ACMT Group of College

Polytechnic - 2nd Year / 4th Sem.

DIPLOMA IN MECHANICAL ENGINEERING

SOM NOTES

ACMT

- By

Alit Kumar

STRENGTH OF MATERIALS

UNIT-1

Load (भार):

भार एक भार को एक बल के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो संरचना में विकृति, तनाव या विस्थापन को प्रभावित करने और उत्पन्न करने के लिए प्रवृत्त होता है।

Types of loading:

1.अनुप्रस्थ भार - किसी सदस्य के अनुदैर्ध्य अक्ष पर लंबवत लागू बल। अनुप्रस्थ लोडिंग के कारण सदस्य झुकता है और अपनी मूल स्थिति से विचलित हो जाता है, जिसमें सदस्य की वक्रता में परिवर्तन के साथ आंतरिक तन्यता और संकुचित तनाव होता है। अनुप्रस्थ लोडिंग भी कतरनी बलों को प्रेरित करती है जो सामग्री के कतरनी विरूपण का कारण बनती है और सदस्य के अनुप्रस्थ विक्षेपण को बढ़ाती है।

2.अक्षीय भार - लागू बल सदस्य के अनुदैर्ध्य अक्ष के साथ संरेखित होते हैं। बल सदस्य को या तो खिंचाव या छोटा करने का कारण बनते हैं।

3.टॉर्सनल लोडिंग - समानांतर विमानों पर अभिनय करने वाले बाहरी रूप से लागू समान और विपरीत रूप से निर्देशित बल जोड़ों की एक जोड़ी के कारण या एक बाहरी जोड़े द्वारा एक सदस्य पर लागू होने वाली घुमावदार क्रिया, जिसका एक छोर रोटेशन के खिलाफ तय होता है।

Stress (तनाव):

एक सामग्री में लोड किया जा रहा है a) संपीड़न, b) तनाव, c) कतरनी।
एकअक्षीय तनाव द्वारा व्यक्त किया जाता है-

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

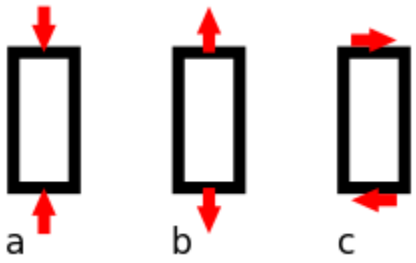
जहाँ F एक क्षेत्र A पर कार्य करने वाला बल है। इंजीनियरिंग तनाव या वास्तविक तनाव रुचि का है या नहीं, इस पर निर्भर करते हुए क्षेत्र विकृत क्षेत्र या विकृत क्षेत्र हो सकता है।

a. **Compressive stress**-संपीड़ित तनाव (या संपीड़न) एक लागू भार के कारण तनाव की स्थिति है जो लागू भार की धुरी के साथ सामग्री (संपीड़न सदस्य) की लंबाई को कम करने के लिए कार्य करता है, यह दूसरे शब्दों में, एक तनाव राज्य है जो निचोड़ का कारण बनता है सामग्री का। संपीड़न का एक साधारण मामला विपरीत, धक्का देने वाले बलों की कार्रवाई से प्रेरित एक अक्षीय संपीड़न है। सामग्रियों के लिए संपीड़न शक्ति आमतौर पर उनकी तन्यता ताकत से अधिक होती है। हालांकि, संपीड़न में लोड की गई संरचनाएं अतिरिक्त विफलता मोड के अधीन हैं, जैसे कि बकलिंग, जो सदस्य की ज्यामिति पर निर्भर हैं।

b. **Tensile stress**-तन्यता तनाव एक लागू भार के कारण तनाव की स्थिति है जो सामग्री को लागू भार की धुरी के साथ बढ़ाता है, दूसरे शब्दों में, सामग्री को खींचने के कारण होने वाला तनाव। समान क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र की संरचनाओं की ताकत तनाव में भरी हुई है, जो क्रॉस-सेक्शन के आकार से स्वतंत्र है। तनाव में भरी हुई सामग्री तनाव सांद्रता जैसे भौतिक दोष या ज्यामिति में अचानक परिवर्तन के लिए अतिसंवेदनशील होती है। हालांकि, नमनीय व्यवहार प्रदर्शित करने वाली सामग्री (उदाहरण के लिए अधिकांश धातुएं) कुछ दोषों को सहन कर सकती हैं जबकि भंगुर सामग्री (जैसे सिरेमिक) अपनी अंतिम भौतिक शक्ति से काफी नीचे विफल हो सकती हैं।

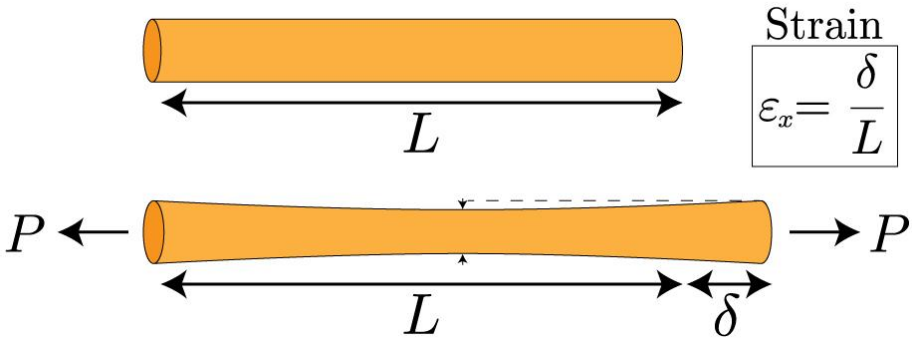
c. **Shear stress**-कतरनी तनाव सामग्री के माध्यम से कार्रवाई की समानांतर रेखाओं के साथ काम करने वाली विरोधी ताकतों की एक जोड़ी की संयुक्त ऊर्जा के कारण तनाव की स्थिति है, दूसरे शब्दों में, एक दूसरे के सापेक्ष फिसलने वाली सामग्री के चेहरे के कारण तनाव। एक उदाहरण कैंची से कागज काटना है या मरोड़ वाले भार के कारण तनाव।

ACMT



Strain (विकृति):

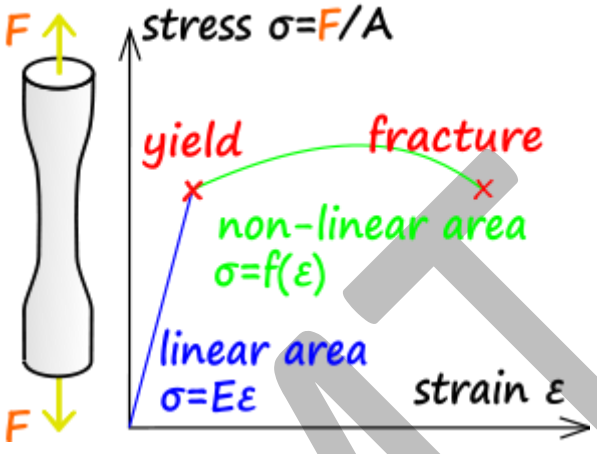
यह केवल लंबाई में मूल लंबाई में परिवर्तन का अनुपात है। क्रॉस सेक्शन के लंबवत लागू होने वाली विकृतियाँ सामान्य उपभेद हैं, जबकि क्रॉस सेक्शन के समानांतर लागू विकृतियाँ कतरनी उपभेद हैं।



Elasticity (लोच):

लोच किसी सामग्री की तनाव मुक्त होने के बाद अपने पिछले आकार में लौटने की क्षमता है। कई सामग्रियों में, लागू तनाव के बीच संबंध परिणामी तनाव (एक निश्चित सीमा तक) के सीधे आनुपातिक होता है, और उन दो मात्राओं का प्रतिनिधित्व करने वाला एक ग्राफ एक सीधी रेखा है।
इस रेखा के ढलान को यंग मापांक या "लोच का मापांक" के रूप में जाना जाता है। लोच के मापांक का उपयोग तनाव-तनाव वक्र के रैखिक-लोचदार हिस्से में तनाव-तनाव संबंध को निर्धारित करने के लिए किया जा सकता है। रैखिक-लोचदार क्षेत्र या तो उपज बिंदु से नीचे है, या यदि तनाव-तनाव भूखंड पर उपज बिंदु को

आसानी से पहचाना नहीं जाता है तो इसे 0 और 0.2% तनाव के बीच परिभाषित किया जाता है, और इसे तनाव के क्षेत्र के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमें नहीं उपज (स्थायी विकृति) होती है|



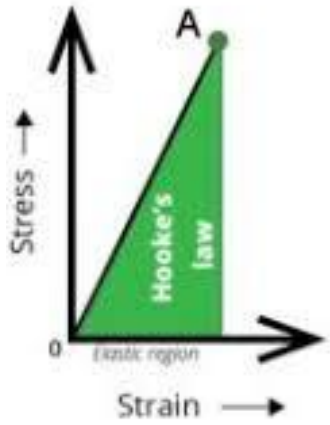
Elastic limit of proportionality (आनुपातिक सीमा):

आनुपातिक सीमा को उच्चतम तनाव के रूप में परिभाषित किया जाता है जिस पर तनाव और तनाव सीधे आनुपातिक होते हैं ताकि तनाव-तनाव ग्राफ एक सीधी रेखा हो जैसे कि ढाल सामग्री के लोचदार मॉड्यूलस के बराबर हो। कई धातुओं के लिए, आनुपातिक सीमा लोचदार सीमा के बराबर होती है।

Hook's Law:

हुक का नियम बताता है कि सामग्री का तनाव उस सामग्री की लोचदार सीमा के भीतर लागू तनाव के समानुपाती होता है। जब लोचदार पदार्थों को खींचा जाता है, तो परमाणु और अणु तनाव लागू होने तक विकृत हो जाते हैं, और जब तनाव हटा दिया जाता है, तो वे अपनी प्रारंभिक अवस्था में लौट आते हैं।

ACMT



$$\text{Stress} \propto \text{Strain}$$

$$\sigma \propto \varepsilon$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

*E = Young's modulus of elasticity

Young modulus of elasticity:

इसे लोचदार सीमा (elastic limit) के भीतर तनाव और विकृति के अनुपात के रूप में परिभाषित किया गया है। इसे 'E' अक्षर से दर्शाया जाता है।

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

यह एक सामग्री की लोचदार संपत्ति का प्रतिनिधित्व करता है।
यंग मापांक की इकाई N/m 2है।
या एन/मिमी .2यंग के मापांक की इकाई तनाव की इकाइयों के समान होती है।
कहां,

σ = तनाव

ε =विकृति

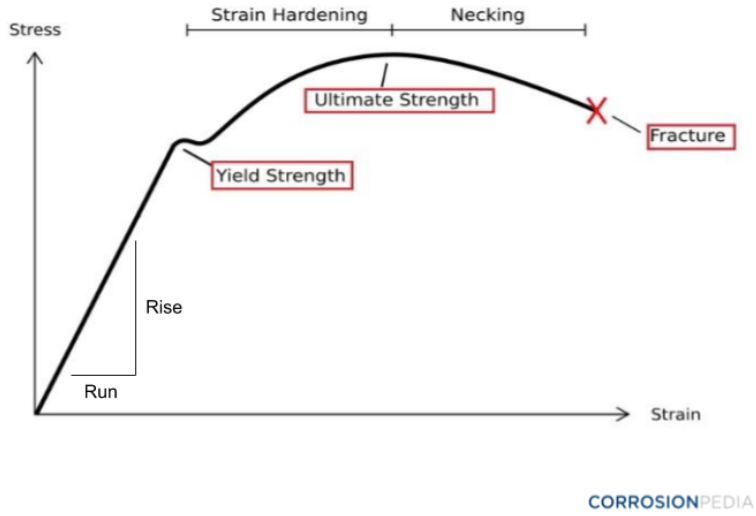
E = समानुपाती नियतांक को यंग मापांक कहते हैं|

Strain hardening:

वर्क हार्डनिंग, जिसे स्ट्रेन हार्डनिंग के रूप में भी जाना जाता है, प्लास्टिक विरूपण द्वारा धातु या बहुलक की मजबूती है। संदर्भ के आधार पर कार्य सख्त करना वांछनीय, अवांछनीय या अप्रासंगिक हो सकता है।

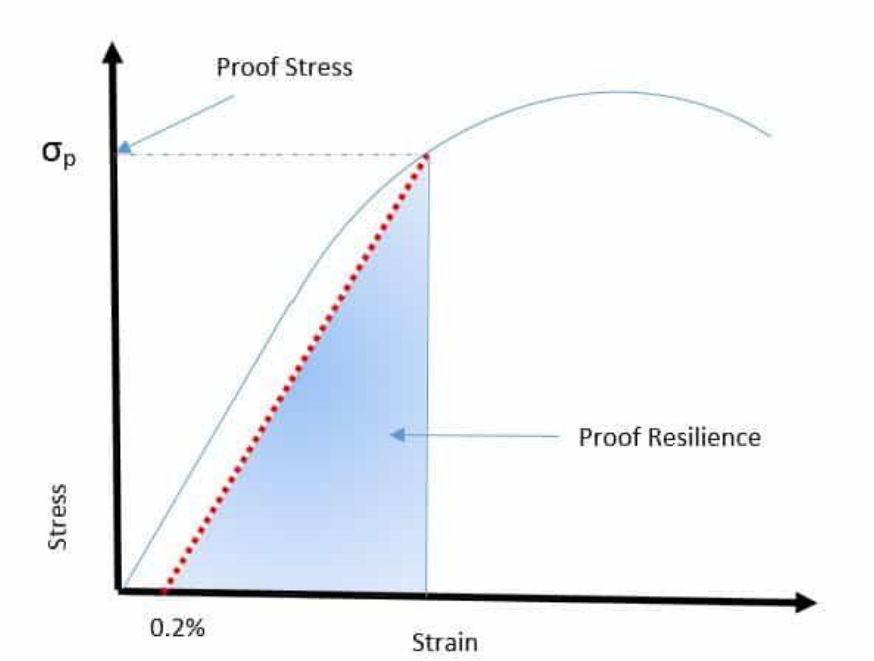
ACMT

यह मजबूती सामग्री के क्रिस्टल संरचना के भीतर विस्थापन आंदोलनों और विस्थापन पीढ़ी के कारण होती है। कई गैर-भंगुर धातुओं को एक उच्च गलनांक के साथ-साथ कई पॉलिमर के साथ इस तरह से मजबूत किया जा सकता है। कम कार्बन स्टील सहित गर्मी उपचार के लिए उत्तरदायी मिश्र धातु, अक्सर काम-कठोर होते हैं। कुछ सामग्रियों को कम तापमान पर वर्क-हार्डेन नहीं किया जा सकता है, जैसे कि इंडियम, हालांकि अन्य को केवल वर्क हार्डनिंग द्वारा ही मजबूत किया जा सकता है, जैसे कि शुद्ध तांबा और एल्युमिनियम।



Proof stress

किसी सामग्री के सबूत तनाव को उस तनाव की मात्रा के रूप में परिभाषित किया जाता है जब तक कि वह अपेक्षाकृत कम मात्रा में प्लास्टिक विरूपण से गुजरता है। विशेष रूप से, प्रूफ स्ट्रेस वह बिंदु है जिस पर सामग्री %0.2 प्लास्टिक विरूपण प्रदर्शित करती है।



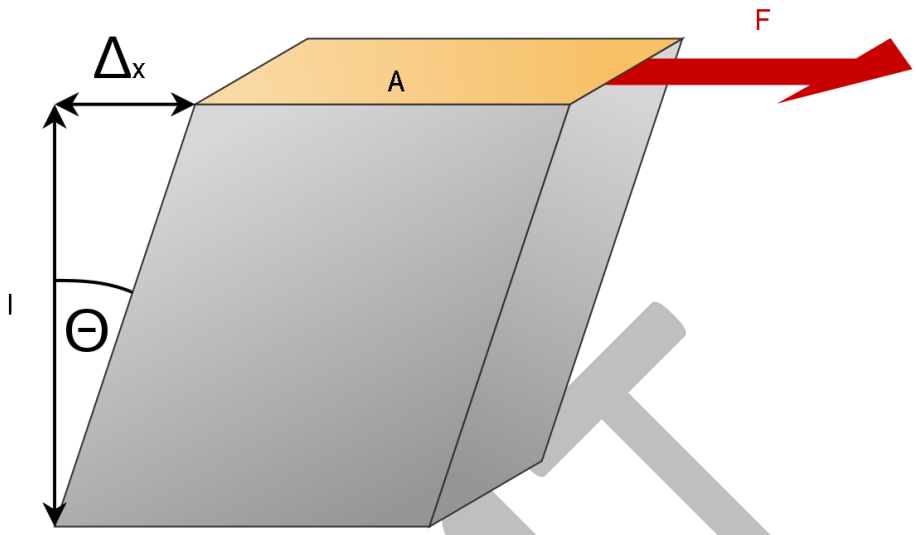
Factor of safety (सुरक्षा का कारक)

सुरक्षा का कारक (तनाव) स्वीकार्य भार / (ताकत) अंतिम भार =

जैसा कि उपरोक्त समीकरण से समझा जाता है, स्वीकार्य तनाव हमेशा अंतिम विफलता तनाव से कम होता है। इसलिए, सुरक्षा का कारक हमेशा से अधिक होता है। 1

Shear modulus:

कतरनी मापांक को कतरनी तनाव और कतरनी तनाव के अनुपात के रूप में परिभाषित किया गया है। इसे कठोरता के मापांक के रूप में भी जाना जाता है और इसे G या कम सामान्यतः S या μ द्वारा निरूपित किया जा सकता है। ... अंग्रेजी इकाइयों में, कतरनी मापांक पाउंड प्रति वर्ग इंच (PSI) या किलो (हजार) पाउंड प्रति वर्ग इंच (ksi) के रूप में दिया जाता है।



Longitudinal stress in a thin cylinder:

पतले बेलन की लंबाई के अनुदिश अभिनय करने वाले प्रतिबल को अनुदैर्ध्य प्रतिबल कहते हैं। यदि द्रव को बेलनाकार खोल के अंदर दबाव में जमा किया जाता है, तो दबाव बल बेलनाकार खोल की लंबाई के साथ इसके दोनों सिरों पर कार्य करेगा।

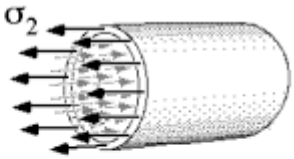
circumferential stress:

परिधीय तनाव, या घेरा तनाव, स्पर्शरेखा) अज़ीमुथ (दिशा में एक सामान्य तनाव। अक्षीय तनाव, बेलनाकार समरूपता की धुरी के समानांतर एक सामान्य तनाव। रेडियल तनाव, समरूपता अक्ष के लंबवत लेकिन लंबवत दिशाओं में एक सामान्य तनाव।

ACMT

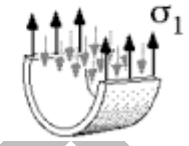
Longitudinal Stress

$$\sigma_2 = \frac{pr}{2t}$$



Hoop Stress

$$\sigma_1 = \frac{pr}{t}$$



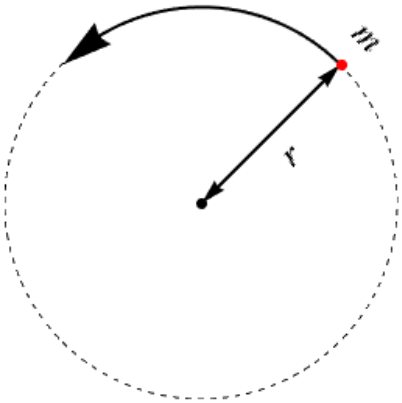
P= pressure
R= radius of cylinder
t= thickness

ACMT

UNIT-2

Moment of inertia (जड़त्वाघूर्ण):

किसी पिण्ड की घूर्णन की दर के परिवर्तन के प्रति प्रतिरोध की माप उस पिण्ड का जड़त्वाघूर्ण) Moment of inertia) कहलाता है। किसी पिण्ड का जड़त्वाघूर्ण उसके आकार-प्रकार एवं उसके अन्दर द्रव्यमान के वितरण की प्रकृति पर निर्भर करता है। जड़त्वाघूर्ण के प्रतीक के लिये I या कभी-कभी J का प्रयोग किया जाता है।



किसी स्थिर अक्ष के परितः कण का जड़त्वाघूर्ण , कण के द्रव्यमान तथा उनकी अक्ष से दूरी के वर्ग के गुणनफल के बराबर होता है।

$$I = mr^2$$

Second moment of area:

वह क्षेत्र का दूसरा क्षण, या दूसरा क्षेत्र क्षण, या क्षेत्र का द्विघात क्षण और जिसे जड़ता के क्षेत्र के क्षण के रूप में भी जाना जाता है, एक क्षेत्र का एक ज्यामितीय गुण है जो दर्शाता है कि एक मनमाना अक्ष के संबंध में इसके अंक कैसे वितरित किए जाते हैं। क्षेत्र के दूसरे क्षण को आम तौर पर या तो I (क्षेत्र के समतल में स्थित अक्ष के लिए) या J (विमान के लंबवत अक्ष के लिए) के साथ दर्शाया जाता है। दोनों ही मामलों में, इसकी गणना प्रश्न में वस्तु पर एक से अधिक अभिन्न के साथ की जाती है। इसका आयाम एल (लंबाई) से चौथी शक्ति तक है। इंपीरियल सिस्टम ऑफ यूनिट्स में काम करते समय इसकी आयाम की इकाई, जब इंटरनेशनल सिस्टम ऑफ यूनिट्स के साथ काम करती है, तो मीटर से चौथी शक्ति, m^4 या इंच से चौथी शक्ति, in^4 होती है।

Radius of gyration :

रोटेशन की धुरी के बारे में किसी पिंड के ग्यारिएशन या ग्यारेडियस की त्रिज्या को एक बिंदु के लिए रेडियल दूरी के रूप में परिभाषित किया जाता है, जिसमें जड़ता

का क्षण शरीर के द्रव्यमान के वास्तविक वितरण के समान होता है, यदि शरीर का कुल द्रव्यमान वहां केंद्रित होता है।

गणितीय रूप से जाइरेशन की त्रिज्या, संबंधित अनुप्रयोग के आधार पर, उसके द्रव्यमान के केंद्र या किसी दिए गए अक्ष से वस्तु के भागों की मूल माध्य वर्ग दूरी है। यह वास्तव में बिंदु द्रव्यमान से घूर्णन की धुरी तक की लंबवत दूरी है। एक शरीर के रूप में एक गतिमान बिंदु के प्रक्षेपवक्र का प्रतिनिधित्व कर सकता है। फिर इस बिंदु द्वारा तय की गई विशिष्ट दूरी को चिह्नित करने के लिए gyration की त्रिज्या का उपयोग किया जा सकता है।

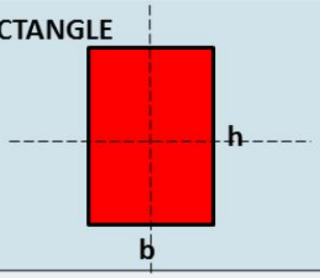
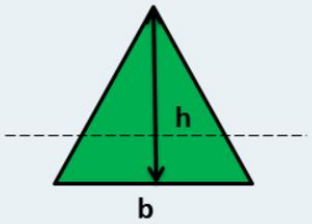
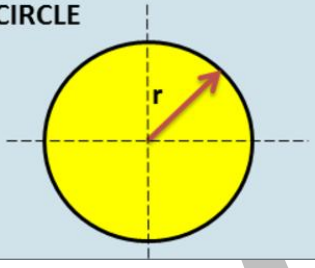
$$k=\sqrt{\frac{I}{A}}$$

K= radius of gyration
I= moment of inertia
A= area

ACMT

second moment of area of common geometric sections:

1. **Rectangle**
2. **Triangle**
3. **Circle**

SHAPE	MOMENT OF INERTIA	RADIUS OF GYRATION
RECTANGLE 	$I_x = \frac{bh^3}{12}$	$\frac{h}{\sqrt{12}}$
TRIANGLE 	$I_x = \frac{bh^3}{36}$	$\frac{h}{\sqrt{18}}$
CIRCLE 	$\frac{\pi r^4}{4}$ OR $\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{r}{2}$

Section modulus (परिच्छेद मापांक):

परिच्छेद मापांक (Section modulus), धरन (बीम (की डिजाइन में प्रयुक्त किसी परिच्छेद) cross-section) का एक ज्यामितीय गुण है। इसे S या Z से प्रदर्शित किया जाता है।

$$Z = I / y$$

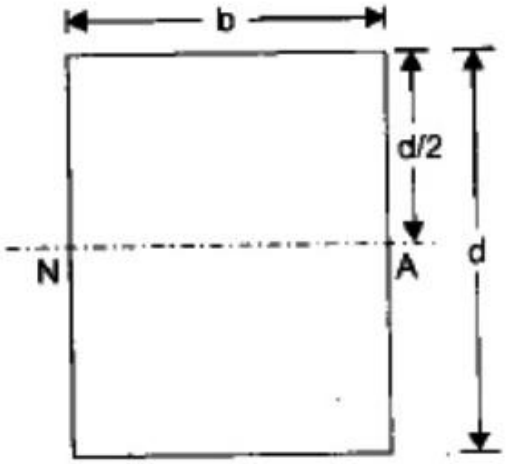
जहाँ

I = क्षेत्रफल का द्वितीय आघूर्ण (second moment of area या area moment of inertia) है। ध्यान रहे कि यह जड़त्वाघूर्ण (moment of inertia) नहीं है।
y = बीम के बेंडिंग न्यूट्रल अक्ष से सबसे दूरी पर स्थित तन्तु की दूरी है।

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

$$y_{max} = \frac{d}{2}$$

$$Z = \frac{bd^2}{6}$$

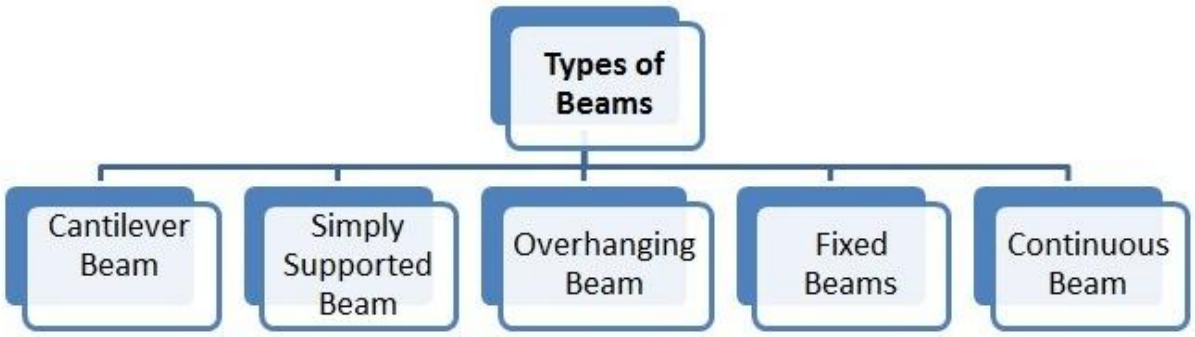


ACM

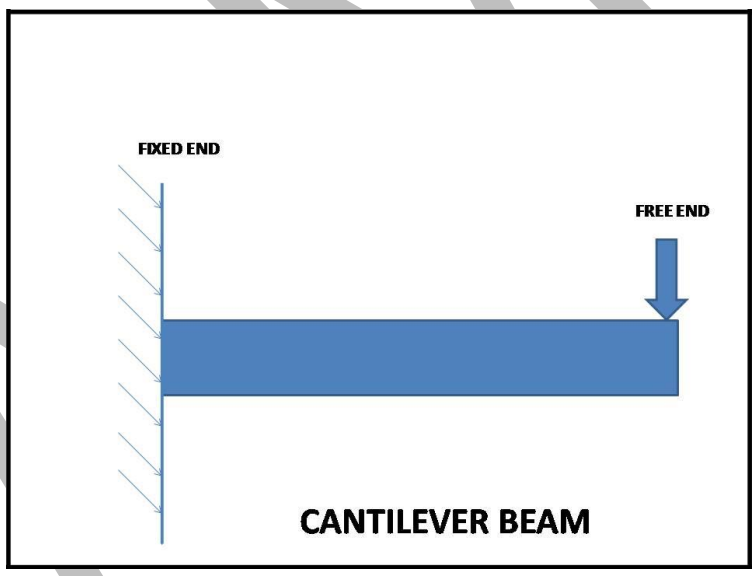
UNIT-3

Beam:

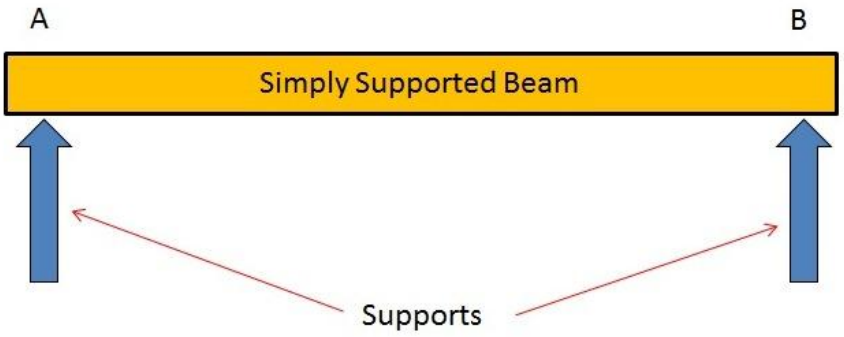
बीम को संरचनात्मक सदस्य के रूप में परिभाषित किया गया है जिसका उपयोग विभिन्न भारों को सहन करने के लिए किया जाता है। यह ऊर्ध्वाधर भार, कतरनी बलों और झुकने वाले क्षणों का प्रतिरोध करता है।



1.

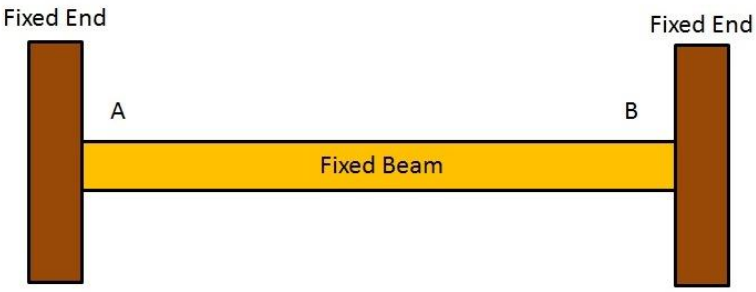


2.



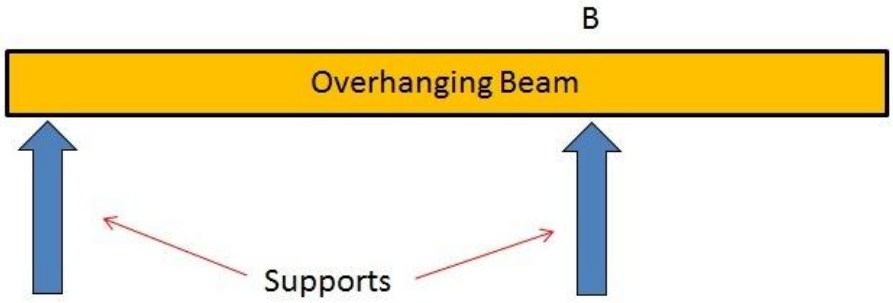
A
B
Simply Supported Beam
Supports

3.



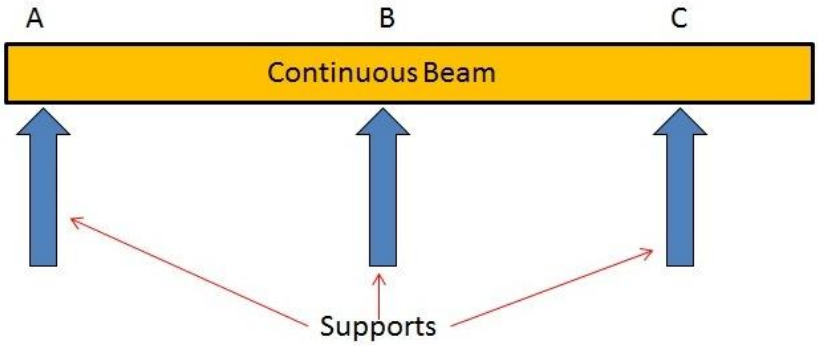
Fixed End
Fixed End
A
B
Fixed Beam

4.



B
Overhanging Beam
Supports

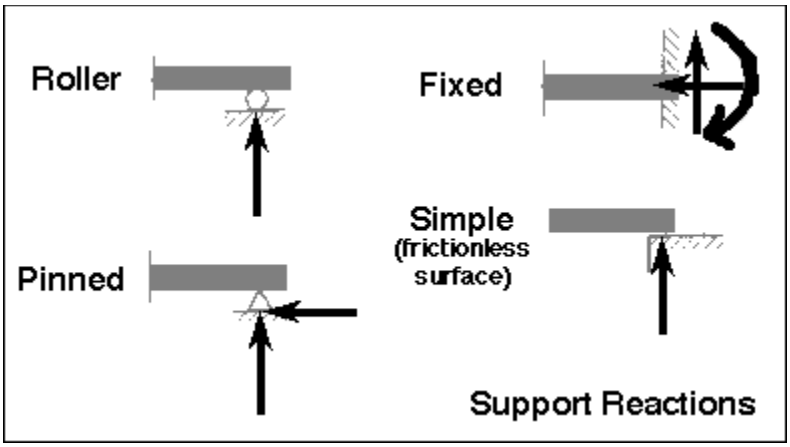
5.



End supports in beam:

There are five basic idealized support structure types, categorized by the types of deflection they constrain: roller, pinned, fixed, hanger and simple support.

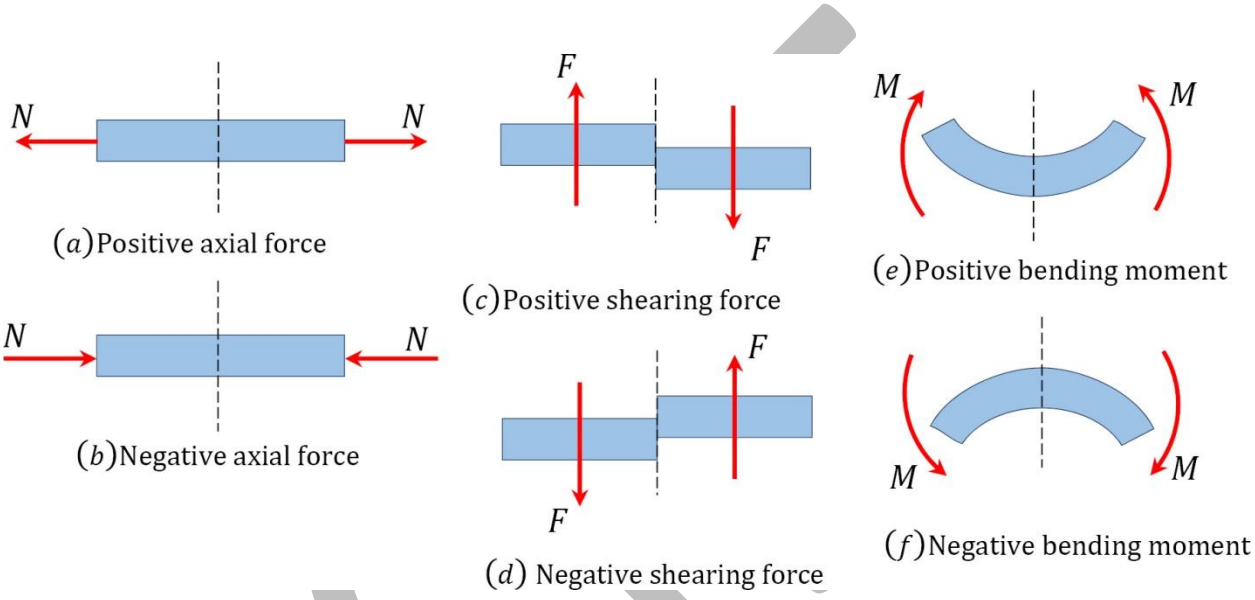
- Roller supports. ...
- Pinned support. ...
- Fixed support. ...
- Hanger support. ...
- Simple support. ...
- Varieties of support.



concept of bending moment and shear force:

बीम के किसी भी भाग पर दायीं या बायीं ओर लंबवत बलों के बीजगणितीय योग को कतरनी बल (shearing force) के रूप में जाना जाता है।

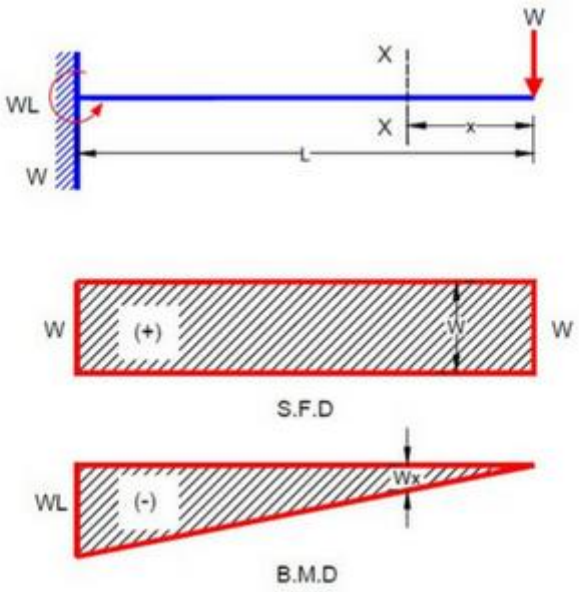
खंड के दायीं या बायीं ओर कार्यरत सभी बलों के आघूर्णों के बीजगणितीय योग को बेंडिंग आघूर्ण (bending moment) कहा जाता है।



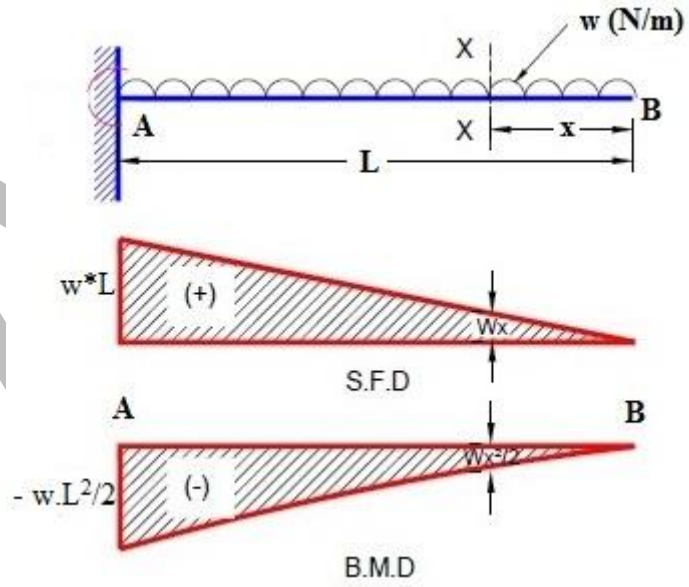
B.M. and S.F. diagram:

शीयर और बेंडिंग मोमेंट डायग्राम संरचनात्मक विश्लेषण के संयोजन में उपयोग किए जाने वाले विश्लेषणात्मक उपकरण हैं, जो संरचनात्मक तत्व जैसे बीम के दिए गए बिंदु पर कतरनी बल और झुकने के क्षण का निर्धारण करके संरचनात्मक डिजाइन करने में मदद करते हैं। इन आरेखों का उपयोग किसी संरचना में सदस्य के प्रकार, आकार और सामग्री को आसानी से निर्धारित करने के लिए किया जा सकता है ताकि संरचनात्मक विफलता के बिना भार के दिए गए सेट का समर्थन किया जा सके। अपरूपण और क्षण आरेखों का एक अन्य अनुप्रयोग यह है कि बीम के विक्षेपण को पल क्षेत्र विधि या संयुग्म बीम विधि का उपयोग करके आसानी से निर्धारित किया जा सकता है।

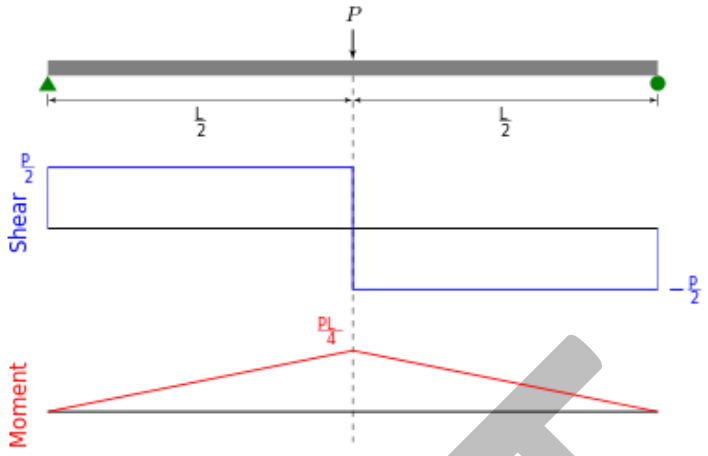
Bending moment and shear force diagram for cantilever beam (point load)-



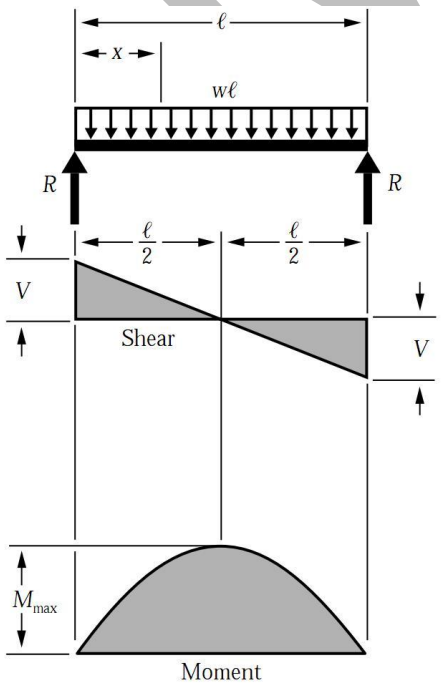
Bending moment and shear force diagram for cantilever beam (UDL)-



Bending moment and shear force diagram for simply supported beam (point load)-



Bending moment and shear force diagram for simply supported beam(UDL)-

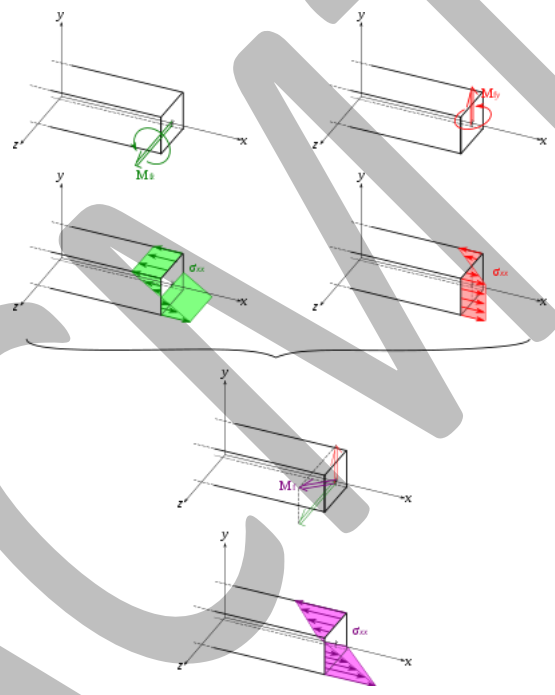


UNIT – 4

ACMT

Concept of bending stresses-

झुकने वाला तनाव (bending stress) सामान्य तनाव है जो किसी वस्तु का सामना तब होता है जब वह किसी विशेष बिंदु पर एक बड़े भार के अधीन होता है जिससे वस्तु झुक जाती है और थक जाती है। झुकने का तनाव तब होता है जब औद्योगिक उपकरण संचालित होते हैं और कंक्रीट और धातु संरचनाओं में जब वे तन्य भार के अधीन होते हैं।



ACMT

$$\sigma_b = \frac{My}{I}$$

σ_b – Bending stress

M – Calculated bending moment

y – Vertical distance away from the neutral axis

I – Moment of inertia around the neutral axis

Bending equation:

$$\frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R}$$

Where M= bending moment

I = moment of inertia of the section about the bending axis.

Sigma=fibre stress at a distance 'y' from the centroidal/neutral axis.

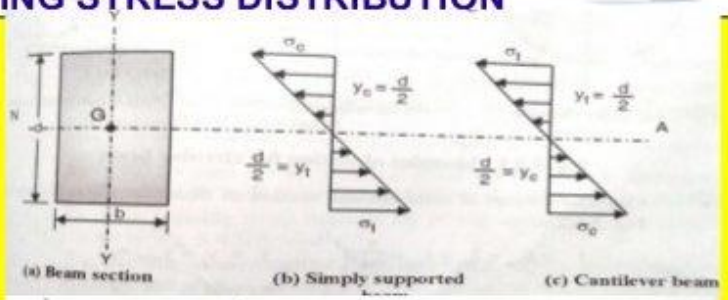
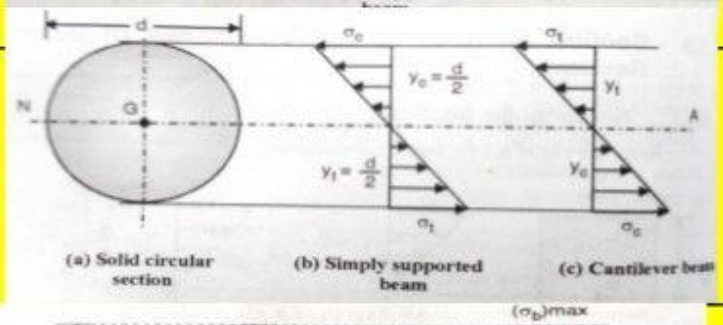
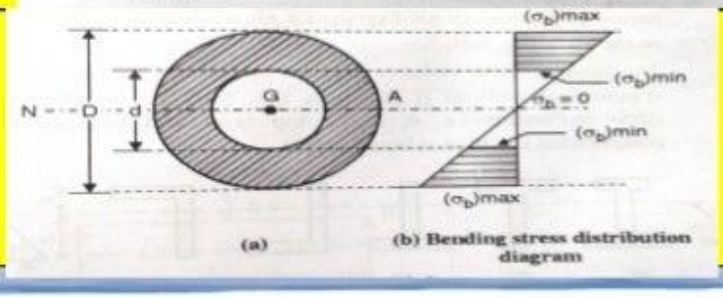
R = radius of curvature of the bent beam.

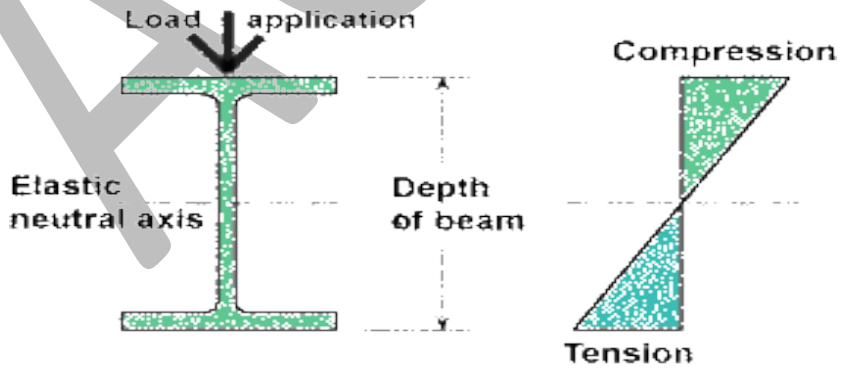
E = Young's Modulus of the material of the beam.

ACM

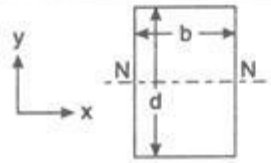
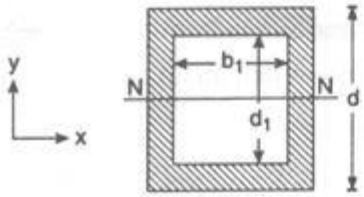
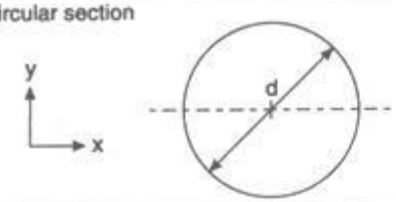
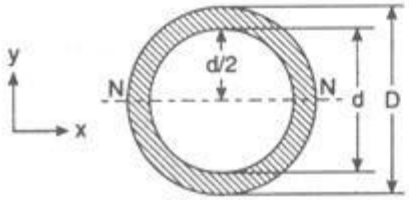
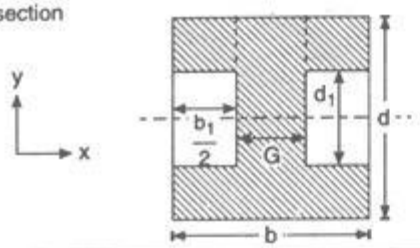
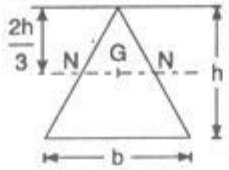
Bending stress diagram:

BENDING STRESS DISTRIBUTION

1. Rectangular Section	
2. Circular Section	
3. Hollow circular section	



Section modulus for different sections-

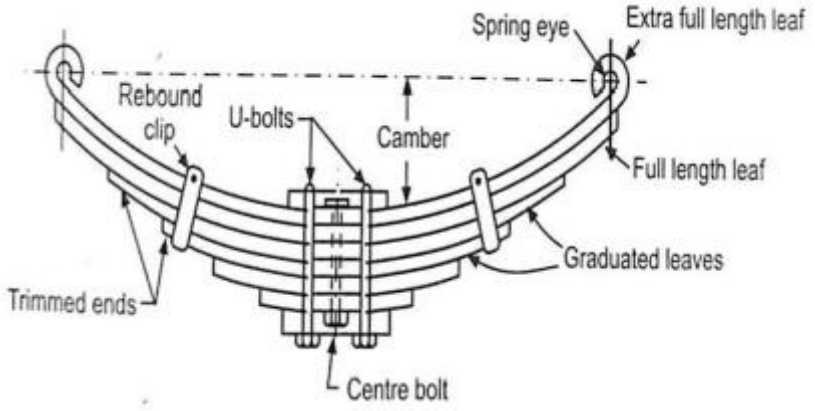
Type of section	Moment of Inertia	y_{max}	Section modulas (Z)
Rectangle or paralleogram 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12}$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{bd^2}{6}$ $Z_{yy} = \frac{db^2}{6}$
Hollow rectangular section 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12} - \frac{b_1d_1^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12} - \frac{d_1b_1^3}{12}$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{1}{6d}(bd^3 - b_1d_1^3)$ $Z_{yy} = \frac{1}{6b}(db^3 - d_1b_1^3)$
Circular section 	$I_{xx} = \frac{p}{64}d^4$ $I_{yy} = \frac{p}{64}d^4$	$\frac{d}{2}$ $\frac{d}{2}$	$Z_{xx} = \frac{p}{32}d^3$ $Z_{yy} = \frac{p}{32}d^3$
Hollow curcular section 	$I_{xx} = I_{yy} = I$ $I_{yy} = \frac{p}{64}(D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$	$Z_{xx} = Z_{yy} = Z$ $Z = \frac{p}{32D}(D^4 - d^4)$
I-section 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12} - \frac{b_1d_1^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12} - \frac{d_1b_1^3}{12}$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{1}{6d}(bd^3 - b_1d_1^3)$ $Z_{yy} = \frac{1}{6b}(db^3 - d_1b_1^3)$
Triangle 	$I_G = \frac{bh^3}{36}$	$\frac{2}{3}h$	$Z_G = \frac{bh^2}{24}$

UNIT-5

Laminated or Leaf Spring:

कम लागत और एक्सल से सरल कनेक्शन के कारण, लीफ स्प्रिंग रियर सस्पेंशन के लिए बहुत लोकप्रिय हैं। सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला लीफ स्प्रिंग अर्ध-अण्डाकार प्रकार है, जिसमें एक मुख्य पत्ती होती है, जिसके सिरे आमतौर पर स्प्रिंग ब्रैकेट्स के साथ जुड़ने के लिए आंखों में बनते हैं, और कई छोटे पत्ते होते हैं, जिनकी लंबाई धीरे-धीरे और समान रूप से घट जाती है। मुख्य पत्ता विभिन्न पत्तियों को एक केंद्र बोल्ट द्वारा एक साथ रखा जाता है। पूरे स्प्रिंग में एक निरंतर तनाव प्राप्त करने के लिए पत्तियों को लंबाई में स्नातक किया जाता है। रिबाउंड क्लिप स्प्रिंग की वापसी गति के दौरान लोड को कुछ निचली पत्तियों तक पहुंचाती है, और इस प्रकार मुख्य प्लेट के ऊपर बड़ी संख्या में पत्तियों का उपयोग करने की आवश्यकता को समाप्त करती है। रबर की झाड़ियाँ, प्रत्येक आँख में लगी होती हैं, स्प्रिंग की गति की अनुमति देती हैं, और शोर इन्सुलेटर के रूप में कार्य करती हैं। एक झूलती हुई हथकड़ी स्प्रिंग की लंबाई में परिवर्तन को समायोजित करती है।

किसी स्प्रिंग के इकाई विक्षेपण के लिए आवश्यक बल को स्प्रिंग की कठोरता या दर कहते हैं। स्प्रिंग की कठोरता निर्भर करती है
(i) वसंत की लंबाई (छोटा स्प्रिंग, उच्च कठोरता),
(ii) पत्ती की चौड़ाई (व्यापक स्प्रिंग उच्च कठोरता),



Following are the different types of leaf springs.

- Semi-elliptical spring.

- Quarter-elliptical spring.
- Three-quarter elliptical spring.
- Transverse spring.
- Full elliptical spring.
- Platform type spring.

1.1 Semi-elliptical Springs- अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स आमतौर पर सभी वाहनों में उपयोग किए जाते हैं। विशेष रूप से ट्रकों में, अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स फ्रंट और रियर एक्सल में लगे होते हैं।

1.2 Quarter-elliptical Spring- क्रिसलर कारों जैसी पुरानी छोटी कारों में क्वार्टर-अण्डाकार स्प्रिंग्स का उपयोग किया जाता था। इस प्रकार के स्प्रिंग्स में पूर्ण अण्डाकार स्प्रिंग्स का केवल एक चौथाई भाग होता है और बोल्ट द्वारा फ्रेम के साथ लगाया जाता है।

1.3 Three quarter elliptical Spring- तीन चौथाई अण्डाकार स्प्रिंग्स अर्ध-अण्डाकार और चौथाई अण्डाकार स्प्रिंग्स का संयोजन है। पुरानी कारों में इस प्रकार के स्प्रिंग्स का इस्तेमाल किया जाता था।

1.4 Transverse Spring- अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स की तरह अनुप्रस्थ वसंत लेकिन आकार में उल्टा। स्प्रिंग का एक सिरा हथकड़ी से चेसिस फ्रेम से जुड़ा हुआ है, और दूसरा सिरा एक्सल से जुड़ा है। इसे केंद्र में बोल्ट द्वारा फ्रेम के साथ भी तय किया गया है।

1.5 Full-elliptical Spring- पूर्ण अण्डाकार स्प्रिंग्स में दो अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स होते हैं जो एक साथ विपरीत रूप से जुड़े होते हैं। इस प्रकार के स्प्रिंग का उपयोग पुरानी कारों में किया जाता था। वे सही धुरा संरेखण बनाए नहीं रखते हैं।

1.6 Platform Type Spring- प्लेटफार्म प्रकार के स्प्रिंग्स में दो अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स होते हैं। वे एक तरफ हथकड़ी द्वारा चेसिस फ्रेम से सुसज्जित हैं और दूसरी

ACMT

तरफ एक उल्टे अर्ध-अण्डाकार स्प्रिंग्स के साथ लगाया गया है। इस व्यवस्था में कार के वजन को तीन बिंदुओं में बांटा गया है।

Calculations in laminated spring-

(a) Uniform stress

AT the center, bending moment is **M = WL/4**

AT the center, section modulus is **n bt^2/6**
Uniform stress is = **M/Z= (WL/4)/ n bt^2/6= 6WL/4nbt^2**

$$\sigma = 3WL/2nbt^2$$

(b) Overlap

OVERLAP= a = (L/2) / n L/2n

(c) Number of plates

n = (L/2)/a= L/2a

(d) Central deflection

For an initially curved beam, deflection is

δ = ML^2 / 8EI = (WL/4)L^2/[8E(1/12) nbt^3]

$$\delta = 3WL^3/8Enbt^3$$