) $l \propto \frac{FL}{r^2 Y} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (n)^2 \Rightarrow l_2 = n^2 l_1$

38. (b) अनुदैर्ध्य विकृति $\frac{l}{L} = \frac{\text{प्रतिबल}}{Y} = \frac{10^6}{10^{11}} = 10^{-5}$

लंबाई में प्रतिशत वृद्धि $= 10^{-5} \times 100 = 0.001\%$

39. (d) किसी दिए गए ताप पर यह किसी धातु का एक विशिष्ट गुण होता है, जो कि केवल ताप के साथ परिवर्तित होता है।

40. (a) $Y = \frac{3.6 \times 10^{-9}\ N/Å}{3 \times 10^{-10} m} = 1.2 \times 10^{11}\ N/m^2$

41. (c)

42. (d) $K = \frac{YA}{L} = \frac{Y \times \pi r^2}{L} \Rightarrow K \propto \frac{Yr^2}{L}$

अर्थात् तार का बल नियतांक यंग गुणांक (पदार्थ की प्रकृति), तार की त्रिज्या तथा तार की लंबाई पर निर्भर करता है।

43. (c)

44. (a)

45. (b)

46. (d) तार के तनाव में वृद्धि $= YA\alpha\Delta\theta$

$= 8 \times 10^{-6} \times 2.2 \times 10^{11} \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times 5 = 8.8\ N$

47. (a) दाब में थोड़े से परिवर्तन से आयतन में अत्यधिक परिवर्तन हो जाता है।

48. (c) $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} \Rightarrow 0.4 = \frac{1}{2} \times \frac{Y \times 1^{-6} \times (0.2 \times 10^{-2})^2}{1}$

$\therefore Y = 2 \times 10^{11}\ N/m^2$

49. (d)

50. (c) $Y = 3K(1-2\sigma)$

$\sigma = \frac{3K - Y}{6K} = \frac{3 \times 11 \times 10^{10} - 7.25 \times 10^{10}}{6 \times 11 \times 10^{10}} \Rightarrow \sigma = 0.39$

51. (c)

52. (a) यदि पदार्थ का घनत्व बढ़ता है तब समान विकृति के लिए अधिक बल (प्रतिबल) की आवश्यकता होती है, अर्थात् यंग गुणांक का मान बढ़ जाता है।

53. (c) $Y = 10^4\ N/m^2, A = 2 \times 10^{-4} m^2, F = 2 \times 10^5 dyne = 2N$

$l = \frac{FL}{AY} = \frac{2 \times L}{2 \times 10^{-4} \times 10^4} = L$

$\therefore$ अंतिम लंबाई = प्रारंभिक लंबाई + लंबाई में वृद्धि = $2L$

54. (a)

55. (b) यंग गुणांक Y का अस्तित्व केवल ठोसों में होता है, तथा चूर्ण (Powder) के लिए, $Y = 0$

56. (a)

57. (a) $l = \frac{FL}{AY} = \frac{FL}{\pi r^2 Y} \therefore l \propto \frac{FL}{r^2}$ (Y = नियत)

$\therefore \frac{l_2}{l_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{L_2}{L_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2 \times 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1$

$\therefore l_2 = l_1$ अर्थात् लंबाई में वृद्धि l होगी।

58. (d) त्रोटन प्रतिबल = विकृति × यंग गुणांक

$= 0.15 \times 2 \times^{11} = 3 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

59. (a) हुक के नियम के अनुसार

60. (a) $F = A \times Y \times$ विकृति $= 1 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{11} \times 0.1 = 2 \times 10^6 N$

61. (c)

62. (b) क्योंकि विकृति एक विमाहीन तथा मात्रकहीन राशि है।

63. (d) प्रतिबल $= \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$

दी हुई स्थिति में, आरोपित बल तथा तार के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल समान हैं, अतः प्रतिबल समान होगा।

विकृति $= \frac{\text{प्रतिबल}}{Y}$

चूँकि स्टील के तार का यंग गुणांक ताँबे के तार से अधिक होता है, अतः स्टील के तार में विकृति ताँबे के तार की अपेक्षा कम होगी।

64. (b) वलय की प्रारंभिक लंबाई (परिधि) = $2\pi r$

वलय की अंतिम लंबाई (परिधि) = $2\pi R$

लंबाई में परिवर्तन = $2\pi R - 2\pi r$

विकृति $= \frac{\text{लम्बाई में परिवर्तन}}{\text{वास्तविक लम्बाई}} = \frac{2\pi(R-r)}{2\pi r} = \frac{R-r}{r}$

अब यंग गुणांक $E = \frac{F/A}{l/L} = \frac{F/A}{(R-r)/r} \Rightarrow F = AE\left(\frac{R-r}{r}\right)$

65. (a) $l = \frac{FL}{\pi r^2 r} \Rightarrow l \propto \frac{F}{r^2}$ (Y तथा L नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2 \times (2)^2 = 8 \therefore l_2 = 8l_1 = 8 \times 1 = 8mm$

66. (c) $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y} \Rightarrow l \propto \frac{L}{r^2}$ (F तथा Y नियत हैं)

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

67. (d) $l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{4} = \frac{2.4}{4} \Rightarrow l_2 = 0.6\ cm$

68. (b) $F = Y \times A \times \frac{l}{L} \Rightarrow F \propto r^2$ (Y, l तथा L नियत हैं)

यदि व्यास को चार गुना कर दिया जाये तब आवश्यक बल का मान 16 गुना हो जायेगा, अर्थात् $16 \times 10^3\ N$

69. (a) $F = Y \times A \times \frac{l}{L} \Rightarrow F \propto \frac{r^2}{L}$ (Y तथा l नियत हैं)

$\therefore \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\left(\frac{L_2}{L_1}\right) = \left(\frac{2}{1}\right)^2\left(\frac{1}{4}\right) = 1 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 1:1$

70. (d) लंबाई में वृद्धि $l = \frac{L^2 dg}{2Y} \therefore l \propto L^2 d$

71. (b) रुद्धोष्म प्रत्यास्थता $E = \gamma P$

आर्गन के लिए $E_{Ar} = 1.6\ P$ ....(i)

हाइड्रोजन के लिए $E_{H2} = 1.4P'$ ....(ii)

चूंकि हाइड्रोजन तथा आर्गन की प्रत्यास्थता समान हैं, अतः

$\therefore 1.6P = 1.4P' \Rightarrow P' = \frac{8}{7}P$

72. (d)

73. (c) $l = \frac{FL}{AY} = \frac{FL^2}{(AL)Y} = \frac{FL^2}{VY}$

यदि आयतन निश्चित रहे, तब $l \propto L^2$

74. (c) $F = YA\alpha\Delta t = 2 \times 10^{11} \times 3 \times 10^{-6} \times 10^{-5} \times (20–10) = 60\ N$

75. (a) क्योंकि इनवार की विमायें ताप के साथ परिवर्तित नहीं होती।

76. (a) $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y}$ $\therefore$ $l \propto \frac{L}{r^2}$ (Y तथा F नियत हैं)

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

$\Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{2} = \frac{0.01m}{2} = 0.005\,m$

77. (d) पॉइसन अनुपात का मान -1 तथा 0.5 के बीच परिवर्तित होता है।

78. (d) $L_2 = l_2(1 + \alpha_2 \Delta\theta)$ तथा $L_1 = l_1(1 + \alpha_1 \Delta\theta)$

$\Rightarrow (L_2 - L_1) = (l_2 - l_1) + \Delta\theta(l_2\alpha_2 - l_1\alpha_1)$

अब $(L_2 - L_1) = (l_2 - l_1)$ अतः, $l_2\alpha_2 - l_1\alpha_1 = 0$

79. (a) तापीय प्रतिबल $= Y\alpha\Delta\theta$

$= 1.2 \times 10^{11} \times 1.1 \times 10^{-5} \times (20 - 10) = 1.32 \times 10^7\ N/m^2$

80. (a) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (F,L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (2)^2 \Rightarrow l_2 = 4l_1 = 4 \times 3 = 12mm$

81. (d) $l = \frac{L^2 dg}{2Y} = \frac{(8)^2 \times 1.5 \times 10^3 \times 10}{2 \times 5 \times 10^6} = 9.6 \times 10^{-2} m$

82. (d) $l \propto \frac{L}{r^2}$ (Y तथा F नियत है) अधिकतम प्रसार उस तार में होता है, जिसके लिए $\frac{L}{r^2}$ का मान अधिकतम होता है।

83. (a)

84. (d)

85. (a) $Y = \frac{MgL}{Al} = \frac{250 \times 9.8 \times 2}{50 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 10^{-3}}$

$= 19.6 \times 10^{10}\ N/m^2$

86. (c)

87. (c) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{L}{r^2}$ (F तथा Y नियत हैं)

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

अर्थात् दूसरे तार की लंबाई में परिवर्तन $\frac{l}{2}$ होगा।

88. (b)

89. (b)

90. (c) $l = \frac{MgL}{YA} = \frac{1 \times 10 \times 1}{2 \times 10^{11} \times 10^{-6}} = 0.05\ mm$

91. (c) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{F}{r^2}$

$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (4) \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1 \Rightarrow l_2 = l_1 = 1mm$

92. (c)

93. (b) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{A}$ (F,L तथा Y नियत हैं)

$\frac{A_2}{A_1} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow A_2 = A_1\left(\frac{0.1}{0.05}\right) = 2A_1 = 2 \times 4 = 8mm^2$

94. (c) $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y} \Rightarrow r^2 \propto \frac{1}{Y}$ (F, L तथा l नियत हैं)

$\frac{r_2}{r_1} = \left(\frac{Y_1}{Y_2}\right)^{1/2} = \left(\frac{7 \times 10^{10}}{12 \times 10^{10}}\right)^{1/2}$

$\Rightarrow r_2 = 1.5 \times \left(\frac{7}{12}\right)^{1/2} = 1.145\ mm$ $\therefore$ व्यास $= 2.29\ mm$

95. (c) $F = \frac{YAl}{L} = 0.9 \times 10^{11} \times \pi \times (0.3 \times 10^{-3})^2 \times \frac{0.2}{100} = 51\ N$

96. (b) यंग गुणांक $= \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$

चूँकि तार की लंबाई दुगुनी हो जाती है, तब विकृति $= 1$

$\Rightarrow Y$ = विकृति $= 20 \times 10^8\ N/m^2$

97. (d) $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y} \therefore l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (2)^2 \Rightarrow l_2 = 4l_1 = 4 \times 2 = 8\ mm$

98. (b) माना कि तार की वास्तविक लंबाई L है तथा तार का बल नियतांक K है

अंतिम लंबाई = प्रारंभिक लंबाई + लंबाई में वृद्धि

$L' = L + \frac{F}{K}$

प्रथम स्थिति में $a = L + \frac{4}{K}$ ...(i)

द्वितीय स्थिति में $b = L + \frac{5}{K}$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को हल करने पर, हमें प्राप्त होता है

$L = 5a - 4b$ तथा $K = \frac{1}{b - a}$

अतः जब अनुदैर्ध्य तनाव $9N$ है, तब

धागे की लंबाई $= L + \frac{9}{K} = 5a - 4b + 9(b - a) = 5b - 4a$

99. (a)

100. (b)

101. (b) $K = Yr_0 = 20 \times 10^{10} \times 3 \times 10^{-10} = 60\ N/m$

$= 6 \times 10^{-9}\ N/Å$

102. (a) $l = \frac{FL}{AY} = \frac{4.8 \times 10^3 \times 4}{1.2 \times 10^{-4} \times 1.2 \times 10^{11}} = 1.33\ mm$

103. (b)

104. (d) $Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$ = नियत

यह केवल पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

105. (b) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0.6$ ...(i) तथा $2\pi\sqrt{\frac{m+m'}{k}} = 0.7$ ...(ii)

(ii) में (i) का भाग देने पर हमें प्राप्त होगा

$\left(\frac{7}{6}\right)^2 = \frac{m+m'}{m} = \frac{49}{36}$

$\frac{m+m'}{m} - 1 = \frac{49}{36} - 1 \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{13}{36} \Rightarrow m' = \frac{13m}{36}$

तथा $\frac{k}{m} = \frac{4\pi^2}{(0.6)^2}$

वांछित वृद्धि $= \frac{m'g}{k} = \frac{13}{36} \times \frac{mg}{k}$

$= \frac{13}{36} \times 10 \times \frac{0.36}{4\pi^2} \approx 3.5\ cm$

106. (a) $Y = \frac{F/A}{\text{विकृति}} \Rightarrow \text{विकृति} = \frac{F}{Ay}$

107. (d) $Y = \frac{k}{r_0} = \frac{7}{3 \times 10^{-10}} = 2.33 \times 10^{10}\ N/m^2$

108. (d) $F = Y \times A \times \frac{l}{L} \Rightarrow F \propto \frac{r^2}{L}$ (Y तथा l नियत हैं)

$\frac{F_A}{F_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \times \left(\frac{L_B}{L_A}\right) = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \left(\frac{2}{1}\right) = \frac{8}{1}$

109. (c)

110. (d) जब तार की लंबाई दुगुनी हो जाए तब $l = L$ तथा

विकृति $= 1 \Rightarrow Y = \text{विकृति} = \frac{F}{A}$

$\therefore$ बल $= Y \times A = 2 \times 10^{11} \times 0.1 \times 10^{-4} = 2 \times 10^6\ N$

111. (c) किसी रबर के तार में संचित स्थितिज ऊर्जा द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{YAl^2}{mL}}$

$= \sqrt{\frac{5 \times 10^8 \times 25 \times 10^{-6} \times (5 \times 10^{-2})^2}{5 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-2}}} = 250\ m/s$

112. (c)

113. (c)

114. (d)

115. (d) त्रोटन बल $\propto r^2$

यदि व्यास दुगुना हो जाए तब त्रोटन बल का मान चार गुना हो जाएगा, अर्थात् $1000 \times 4 = 4000\ N$

116. (b)

117. (d) $l = \frac{FL}{AY} = \frac{FL^2}{(AL)Y} = \frac{FL^2}{VY}$

$\therefore\ l \propto L^2$, यदि तार का आयतन नियत रहे

$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = \left(\frac{8}{2}\right)^2 = 16$

$\therefore l_2 = 16 \times l_1 = 16 \times 2 = 32mm = 3.2cm$

118. (a) $l = \frac{FL}{AY}\ \therefore\ l \propto \frac{1}{A}$ (F, L तथा Y नियत है]

$\frac{l_2}{l_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2} \Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05mm$

119. (c) $L = \frac{P}{dg} = \frac{10^6}{3 \times 10^3 \times 10} = \frac{100}{3} = 33.3m$

120. (a) $l = \frac{L^2dg}{2Y} = \frac{(10)^2 \times 1500 \times 10}{2 \times 5 \times 10^8} = 15 \times 10^{-4}\ m$

121. (a) $Y = 3K(1-2\sigma), Y = 2\eta(1+\sigma)$

$Y = 0$, के लिए, हमें प्राप्त होता है $1 - 2\sigma = 0$, तथा $1 + \sigma = 0$

अतः, σ का मान $\frac{1}{2}$ तथा -1 के बीच परिवर्तित होता है।

122. (a) पॉइसन अनुपात का मान -1 से $\frac{1}{2}$ के मध्य परिवर्तित होता है।

123. (b) हम जानते हैं कि $\frac{dV}{V} = (1+2\sigma)\frac{dL}{L}$

यदि $\sigma = -\frac{1}{2}$ तब $\frac{dV}{V} = 0$

अर्थात् आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होगा।

124. (b) $\frac{dV}{V} = (1+2\sigma)\frac{dL}{L}$

$\frac{dV}{V} = 2 \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}\ \left[\because \sigma = 0.5 = \frac{1}{2}\right]$

$\therefore$ आयतन में प्रतिशत वृद्धि $= 4 \times 10^{-1} = 0.4\%$

125. (b) $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y}\ \therefore\ l \propto \frac{L}{r^2}$

विकल्प (b) में तार के लिए $\frac{L}{r^2}$ का मान अधिकतम होगा

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक

1. (c) समतापीय प्रत्यास्थता $K_i = P$

2. (c) रुद्धोष्म प्रत्यास्थता $K_a = \gamma P$

3. (b) रुद्धोष्म तथा समतापीय प्रत्यास्थताओं का अनुपात

$\frac{E\phi}{E\theta} = \frac{\gamma P}{P} = \gamma = \frac{C_p}{C_v}$

4. (d)

5. (b) त्रिपरमाण्वीय गैस के लिये $\gamma = \frac{4}{3}$

6. (d) आदर्श गैस समीकरण से, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{1}{4}\right) \times \left(\frac{400}{300}\right) = \frac{1}{3} \Rightarrow E_2 = \frac{E_1}{3}$

अर्थात् प्रत्यास्थता $\frac{1}{3}$ गुनी हो जाएगी

7. (a) $C = \frac{1}{K} = \frac{\Delta V/V}{\Delta P} \Rightarrow \Delta V = C \times \Delta P \times V$

$= 4 \times 10^{-5} \times 100 \times 100 = 0.4cc$

8. (d) $K = \frac{\Delta P}{\Delta V/V} = \frac{h\rho g}{\Delta V/V} = \frac{200 \times 10^3 \times 10}{0.1/100} = 2 \times 10^9$

9. (c) $\frac{1}{K} = \text{संपीड्यता} = \left(\frac{-\Delta V/V}{\Delta P}\right)$

10. (c) $K = \frac{100}{0.01/100} = 10^6 atm = 10^{11}\ N/m^2 = 10^{12}\ dyne/cm^2$

11. (b)

12. (c)

13. (d) यदि घन की भुजा L है, तब $V = L^3 \Rightarrow \frac{dV}{V} = 3\frac{dL}{L}$

$\therefore$ आयतन में % परिवर्तन = 3 × (लंबाई में % वृद्धि)

= 3 × 1% = 3% $\therefore$ आयतन विकृति $\frac{\Delta V}{V} = 0.03$

14. (a) $B = \frac{\Delta p}{\Delta V/V} = \frac{h\rho g}{0.1/100} = \frac{200\times 10^3 \times 9.8}{1/1000}$

$= 19.6 \times 10^8\ N/m^2$

15. (c) समतापीय प्रत्यास्थता $K_i = P = 1 atm = 1.013\times 10^5\ N/m^2$

16. (b)

17. (c) समतापीय आयतन प्रत्यास्थता गुणांक = गैस का दाब

18. (c)

19. (a) यदि आयतन प्रसार गुणांक α तथा ताप में वृद्धि $\Delta\theta$ है तब

$\Delta V = V\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \alpha\Delta\theta$

आयतन प्रत्यास्थता $\beta = \frac{P}{\Delta V/V} = \frac{P}{\alpha\Delta\theta} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{P}{\alpha\beta}$

20. (d) $K = \frac{\Delta p}{\Delta V/V} = \frac{(1.165 - 1.01)\times 10^5}{10/100} = \frac{0.155\times 10^5}{1/10}$

$= 1.55\times 10^5\ pa$

21. (b) $B = \frac{\Delta p}{\Delta V/V} \Rightarrow \frac{1}{B} \propto \frac{\Delta V}{V}$ [Δp = नियत]

दृढ़ता गुणांक

1. (b)

2. (d) दृढ़ता गुणांक पदार्थ का गुण है।

3. (c) $Y = 2\eta(1+\sigma)$

4. (d) $Y = 2\eta(1+\sigma) \Rightarrow \sigma = \frac{0.5Y - \eta}{\eta}$

5. (c) ऐंठन युग्म $C = \frac{\pi\eta r^4\theta}{2l}$

यदि तारों A तथा B के पदार्थ तथा लंबाई समान हैं तथा उन पर समान ऐंठन युग्म लगाया जाता है, तब

$\theta \propto \frac{1}{r^4} \Rightarrow \frac{\theta_1}{\theta_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4$

6. (a) किसी स्प्रिंग के छोटे भाग में स्पर्शी प्रतिबल हो सकता है, जिसके कारण उसमें विकृति होती है

7. (a) $Y = 2\eta(1+\sigma)$

यदि कोई अनुप्रस्थ विकृति नहीं है ($\sigma = 0$)

$Y = 2\eta \Rightarrow \eta = \frac{Y}{2} = 3\times 10^{12}\ N/m^2$

8. (b) $Y = 2\eta(1+\sigma) \Rightarrow 3\eta = 2\eta(1+\sigma) \Rightarrow \sigma = \frac{3}{2} - 1 = \frac{1}{2}$

σ का यह मान नीचे उल्लेखित समीकरण में रखने पर

$Y = 3K(1-2\sigma) \Rightarrow K = \frac{Y}{3(1-2\sigma)} = \infty$

9. (c)

10. (d) $Y = 2\eta(1+\sigma)$

$2.4\eta = 2\eta(1+\sigma) \Rightarrow 1.2 = 1 + \sigma \Rightarrow \sigma = 0.2$

11. (d) अपरूपण विकृति $\phi = \frac{x}{L} = \frac{0.02 cm}{10 cm} \Rightarrow \phi = 0.002$

12. (b)

13. (d) इस स्थिति में अपरूपण प्रतिबल तथा अभिलंब प्रतिबल दोनों कार्य करते हैं।

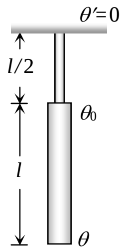
14. (b) अपरूपण कोण $\phi = \frac{r\theta}{L} = \frac{4\times 10^{-1}}{100}\times 30^o = 0.12^o$

15. (c) ऐंठन के लिए, अपरूपण कोण $\phi \propto \frac{1}{L}$

अर्थात् जब L अधिक है तब ϕ का मान कम होगा

16. (b) $r\theta = L\phi \Rightarrow 10^{-2}\times 0.8 = 2\times\phi \Rightarrow \phi = 0.004$

17. (d) $\tau = C.\theta = \frac{\pi\eta r^4\theta}{2L}$ = नियत



$\Rightarrow \frac{\pi\eta r^4(\theta - \theta_0)}{2l} = \frac{\pi\eta(r/2)^4(\theta_0 - \theta')}{2(l/2)}$

$\Rightarrow \frac{(\theta - \theta_0)}{2} = \frac{\theta_0}{16} \Rightarrow \theta_0 = \frac{8}{9}\theta$

18. (c)

तार को खींचने में किया गया कार्य

1. (d) $U = \frac{1}{2}\left(\frac{YA}{L}\right)l^2 \Rightarrow U \propto l^2$

$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 = \left(\frac{10}{2}\right)^2 = 25 \Rightarrow U_2 = 25U_1$

अर्थात् स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा 25 V होगी।

2. (b)

3. (c) किया गया कार्य = $\frac{1}{2}Fl = \frac{Mgl}{2}$

4. (a) $W = \frac{1}{2}Fl \ \therefore\ W \propto l$ (F नियत है)

$\therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l}{2l} = \frac{1}{2}$

5. (b) $W = \frac{1}{2}\times F\times l = \frac{1}{2}mgl = \frac{1}{2}\times 10\times 10\times 1\times 10^{-1} = 0.05\ J$

6. (c) $K = \frac{F}{l}$ तथा $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2}Kl\times l = \frac{1}{2}Kl^2$

7. (d) तनाव के कारण, परमाणुओं के बीच की अंतरपरमाण्विक दूरी बढ़ती है, अतः इसके कारण तार की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है तथा बल हटाने पर अंतरपरमाण्विक दूरी घट जाती है। अतः स्थितिज ऊर्जा भी घट जाती है। स्थितिज ऊर्जा में इस परिवर्तन के कारण यह ऊर्जा तार में ऊष्मा के रूप में उत्सर्जित होती है। अतः इसका ताप बढ़ जाता है।

8. (c) अंतरपरमाण्विक दूरी में वृद्धि के कारण

9. (b)

10. (b) $U = \frac{1}{2}\times\frac{(\text{प्रतिबल})^2}{Y}\times$ आयतन $= \frac{1}{2}\times\frac{F^2\times A\times L}{A^2\times Y}$

$= \frac{1}{2}\times\frac{F^2L}{AY} = \frac{1}{2}\times\frac{(50)^2\times 0.2}{1\times 10^{-4}\times 1\times 10^{11}} = 2.5\times 10^{-5}\ J$

11. (c) तार को खींचने में किया गया कार्य

$W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.5 \times 10^{-3} = 2.5 \times 10^{-3} J$

इसे 1.5 मिमी विस्थापित करने में किया गया कार्य

$W = F \times l = 5 \times 10^{-3} J$

दोनो कार्यो का अनुपात = 1 : 2

12. (a) ऊर्जा में वृद्धि $= \frac{1}{2} \times 20 \times 1 \times 10^{-3} = 0.01 J$

13. (d) किए गए कार्य का अनुपात $= \frac{1/2Fl}{Fl} = \frac{1}{2}$

14. (a) ऊर्जा प्रति इकाई आयतन $= \frac{1}{2} \times Y \times (\text{विकृति})^2$

$\therefore$ विकृति $= \sqrt{\frac{2E}{Y}}$

15. (a) ऊर्जा प्रति इकाई आयतन $= \frac{(\text{प्रतिबल})^2}{2Y}$

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{Y_2}{Y_1}$ (प्रतिबल नियत है) $\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{2}$

16. (a) ऊर्जा $= \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times F \times \left(\frac{FL}{AY}\right) = \frac{1}{2} \times \frac{F^2 L}{AY}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{(50)^2 \times 20 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4} \times 1.4 \times 10^{11}} = 8.57 \times 10^{-6} J$

17. (b) $U = \frac{F^2}{2K} = \frac{T^2}{2K}$

18. (a) प्रति इकाई आयतन संचित ऊर्जा $= \frac{1}{2}\left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{l}{L}\right) = \frac{Fl}{2AL}$

19. (c) $U = \frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \times 3 \times 10^{-6} \times (1 \times 10^{-3})^2}{4}$

$= 0.075 \ J$

20. (d) स्प्रिंग के l_1 खिंचाव में संचित ऊर्जा $= \frac{1}{2}Kl_1^2$

स्प्रिंग के l_2 खिंचाव में संचित ऊर्जा $= \frac{1}{2}Kl_2^2$

स्प्रिंग को l_1 से l_2 तक खींचने में किया गया कार्य

$= \frac{1}{2}K(l_2^2 - l_1^2)$

21. (b) $K = \frac{F}{x} = \frac{40}{2 \times 10^{-2}} = 0.2 \ N/m$

किया गया कार्य $= \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2} \times (0.2) \times (0.05)^2 = 2.5 \ J$

22. (c)

23. (c)

24. (c) $W = \frac{YAl^2}{2L} = \frac{2 \times 10^{10} \times 10^{-6} \times (10^{-3})^2}{2 \times 50 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2} \ J$

25. (b) $U = \frac{1}{2} \times Y \times (\text{विकृति})^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{11} \times \left(\frac{1}{100}\right)^2$

$= 4.5 \times 10^7 \ J$

26. (a) $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times Mg \times l = \frac{1}{2} \times 5 \times 10 \times 3 = 75 \ J$

27. (b)

28. (a)

29. (a) $U = \frac{1}{2} \times F \times l = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-3} = 0.1 \ J$

30. (b) $U = \frac{1}{2}Fl = \frac{F^2 L}{2AY}$ $U \propto \frac{L}{r^2}$ (F तथा Y नियत हैं)

$\therefore \frac{U_A}{U_B} = \left(\frac{L_A}{L_B}\right) \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = (3) \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}$

Critical Thinking Questions

1. (b)

2. (a) $L = \frac{P}{dg} = \frac{6}{3 \times 10^3 \times 10} = \frac{100}{3} = 34 m$

3. (c) तापीय प्रतिबल $= Y\alpha\Delta\theta$

यदि तापीय प्रतिबल तथा ताप में वृद्धि समान हो, तब

$Y \propto \frac{1}{\alpha} \Rightarrow \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{3}{2}$

4. (a) खिंची हुई डोरी में ध्वनि की चाल $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ...(i)

जहाँ T डोरी में तनाव तथा μ द्रव्यमान प्रति इकाई लंबाई है

हुक के नियम के अनुसार, $F \propto x \Rightarrow T \propto x$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) से $v \propto \sqrt{x} \Rightarrow v' = \sqrt{1.5} \ v = 1.22 \ v$

5. (c) इसके निचले सिरे से $3L/4$ ऊँचाई पर कुल बल

= लटकाया गया भार + तार के 3/4 भाग का भार

$= W_1 + (3W/4)$

अतः प्रतिबल $= \frac{W_1 + (3W/4)}{S}$

6. (d) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (F, L तथा Y नियत हैं)

$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = (2)^2 = 4$

7. (c) माध्य स्थिति में प्रत्यानन बल का मान शून्य होता है

$F = -Kx + F_0 \Rightarrow 0 = -Kx + F_0 \Rightarrow x = \frac{F_0}{K}$

अर्थात् कण $x = \frac{F_0}{K}$ के सापेक्ष दोलन करेगा।

8. (b)

ग्राफीय प्रश्न

1. (d) $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}} \Rightarrow T^2 \propto M$

यदि हम T^2 तथा M के बीच आरेख खींचें, तो प्राप्त आरेख एक सीधी रेखा होगी।

तथा $M = 0$ के लिये, $T^2 = 0$

अर्थात् आरेख मूल बिन्दु से होकर जाता है।

परंतु ग्राफ से यह प्रदर्शित नहीं होता, अतः पात्र का द्रव्यमान नगण्य माना गया है।

2. (a) भाग OA में प्रतिबल $\propto$ विकृति अर्थात् यह हुक के नियम का पालन करता है।

3. (c)

4. (c)

5. (d) चूँकि प्रतिबल को x-अक्ष पर तथा विकृति को y-अक्ष पर प्रदर्शित किया गया है।

अतः हम कह सकते हैं कि $Y = \cot\theta = \frac{1}{\tan\theta} = \frac{1}{\text{ढाल}}$

अतः तार P की प्रत्यास्थता न्यूनतम तथा तार R की प्रत्यास्थता अधिकतम है।

6. (a) शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल रबर की पट्टी को खींचने तथा खींचकर छोड़ देने की प्रक्रिया में होने वाले ऊर्जा ह्रास को प्रदर्शित करता है तथा यह ह्रास ऊष्मा के रूप में उत्पन्न होता है।

7. (d) $\frac{Y_A}{Y_B} = \frac{\tan\theta_A}{\tan\theta_B} = \frac{\tan 60}{\tan 30} = \frac{\sqrt{3}}{1/\sqrt{3}} = 3 \Rightarrow Y_A = 3Y_B$

8. (a) $l = \frac{FL}{AY} \Rightarrow l \propto \frac{1}{r^2}$ (Y, L तथा F नियत हैं)

अर्थात् समान भार के लिए, मोटे तार में न्यूनतम खिंचाव होगा, अतः ग्राफ D मोटे तार को प्रदर्शित करता है।

9. (a) ग्राफ से $l = 10^{-4} m, F = 20 N \;\; A = 10^{-6} m^2, L = 1m$

$\therefore \; Y = \frac{FL}{Al} = \frac{20 \times 1}{10^{-6} \times 10^{-4}} = 20 \times 10^{10} = 2 \times 10^{11} N/m^2$

10. (b) बिन्दु b पर पदार्थ के बहने की प्रक्रिया प्रारंभ हो जाती है।

11. (c) लगाए गए बल तथा लंबाई में वृद्धि के बीच का ग्राफ एक सीधी रेखा होगा क्योंकि प्रत्यास्थ सीमा में,

लगाया गया बल $\propto$ लंबाई में वृद्धि

परंतु लंबाई में वृद्धि तथा संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा के बीच के ग्राफ की प्रकृति परवलयाकार होती है।

(चूँकि, $U = 1/2 \; kx^2$ अथवा $U \propto x^2$)

12. (b) $F = -\left(\frac{dU}{dx}\right)$

ग्राफ के भाग BC में ग्राफ का ढाल धनात्मक है,

$\therefore F =$ ऋणात्मक अर्थात् बल आकर्षण प्रकृति का होगा।

ग्राफ के भाग AB में ग्राफ का ढाल ऋणात्मक है,

$\therefore F =$ धनात्मक अर्थात् बल प्रतिकर्षण प्रकृति का होगा।

13. (b) बल नियतांक, $K = \tan 30° = 1/\sqrt{3}$

14. (b) तन्य पदार्थों में, पराभव बिन्दु का अस्तित्व होता है, जबकि भंगुर पदार्थ पराभव बिन्दु के बिना ही टूट जाते हैं।

15. (d) यंग गुणांक का अस्तित्व केवल प्रत्यास्थ सीमा के लिए ही होता है, तथा

$Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \frac{8 \times 10^7}{4 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{11} \; N/m^2$

16. (a) तार की प्रत्यास्थता उच्च ताप पर घटती है अर्थात् उच्च ताप पर ग्राफ का ढाल कम होगा।

अतः हम कह सकते हैं कि $T_1 > T_2$

17. (c)

18. (d) जब अणुओं के बीच की दूरी अधिकतम होती है, तब आकर्षण न्यूनतम होगा।

आकर्षण उस बिन्दु पर अधिकतम होता है, जहाँ धनात्मक ढाल अधिकतम होता है, क्योंकि $F = -\frac{dU}{dx}$

19. (c) $Y = \tan\theta$, चित्र के अनुसार $\theta_A > \theta_B > \theta_C$

अर्थात् $\tan\theta_A > \tan\theta_B > \tan\theta_C$

अथवा $Y_A > Y_B > Y_C$

$\therefore A, B,$ तथा C ग्राफ क्रमशः स्टील, पीतल तथा रबर के लिए होंगे।

प्रक्कथन एवं कारण

1. (a) क्योंकि कुण्डली को खींचने पर केवल इसकी आकृति परिवर्तित होती है, जबकि कुण्डली के तार की लंबाई अपरिवर्तित रहती है। ऐसा वस्तु की प्रत्यास्थता के अपरूपण गुणांक (दृढ़ता गुणांक) के कारण होता है।

2. (e) जब किसी स्प्रिंग तुला को लंबे समय तक प्रयोग किया जाता है, स्प्रिंग तुला में प्रत्यास्थ-श्रांति (थकान) उत्पन्न होती है, अतः स्प्रिंग की क्षमता घट जाती है। इस स्थिति में दिए गए भार के लिए स्प्रिंग में खिंचाव अधिक होता है। अतः स्प्रिंग तुला गलत पाठ्यांक प्रदर्शित करती है।

3. (a) प्रत्यास्थता वस्तु का वह गुण है, जिसके कारण वह भार हटाने पर अपनी पूर्व स्थिति (वास्तविक स्थिति) में आ जाती है। चूँकि स्टील में विकृति रबर की अपेक्षा कम होती है, अतः स्टील रबर की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ है।

4. (d) अक्रिस्टलीय ठोसों (Amorphons solid) के अणुओं अथवा परमाणुओं अथवा आयनों के बीच बन्ध समान सामर्थ्य वाले नहीं होते। अतः विभिन्न बन्ध भिन्न-भिन्न ताप पर टूटते हैं अतः अक्रिस्टलीय ठोसों का कोई निश्चित गलनांक नहीं होता।

5. (a)

6. (a) आयतन प्रत्यास्थता गुणांक दर्शाता है कि किसी वस्तु को संपीड़ित करने के पश्चात् यह अपने वास्तविक आयतन को कितना अधिक प्राप्त करती है। अतः यह पदार्थ की असंपीड्यता को प्रदर्शित करता है। $K = \frac{-PV}{\Delta V}$ जहाँ P दाब में वृद्धि, ΔV आयतन में परिवर्तन है।

7. (c) किसी वस्तु की विमा में परिवर्तन तथा वास्तविक विमा के अनुपात को विकृति कहा जाता है। चूँकि यह एक अनुपात है, अतः यह एक विमाहीन राशि है।

8. (a) किसी पुल को प्रयोग करने के दौरान इसमें प्रत्येक दिन अनेकों बार विकृति उत्पन्न होती है जोकि पुल से गुजरने वाले वाहनों के आवागमन पर निर्भर करती है। जब पुल को लम्बे समय तक प्रयोग किया जाता है, तब इसकी प्रत्यास्थ सामर्थ्य घट जाती है। अतः पुल को दिए गए प्रतिबल के लिए विकृति का मान बहुत अधिक हो जाता है तथा अंततः पुल टूट जाता है। ऐसा होने से रोकने के लिए पुलों को असुरक्षित घोषित कर दिया जाता है।

9. (d) हाथी दाँत, गीली चिकनी मिट्टी से अधिक प्रत्यास्थ होता है। अतः हाथी दाँत की बनी गेंद अधिक ऊँचाई तक ऊपर उठेगी। जबकि गीली चिकनी मिट्टी से बनी गेंद ऊपर नहीं उठेगी तथा फर्श से टकराकर चपटी हो जाएगी।

10. (a) पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक, $Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$

यहाँ, प्रतिबल $= \frac{\text{प्रत्यानयन बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$

चूँकि प्रत्यानयन बल शून्य है $\Rightarrow Y = 0$

11. (a) किया गया कार्य $= \frac{1}{2} \times \text{प्रतिबल} \times \text{विकृति} = \frac{1}{2} \times Y \times (\text{विकृति})^2$

चूँकि स्टील की प्रत्यास्थता ताँबे से अधिक है। अतः स्टील की स्प्रिंग को खींचने में अधिक कार्य करना पड़ेगा।

12. (b) किसी वस्तु का प्रतिबल वस्तु के प्रति इकई क्षेत्रफल में लगने वाला आंतरिक बल (प्रत्यानन बल) है तथा रबर स्टील की अपेक्षा कम प्रत्यास्थ है, क्योंकि रबर के प्रत्यानयन बल (आंतरिक बल) का मान स्टील की तुलना में कम होता है।

प्रत्यास्थता

SET Self Evaluation Test -9

1. समान लम्बाई, समान अनुप्रस्थ क्षेत्रफल तथा समान यंग मापांक के दो तार A तथा B एक ही ताप परिसर तक गर्म किये जाते हैं। यदि तार A का रेखीय प्रसार गुणांक तार B के रेखीय प्रसार गुणांक का 3/2 गुना हो तो A तथा B तारों में उत्पन्न बलों का अनुपात है
   (a) 2/3 (b) 9/4
   (c) 4/9 (d) 3/2

2. 10^{-6} मी^{2} क्षेत्रफल के तार की लम्बाई में 0.1% की वृद्धि होने पर उसमें 1000 न्यूटन का तनाव उत्पन्न होता है। तार का यंग प्रत्यास्थता गुणांक है
   (a) $10^{12}\ N/m^2$ (b) $10^{11}\ N/m^2$
   (c) $10^{10}\ N/m^2$ (d) $10^{9}\ N/m^2$

3. एक मीटर लम्बे तार को तोड़ने के लिये न्यूनतम 40 kg भार की आवश्यकता है तो उसी पदार्थ के दो गुनी मोटाई तथा 6 मीटर लम्बे तार को तोड़ने के लिये आवश्यक न्यूनतम भार होगा
   (a) 80 किग्रा-भार (b) 240 किग्रा-भार
   (c) 200 किग्रा-भार (d) 160 किग्रा-भार

4. किसी तार का, जिसकी लम्बाई L तथा त्रिज्या r है, त्रोटन प्रतिबल 5 किग्रा-भार/मी^{2} है। उसी पदार्थ के $2L$ लम्बाई तथा $2r$ त्रिज्या के तार का त्रोटन प्रतिबल किग्रा भार/मी^{2} में होगा
   (a) 5 (b) 10
   (c) 20 (d) 80

5. एक तार को खींचने पर उसकी लम्बाई में 0.05% वृद्धि होती है। यदि पॉइसन अनुपात σ का मान 0.4 हो, तो व्यास में
   (a) कमी होगी 0.02% (b) कमी होगी 0.1 %
   (c) वृद्धि होगी 0.02% (d) कमी होगी 0.4%

6. किसी पदार्थ के लिये 'σ' का मान $-\frac{1}{2}$ है, तो यह है
   (a) असम्पीड्य (b) प्रत्यास्थ थकान
   (c) सम्पीड्य (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

7. एक दिये गये तार के लिये त्रोटन बल F है, तो उसी परिमाण के दो तारों के लिये त्रोटन बल होगा
   (a) F (b) $4F$
   (c) $8F$ (d) $2F$

8. उपरोक्त प्रश्न में, यदि तार की मोटाई दो गुनी कर दी जाती है, तो त्रोटन बल होगा
   (a) $6F$ (b) $4F$
   (c) $8F$ (d) F

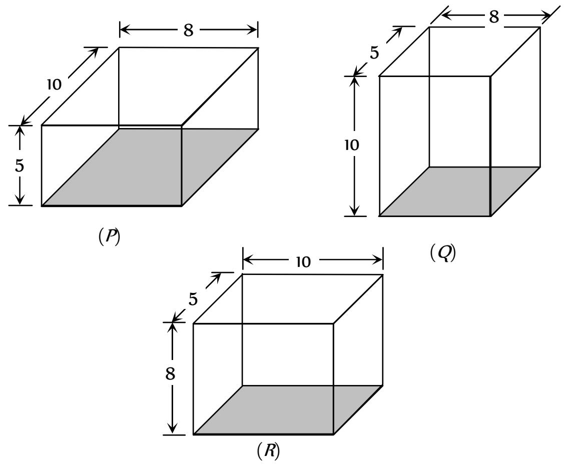
9. एक इकाई घन की सभी छः सतहों पर F तनन सार्मथ्य आरोपित किया जाता है। प्रत्येक भुजा की लम्बाई में वृद्धि होगी
   (Y=यंग मापांक, σ =पॉइसन अनुपात)
   (a) $\frac{F}{Y(1-\sigma)}$ (b) $\frac{F}{Y(1+\sigma)}$
   (c) $\frac{F(1-2\sigma)}{Y}$ (d) $\frac{F}{Y(1+2\sigma)}$

10. एक तार का द्रव्यमान तथा लम्बाई क्रमशः M तथा L हैं। यदि तार के पदार्थ का घनत्व d है तथा उस पर F बल आरोपित करके लम्बाई में l वृद्धि करते हैं, तो तार के पदार्थ का यंग मापांक है
   (a) $\frac{Fdl}{Ml}$ (b) $\frac{FL}{Mdl}$
   (c) $\frac{FMl}{dl}$ (d) $\frac{FdL^2}{Ml}$

11. स्टील व तांबे के दो एक समान तार समान बलों द्वारा खींचे जाते हैं। यदि उनकी लम्बाईयों में वृद्धियों का अन्तर 0.5 सेमी है तो प्रत्येक तार की लम्बाई में वृद्धि (l) होगी [Y_s(स्टील) = 2.0×10^{11} न्यूटन/मीटर व Y_c (तांबा) = 1.2×10^{11} न्यू/मी^{2}]
   (a) l_s = 0.75 सेमी, l_c= 1.25 सेमी
   (b) l_s = 1.25 सेमी, l_c= 0.75 सेमी
   (c) l_s = 0.25 सेमी, l_c= 0.75 सेमी
   (d) l_s = 0.75 सेमी, l_c= 0.25 सेमी

12. पानी के प्रति इकाई वायुमण्डल दाब पर पानी की सम्पीड्यता 'σ' है तथा P वायुमण्डलीय दाब के कारण जल के आयतन V में कमी होगी
   (a) $\sigma P/V$ (b) σPV
   (c) σ/PV (d) $\sigma V/P$

13. एक 10 सेमी × 8 सेमी × 5 सेमी का आयताकार ब्लॉक चित्रानुसार तीन विभिन्न स्थितियों P, Q तथा R में बारी-बारी से रखा जाता है। प्रत्येक स्थिति में छायांकित तल को मजबूती से जकड़ कर रखा जाता है तथा उसके मापने वाले तल पर एक निश्चित स्पर्श रेखीय बल F लगाया जाता है, जो ब्लॉक को विरूपित करता है। ऊपरी तल का विस्थापन



   (a) तीनों दशाओं में समान होगा (b) P स्थिति में अधिकतम होगा
   (c) Q स्थिति में अधितकम होगा (d) R स्थिति में अधिकतम होगा

AS Answers and Solutions

(SET - 9)

1. (d) $F = YA\alpha\Delta\theta$

यदि Y, A तथा $\Delta\theta$ नियत हैं तो, $\frac{F_A}{F_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{3}{2}$

2. (a) $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{1000 \times 100}{10^{-6} \times 0.1} = 10^{12}\, N/m^2$

3. (d) त्रोटन बल = त्रोटन प्रतिबल × तार का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल

$\therefore$ त्रोटन बल $\propto r$ (त्रोटन दूरी नियत है)

यदि r का मान दो गुना कर दें, तो त्रोटन बल का मान चार गुना हो जायेगा अर्थात् $40 \times 4 = 160\ kg\ wt$

4. (a) त्रोटन प्रतिबल का मान तार के पदार्थ पर निर्भर करता है।

5. (a) पॉइसन अनुपात = $\frac{\text{अनुप्रस्थ विकृति}}{\text{अनुदैर्ध्य विकृति}}$

$\therefore$ अनुप्रस्थ विकृति $= 0.4 \times \frac{0.05}{100}$

अतः 0.02% कम हो जायेगा।

6. (a) $\frac{dV}{V} = (1 + 2\sigma)\frac{dL}{dL}$

यदि $\sigma = -\frac{1}{2}$ तब $\frac{dV}{V} = 0$ अर्थात् $K = \infty$

7. (d) त्रोटन बल $\propto$ अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

यदि क्षेत्रफल दो गुना कर दिया जाये तो त्रोटन बल का मान भी दो गुना हो जायेगा।

8. (b) त्रोटन बल $\propto \pi r^2$

यदि तार की मोटाई (त्रिज्या) को दो गुना कर दें तो त्रोटन बल का मान चार गुना हो जायेगा।

9. (c) प्रत्येक सतह पर तनन सामर्थ्य $= \frac{F}{Y}$

लम्बवत् सतहों पर कार्यरत अन्य दो बलों के कारण

अनुप्रस्थ विकृति $= \frac{-2\sigma F}{Y}$

लम्बाई में कुल वृद्धि $= (1 - 2\sigma)\frac{F}{Y}$

10. (d) $Y = \frac{F}{A}\frac{L}{l} = \frac{FdL^2}{Ml}$

चूँकि M = आयतन × घनत्व $= A \times L \times d \ \therefore\ A = \frac{M}{Ld}$

11. (a) $l \propto \frac{1}{Y} \Rightarrow \frac{Y_s}{Y_c} = \frac{l_c}{l_s} \Rightarrow \frac{l_c}{l_s} = \frac{2 \times 10^{11}}{1.2 \times 10^{11}} = \frac{5}{3}$ ...(i)

तथा $l_c - l_s = 0.5$ ...(ii)

(i) व (ii) को हल करने पर $l_c = 1.25\ cm$ तथा $l_s = 0.75\ cm$

12. (b) संपीड्यता = $\frac{\Delta V/V}{P} \Rightarrow \sigma = \frac{\Delta V}{PV} \Rightarrow \Delta V = \sigma PV$

13. (d) $\eta = \frac{F/A}{x/L} \Rightarrow x = \frac{L}{\eta} \times \frac{F}{A}$

यदि η तथा F नियत हैं, तो $x \propto \frac{L}{A}$

अधिकतम विस्थापन के लिये, वह क्षेत्रफल जिस पर बल आरोपित है, न्यूनतम होना चाहिये तथा ऊर्ध्वाधर भुजा अधिकतम होनी चाहिये। यह स्थिति, आयताकार गुटके की R स्थिति से मेल खाती है।

***