

# *General Physics*

## *Lecture 7*

*Dr. Mohammed Deia Noori*

المادة المرنة : هي المادة التي لها القدرة على استرجاع شكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة عليها. ومن أمثلة المواد المرنة.

### الإجهاد والانفعال

عند التأثير بقوة على المواد المرنة فبذلك تقع المادة تحت إجهاد ينتج عنه انفعال هذا الانفعال يكون إما بالزيادة في طولها وحجمها أو بالنقصان وكذلك قد يكون هذا الانفعال تغير في الشكل .

**الإجهاد ( s ) Stress**  
هو القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحة ووحدات الإجهاد هي (N/m<sup>2</sup>) أو (dyne/cm<sup>2</sup>)

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

حيث (F) هي القوة بالنيوتن أو الداين و (A) مساحة مقطع المادة مقاسه بالمتر أو السنتيمتر المربع .

# أنواع الإجهاد :- Types of Stress

## 1- إجهاد الشد Tensile Stress

وفيه تؤثر قوتان متساويتان بالمقدار متعاكستان بالاتجاه تقعان على نهايتي الجسم وعلى نفس خط التأثير .

## 2- إجهاد الكبس Compressive Stress

وفيه تؤثر قوتان متساويتان بالمقدار متقابلتان بنفس الاتجاه تعملان على ضغط الجسم وتقصير طوله .

## 3- إجهاد القص Shear Stress

في بعض الأحيان لا يكون انفعال المادة المرنة تغير في الطول أو الحجم بل قد يكون تغير في الشكل بمعنى أنه إذا بذل قوة على مكعب ونتيجة هذه القوة أصبح المكعب متوازي مستطيلات فبذلك نقول أن المادة حدث لها قص كما هو موضح بالشكل التالي.

## تعريف الانفعال ( Strain )

هو استجابة المادة للقوة المؤثرة عليها وقد يكون تغير في الطول أو الحجم أو الشكل. بمعنى آخر يمكن القول أن الانفعال هو التغير في الطول بالنسبة إلى الطول الأصلي أو التغير في الحجم بالنسبة للحجم الأصلي. والانفعال ليس له وحدات.

$$e = \frac{\Delta L}{L}$$

حيث (L) هو الطول الأصلي أما ( $\Delta L$ ) هو التغير في الطول أو الانفعال هو :-

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

حيث (V) هو الحجم الأصلي أما ( $\Delta V$ ) هو التغير في الحجم. ويوجد الانفعال بثلاث أنواع هي :-

- انفعال الشد
- انفعال الكبس
- انفعال القص

## معامل المرونة:

النسبة بين الإجهاد والانفعال تسمى معامل المرونة.

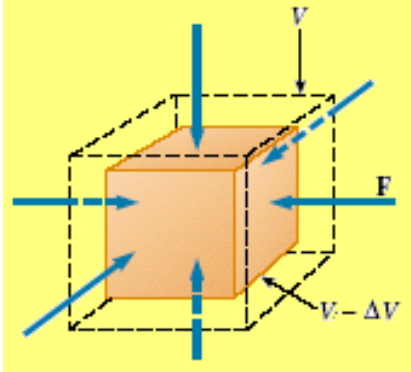
وحدة قياس معامل المرونة هي نفس وحدة قياس الإجهاد، وتكون في النظام الدولي نيوتن/متر<sup>2</sup>.

يوجد ثلاثة أنواع من معاملات المرونة وهي:

# معاملات المرونة

معامل المرونة الحجمي

$B$



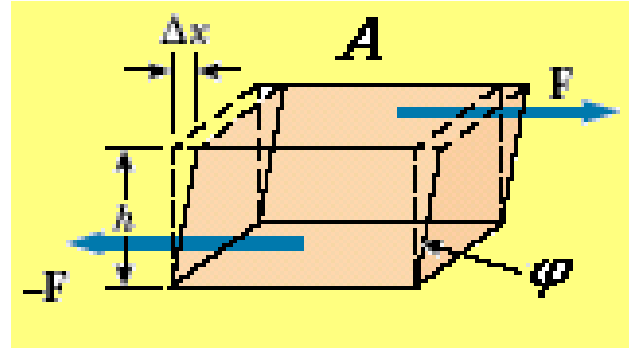
$$B = - \frac{F/A}{\Delta V/V}$$

$$= - \frac{P}{\Delta V/V}$$

الإشارة السالبة تعني أن الضغط يعمل على إنقاص الحجم.

معامل المرونة القصي

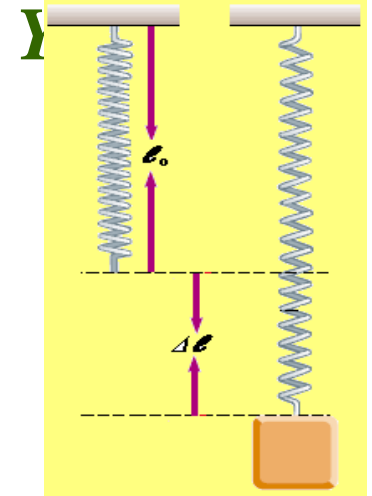
معامل المتانة  $N$



$$N = \frac{F_t/A}{\tan \phi}$$

معامل المرونة الطولي

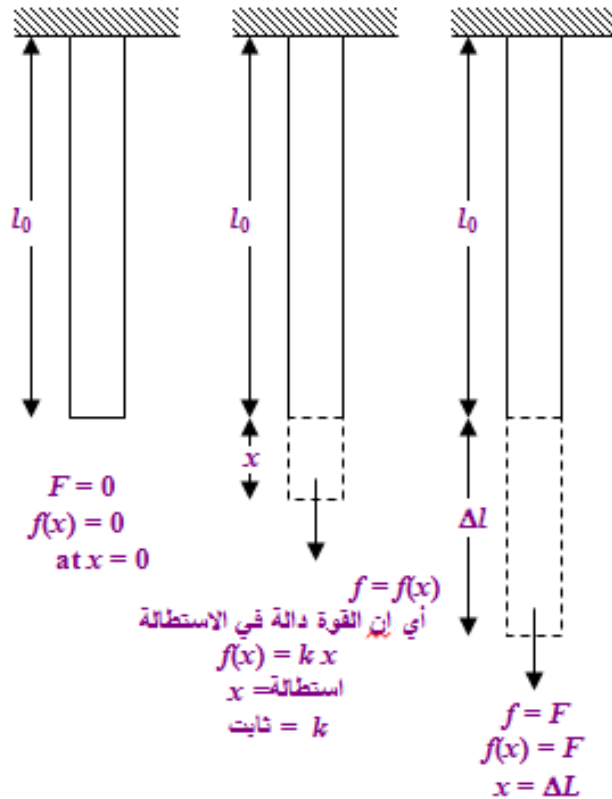
معامل يونغ



$$Y = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$$

## قانون هوك

ينص قانون هوك على أن : الاستطالة الحادثة في سلك تتناسب تناسبا طرديا مع قوة الشد المؤثرة عليه.



## Example

A vertical steel girder (عارضة خشبية) with a cross-sectional area of  $0.15 \text{ m}^2$  has a  $1550 \text{ kg}$  sign hanging from its end. (Ignore the mass of the girder itself.)

- (a) What is the stress within the girder?

## Solution

- $A = 0.15 \text{ m}^2$ ,  $m = 1550 \text{ kg}$ ,  $l_o = 9.5 \text{ m}$
- $F = mg = 1550 \times 9.8 = 15200 \text{ N}$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{15200}{0.15} = 1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$



## Example 1

A 200-kg load is hung on a wire having a length of 4.00 m, cross-sectional area  $0.200 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ , and Young's modulus  $8.00 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ . What is its increase in length?

$$\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L_i}$$

$$\Delta L = \frac{FL_i}{AY} = \frac{(200)(9.80)(4.00)}{(0.200 \times 10^{-4})(8.00 \times 10^{10})} = \boxed{4.90 \text{ mm}}$$

## Example 2

A child slides across a floor in a pair of rubber-soled shoes. The friction force acting on each foot is 20.0 N. The footprint area of each shoe sole is 14.0 cm<sup>2</sup>, and the thickness of each sole is 5.00 mm. **Find the horizontal distance by which the upper and lower surfaces of each sole are offset.** The shear modulus of the rubber is 3.00 MN/m<sup>2</sup>.

$$Y = \frac{F/A}{\Delta x/h}$$

$$\Delta x = \frac{hF}{YA}$$

$$\Delta x = \frac{(5.00 \times 10^{-3} \text{ m})(20.0 \text{ N})}{(3.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2)(14.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2)} = 2.38 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta x = \boxed{2.38 \times 10^{-2} \text{ mm}}$$

