

CBSE Class 11th Physics Important Questions

Chapter 9 ठोसों के यांत्रिक गुण

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.

विरूपक बल से क्या समझते हो?

उत्तर-

किसी पिण्ड पर लगाये गये बाहरी बल को विरूपक बल कहते हैं।

प्रश्न 2.

विरूपण से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

विरूपक बल के कारण पिण्ड में होने वाले परिवर्तन को विरूपण कहते हैं।

प्रश्न 3.

प्रत्यास्थता से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

किसी पदार्थ का वह गुण जिसके कारण वह विरूपक बल द्वारा होने वाले परिवर्तन का विरोध करता है तथा बल को हटाये जाने पर अपनी पूर्वावस्था में आ जाता है।

प्रश्न 4.

प्रतिबल से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

किसी वस्तु पर बाह्य बल लगाने पर प्रत्यास्थता के गुण के कारण वस्तु में एक बल उत्पन्न होता है जो इस परिवर्तन का विरोध करता है। इस बल को प्रत्यानयन बल कहते हैं और प्रत्यानयन बल का वह मान जो वस्तु के अनुप्रस्थ काट के एकांक क्षेत्रफल पर लगता है, प्रतिबल कहलाता है।

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

मात्रक-न्यूटन/मीटर- या डाइन/सेमी होता है।

प्रश्न 5.

अप्रत्यास्थ वस्तु से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

किसी वस्तु का वह गुण जिसके कारण विरूपक बल लगाये जाने पर वस्तु स्थायी रूप से विकृत हो जाती है और अपनी प्रारंभिक अवस्था में वापिस नहीं आ पाती, अप्रत्यास्थता कहलाता है और ऐसी वस्तुएँ अप्रत्यास्थ वस्तुएँ कहलाती हैं।

प्रश्न 6.

प्रत्यास्थता की सीमा से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

विरूपक बल का वह अधिकतम मान जिससे कम बल लगाने पर पदार्थ में प्रत्यास्थता का गुण बना रहता है तथा जिससे अधिक बल लगाने पर प्रत्यास्थता का गुणधर्म समाप्त हो जाता है, प्रत्यास्थता की सीमा कहलाती है।

प्रश्न 7.

भंगुरता से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

किसी पदार्थ का वह गुण जिसके कारण प्रत्यास्थता सीमा से अधिक बल लगाने पर पदार्थ टुकड़ों में टूट जाता है, भंगुरता कहलाता है और ऐसी वस्तुएँ भंगुर वस्तुएँ कहलाती हैं।

प्रश्न 8.

प्रतिबल तथा दाब में क्या अन्तर है ?

उत्तर-

प्रतिबल आन्तरिक बल तथा दाब बाह्य बल है।

प्रश्न 9. विकृति से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

विरूपक बल के कारण किसी वस्तु में एकांक विमा में होने वाले परिवर्तन को विकृति कहते हैं। यह एक विमाहीन राशि है।

प्रश्न 10.

प्रतिबल कितने प्रकार के होते हैं ? नाम लिखिए।

उत्तर-

प्रतिबल तीन प्रकार के होते हैं

- अनुदैर्घ्य प्रतिबल,
- अवमंदक प्रतिबल,
- आयतन प्रतिबल।

प्रश्न 11.

हुक का नियम लिखिए।

उत्तर-

हुक के नियमानुसार "प्रत्यास्थता की सीमा के अन्दर प्रतिबल, विकृति के अनुक्रमानुपाती होता है।" अर्थात् प्रतिबल \propto विकृति

या

$$\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \text{एकनियतांक (प्रत्यास्थता गुणांक)} ।$$

प्रश्न 12.

त्रोटन बल से क्या समझते हो ?

उत्तर-

किसी तार पर लगाया गया वह न्यूनतम बल जिससे तार टूटने लगता है तार के पदार्थ का त्रोटन बल कहलाता है। इससे अधिक बल लगाने पर तार की लंबाई बहुत शीघ्रता से बढ़ती है तथा तार बढ़ता हुआ प्रतीत होता है।

प्रश्न 13.

प्रत्यास्थता थकान से आप क्या समझते हो ?

उत्तर-

जब किसी तार पर कोई बल लंबे समय तक लगा रहता है तो तार अपनी अवस्था में वापिस लौटने में अधिक समय लेने लगता है, ऐसा लगने लगता है मानों तार थक गया है। यदि तार को कुछ समय तक विरूपक बल के प्रभाव से मुक्त रखा जाये तो वह पुनः पहले के समान प्रत्यास्थता के गुणों को प्रदर्शित करने लगता है। इस दोष को प्रत्यास्थता थकान कहते हैं।

प्रश्न 14.

अनुदैर्घ्य प्रतिबल किसे कहते हैं ?

उत्तर-

पिण्ड के जिस काट पर स्पर्शरिखीय प्रतिबल शून्य होता है उस काट के अभिलंब प्रतिबल को अनुदैर्घ्य प्रतिबल कहते हैं।

प्रश्न 15.

अपरूपण प्रतिबल किसे कहते हैं ?

उत्तर-

पिण्ड के जिस काट पर अभिलंब प्रतिबल शून्य होता है उस काट के स्पर्शरेखीय प्रतिबल को अपरूपण प्रतिबल कहते हैं।

प्रश्न 16.

आयतन प्रतिबल की परिभाषा दीजिए।

उत्तर-

पिण्ड के प्रत्येक काट का प्रतिबल जब काट के लंबवत् और बराबर होता है तब उसे आयतन प्रतिबल कहते हैं।

प्रश्न 17.

विकृति कितने प्रकार की होती है ?

उत्तर-

विकृति तीन प्रकार की होती है

1. अनुदैर्घ्य विकृति,
2. अपरूपण विकृति,
3. आयतन विकृति।

प्रश्न 18.

यंग प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा तथा इसका सूत्र लिखिए।

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्दर अनुदैर्घ्य प्रतिबल तथा अनुदैर्घ्य विकृति के अनुपात को यंग प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं। इसे Y से प्रदर्शित करते हैं।

$$Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$$

प्रश्न 19.

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा लिखिये।

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्तर्गत अभिलंब प्रतिबल तथा आयतन विकृति के अनुपात को आयतन प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं। इसे K से प्रदर्शित करते हैं।

अतः

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

प्रश्न 20.

संपीड्यता से क्या समझते हो ?

उत्तर-

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक के व्युत्क्रम को संपीड्यता कहते हैं।

प्रश्न 21.

ताँबा, लोहा, काँच तथा रबरको बढ़ती प्रत्यास्थता के क्रम में लिखिए।

उत्तर-

रबर < काँच < ताँबा < लोहा।

प्रश्न 22.

यदि हाथी दाँत तथा मिट्टी की एक जैसी गोलियाँ एक ही ऊँचाई से फर्श पर गिरायी जायें तो फर्श से टकराने के बाद कौन-सी गोली अधिक ऊँचाई तक उठेगी और क्यों ?

उत्तर-

हाथी दाँत की गोली, क्योंकि इसकी प्रत्यास्थता सबसे अधिक है।

प्रश्न 23.

स्प्रिंग, ताँबे के बजाय लोहे की बनायी जाती है, क्यों?

उत्तर-

क्योंकि ताँबे की अपेक्षा लोहा अधिक प्रत्यास्थ है अतः समान विकृति के लिए लोहे की स्प्रिंग, ताँबे की स्प्रिंग की अपेक्षा अधिक विरूपक बल सहन कर सकती है।

प्रश्न 24.

प्रत्यानयन बल से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर-

जिस बल के प्रभाव में वस्तु अपनी पूर्वावस्था ग्रहण करती है, उसे प्रत्यानयन बल कहते हैं।

प्रश्न 25.

प्रत्यानयन बल का विरूपक बल के बराबर और विपरीत होने का प्रतिबन्ध बताइये।

उत्तर-

जब वस्तु में विकृति प्रत्यास्थता की सीमा के अन्दर होती है तभी विरूपक बल, प्रत्यानयन बल के बराबर और विपरीत होता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.

प्रत्यास्थ उत्तर प्रभाव से क्या तात्पर्य है ? क्या कारण है कि प्रत्यास्थता संबंधी प्रयोग में तार पर से भार हटाते ही तुरन्त पाठ नहीं लेते हैं बल्कि कुछ देर रुककर पाठ लेते हैं ?

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्दर भी बल लगाने के बाद उसे हटाने पर वस्तु को अपनी पूर्वावस्था में वापिस आने में कुछ समय लगता है। इसे प्रत्यास्थता उत्तर प्रभाव कहते हैं। यही कारण है कि प्रत्यास्थता संबंधी प्रयोग में तार पर से भार हटाते ही तुरन्त पाठ नहीं लेते हैं। बल्कि कुछ देर ठहरने के बाद पाठ लेते हैं ताकि तार अपनी पूर्वावस्था प्राप्त कर लेवे।

प्रश्न 2.

प्रत्यास्थ एवं प्लास्टिक वस्तुओं में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर-

वे वस्तुएँ जिन पर बल लगाने से उनकी लंबाई, आयतन, आकृति में कुछ परिवर्तन हो जाता है तथा बल को हटाने पर यह परिवर्तन स्वतः ही समाप्त हो जाता है और वस्तु पूर्ण रूप से अपनी पूर्वावस्था में आ जाती है, प्रत्यास्थ वस्तुएँ कहलाती हैं। कार्दज़ को लगभग पूर्ण प्रत्यास्थ वस्तु माना जाता है।

वे वस्तुएँ जिन पर जब कोई बाह्य बल लगाया जाता है तो उनकी लंबाई, आयतन अथवा आकृति में कुछ परिवर्तन हो जाता है, परन्तु बल हटाने पर वे वापिस अपनी पूर्वावस्था में नहीं आती, प्लास्टिक वस्तुएँ कहलाती हैं। यद्यपि कोई भी वस्तु पूर्ण प्लास्टिक नहीं है। परन्तु फिर भी मोम का टुकड़ा पूर्ण प्लास्टिक माना जाता है।

प्रश्न 3.

यंग प्रत्यास्थता गुणांक का सूत्र लिखिये तथा इसके आधार पर यंग प्रत्यास्थता गुणांक की परिभाषा दीजिए इसका मात्रक तथा विमीय सूत्र भी लिखिए।

हल-यदि L लंबाई तथा A अनुप्रस्थ परिच्छेद वाले तार पर F बल लगाने से इसकी लंबाई में वृद्धि ! होती है तो

यंग प्रत्यास्थता गुणांक

$$Y = \frac{F.L}{A.l}$$

A. अब यदि A = 1 वर्ग मीटर तथा l = L हो तो Y = F

अतः किसी पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक संख्यात्मक रूप से उस बल के बराबर होता है जो प्रत्यास्थता की सीमा में उस पदार्थ के एकांक परिच्छेद क्षेत्रफल वाले तार की लंबाई को दोगुना कर दे। यंग गुणांक का मात्रक न्यूटन / मीटर² है।

प्रश्न 4.

सिद्ध कीजिए कि स्टील, रबर से अधिक प्रत्यास्थ है।

उत्तर-

माना समान लंबाई L तथा समान त्रिज्या r के स्टील तथा रबर के दो तार हैं जिन पर समान बल F लगाने पर उनकी लंबाई में वृद्धि l_s तथा l_R होती हैं। यदि स्टील तथा रबर के यंग प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः Y_s तथा Y_R हैं तो

$$Y_s = \frac{F \cdot L}{Al_s} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{एवं } Y_R = \frac{F \cdot L}{Al_R} \dots\dots\dots (2)$$

समी. (1) में समी. (2) का भाग देने पर,

$$\frac{Y_s}{Y_R} = \frac{l_R}{l_s} \dots\dots\dots (3)$$

परन्तु समान बल लगाने पर $l_R > l_s$

अतः समी. (3) से स्पष्ट है कि $Y_s > Y_R$

अतः स्टील, रबर से ज्यादा प्रत्यास्थ है।

प्रश्न 5.

यंग प्रत्यास्थता गुणांक से आप क्या समझते हैं ? इसके मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिये तथा इसके लिए सूत्र स्थापना कीजिये।

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्तर्गत अनुदैर्घ्य प्रतिबल तथा अनुदैर्घ्य विकृति के अनुपात को यंग प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं। अर्थात् $Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$

इसका SI मात्रक न्यूटन / मीटर² तथा विमीय सूत्र $[M^1L^{-1}T^{-2}]$ है।

माना एक तार की प्रारंभिक लंबाई L तथा त्रिज्या r है। उसके एक सिरे को दृढ़ आधार से कसकर दूसरे सिरे पर M द्रव्यमान का भार लटकाने पर उसकी लंबाई में वृद्धि l होती है।

$$\text{अतः} \quad \text{अनुदैर्घ्य प्रतिबल} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{Mg}{\pi r^2}$$

$$\text{अनुदैर्घ्य विकृति} = \frac{l}{L}$$

यंग प्रत्यास्थता गुणांक = img

$$\therefore Y = \frac{Mg/\pi r^2}{l/L}$$

$$Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$$

प्रश्न 6.

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक से क्या तात्पर्य है ? इसका सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्दर अभिलंब प्रतिबल तथा आयतन विकृति के अनुपात को आयतन प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं।

$$\text{अतः आयतन प्रत्यास्थता गुणांक} = \frac{\text{अभिलंब प्रतिबल}}{\text{अनुदैर्घ्य विकृति}}$$

अनुदैर्घ्य विकृति माना किसी वस्तु का प्रारंभिक आयतन V है। उसकी किसी सतह पर अभिलंबवत् बल F लगाने से उसके आयतन में परिवर्तन ΔV हो जाता है। यदि उसकी सतह का क्षेत्रफल A हो तो

$$\text{अभिलंब प्रतिबल} = \frac{F}{A}$$

$$\text{आयतन विकृति} = -\frac{\Delta V}{V}$$

$$\text{अतः आयतन प्रत्यास्थता गुणांक } K = -\frac{\frac{F}{A}}{-\frac{\Delta V}{V}}$$

$$\therefore K = -\frac{F \cdot V}{A \cdot \Delta V}$$

$$\text{परन्तु } \frac{F}{A} = P = \text{दाब}$$

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

प्रश्न 7.

दृढ़ता गुणांक से क्या तात्पर्य है ? इसके लिए सूत्र स्थापित कीजिये।

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्तर्गत स्पर्शरिखीय प्रतिबल तथा अपरूपण विकृति के अनुपात को दृढ़ता गुणांक कहते हैं।

स्पर्शरिखीय प्रतिबल

$$\text{अर्थात् दृढ़ता गुणांक } \eta = \frac{\text{स्पर्शरिखीय प्रतिबल}}{\text{अपरूपण विकृति}}$$

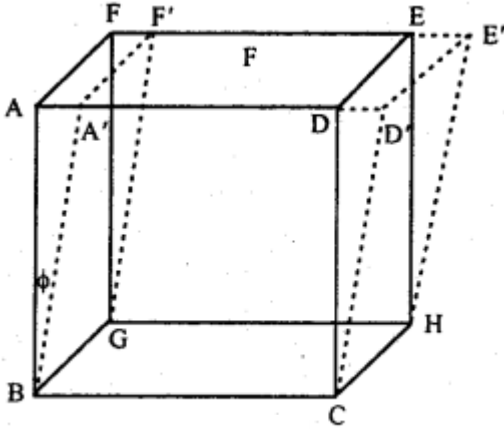
माना घनाभ ABCDEFGH के ऊपरी सतह ADEE जिसका क्षेत्रफल A है, पर स्पर्शरिखीय बल F लगाया जाता है जिससे समान्तर सतहों के मध्य कोणीय विस्थापन के ϕ उत्पन्न हो जाता है।

$$\text{अतः स्पर्शरिखीय प्रतिबल} = \frac{F}{A}$$

$$\text{तथा आयतन विकृति} = \phi$$

$$\text{दृढ़ता गुणांक } \eta = \frac{F}{\frac{A}{\phi}}$$

$$\text{या } \eta = \frac{F}{A \cdot \phi}$$



प्रश्न 8.

गर्डर लोहे के तथा I के आकार के क्यों बनाये जाते हैं ?

उत्तर-

माना किसी छड़ की लंबाई l, चौड़ाई b तथा मोटाई d है। यदि इसके मध्य बिन्दु पर भार w लटका दिया जाये तो छड़ का झुकाव निम्न सूत्र द्वारा प्रदर्शित किया जाता है

$$\delta = \frac{Wl^3}{bd^3Y} \dots\dots\dots (1)$$

गर्डर की मजबूती के लिए आवश्यक है कि δ का मान कम हो। δ का मान कम होगा, यदि

(i) Y का मान अधिक हो अर्थात् प्रयुक्त धातु का यंग मापांक अधिक हो।

(ii) समी. (1) से स्पष्ट है कि $\delta \propto \frac{1}{b}$ तथा $\delta \propto \frac{1}{d^3}$ अतः चौड़ाई b की तुलना में गहराई d को अधिक होना चाहिये।

उपर्युक्त कारणों से गर्डर, लोहे के तथा I आकार के बनाये जाते हैं।

प्रश्न 9.

पाइसन अनुपात से आप क्या समझते हैं ?

उत्तर-

प्रत्यास्थता की सीमा के अन्तर्गत अनुप्रस्थ विकृति और अनुदैर्घ्य विकृति के अनुपात को पाइसन अनुपात कहते हैं। इसे σ (सिग्मा) से प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{अर्थात् पाइसन अनुपात} = \frac{\text{अनुप्रस्थ विकृति}}{\text{अनुदैर्घ्य विकृति}}$$

माना किसी तार के प्रारंभिक लंबाई L तथा व्यास D है। यदि लंबाई में l परिवर्तन होने पर उसके व्यास में परिवर्तन d हो, तो

$$\text{पाइसन अनुपात } \sigma = \frac{d}{\frac{D}{L}} = \frac{dL}{DI}$$

यह एक विमाहीन राशि है। इसका कोई मात्रक नहीं होता। इसका सैद्धान्तिक मान -1 से 0.5 होता है।

प्रश्न 10.

दो दृढ़ आधारों के बीच कसे हुए तार को ठंडा करने पर उत्पन्न होने वाले बल की गणना कीजिए।

उत्तर-

माना किसी तार की प्रारंभिक लंबाई L तथा उसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है। इसे दो दृढ़ आधारों के बीच कस दिया गया है। जब उसे ठंडा किया जाता है तो उसमें संकुचन होता है अतः वह दृढ़ आधारों पर बल आरोपित करता है।

माना तार के पदार्थ का यंग मापांक Y तथा रेखीय प्रसार गुणांक α है। उसके ताप में ΔT की कमी करने पर उसकी लंबाई में होने वाली कमी l है। तब रेखीय प्रसार गुणांक की परिभाषा से,

$$\alpha = \frac{l}{L \cdot \Delta T} \text{ या } l = \alpha \cdot L \Delta T$$

$$\text{परन्तु } Y = \frac{F \cdot L}{A \cdot l}$$

$$\text{या } F = \frac{Y A l}{L} = \frac{Y A \cdot \alpha \cdot L \Delta T}{L}$$

$$\therefore F = Y A \alpha \Delta T$$

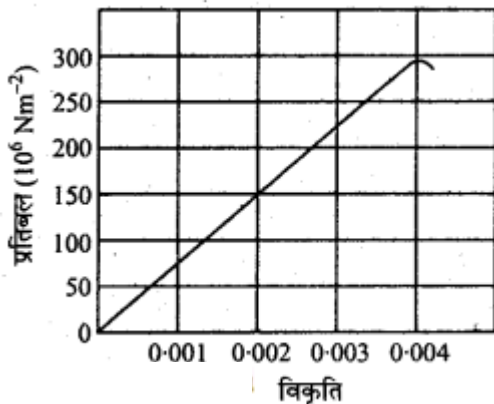
प्रश्न 11.

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

- यंग प्रत्यास्थता गुणांक एवं
- सन्निकट पराभव सामर्थ्य (Yield strength) क्या है?

उत्तर-

- ग्राफ से स्पष्ट है कि $150 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ प्रतिबल के लिए विकृति 0.002 है,



अतः यंग प्रत्यास्थता गुणांक

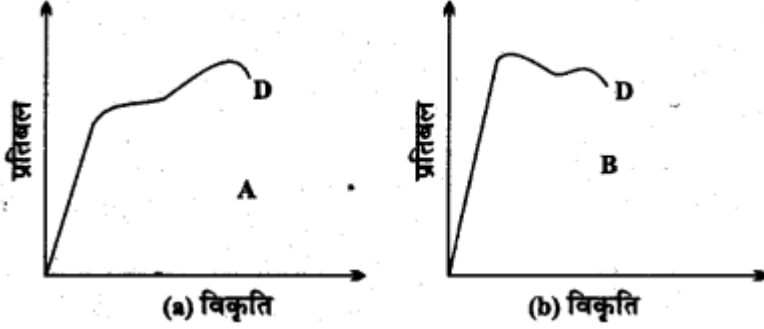
$$Y = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \frac{150 \times 10^6}{0.002}$$

$$Y = 7.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2.$$

(b) किसी वस्तु का सन्निकट पराभव सामर्थ्य वह अधिकतम प्रतिबल है जिसे वह सहन कर सकता है। अतः ग्राफ से स्पष्ट है कि अधिकतम प्रतिबल का मान $300 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ या $3 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ है।

प्रश्न 12.

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



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

(b) दोनों पदार्थों में कौन अधिक मजबूत है।

उत्तर-

(a) पदार्थ A का यंग प्रत्यास्थता गुणांक B के तुलना में अधिक है क्योंकि A का प्रतिबल B से अधिक है एवं A के लिए ग्राफ की ढाल (Slope) अधिक है।

(b) पदार्थ A, B के तुलना में अधिक मजबूत है क्योंकि A के लिए विखण्डन बिन्दु D के संगत प्रतिबल अधिक है।

प्रश्न 13.

किसी तार को खींचने में किये गये कार्य की गणना कीजिए।

अथवा

प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

जब किसी तार को खींचा जाता है तो विरूपक बल के द्वारा उस पर कार्य किया जाता है। यह कार्य उस तार में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है, जिसे तार की प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

माना किसी तार की प्रारंभिक लंबाई L , अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A तथा तार के पदार्थ का यंग मापांक Y है। उस पर विरूपक बल F लगाने पर उसकी लंबाई में वृद्धि होती है।

प्रारंभ में तार पर लगने वाला बल 0 है जो बढ़कर F हो जाता है। अतः तार पर लगने वाला माध्य बल $= \frac{0+F}{2}$
 $= \frac{F}{2}$

कार्यरत है।

अतः तार को खींचने में किया गया कार्य = माध्य बल \times लंबाई में वृद्धि

$$\therefore W = \frac{F}{2} \times l$$

अतः तार में संचित प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2} \times F \times l$ (1)

या समी. (1) को निम्नानुसार लिखा जा सकता है

$$U = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} \times F.A$$

या $U = \frac{1}{2} \times$ प्रतिबल \times विकृति \times आयतन (2)

अतः तार के प्रति एकांक आयतन में संचित प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2} \times \text{प्रतिबल} \times \text{विकृति} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{किन्तु यंग प्रत्यास्थता गुणांक} = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$$

या प्रतिबल = यंग प्रत्यास्थता गुणांक \times विकृति

समी. (1) में मान रखने पर,

$$U = \frac{1}{2} \times \text{यंग मापांक} \times (\text{विकृति})^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{(\text{प्रतिबल})^2}{\text{यंग मापांक}}$$

इसी प्रकार,