بسم الله الرحمن الرحيم

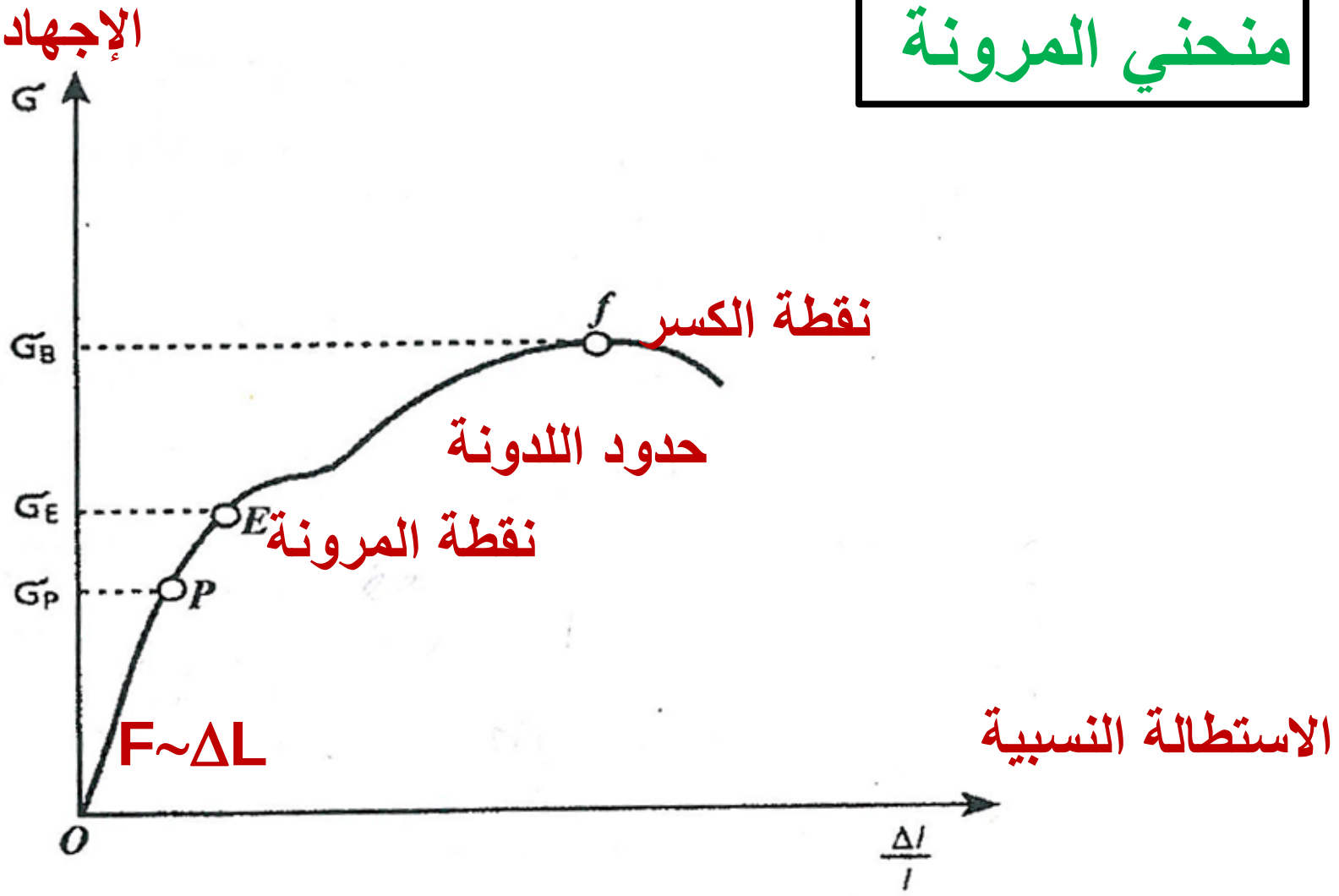
الخواص الميكانيكية

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د. صبا عياش

الخصائص الميكانيكية للمعادن

منحني المرونة



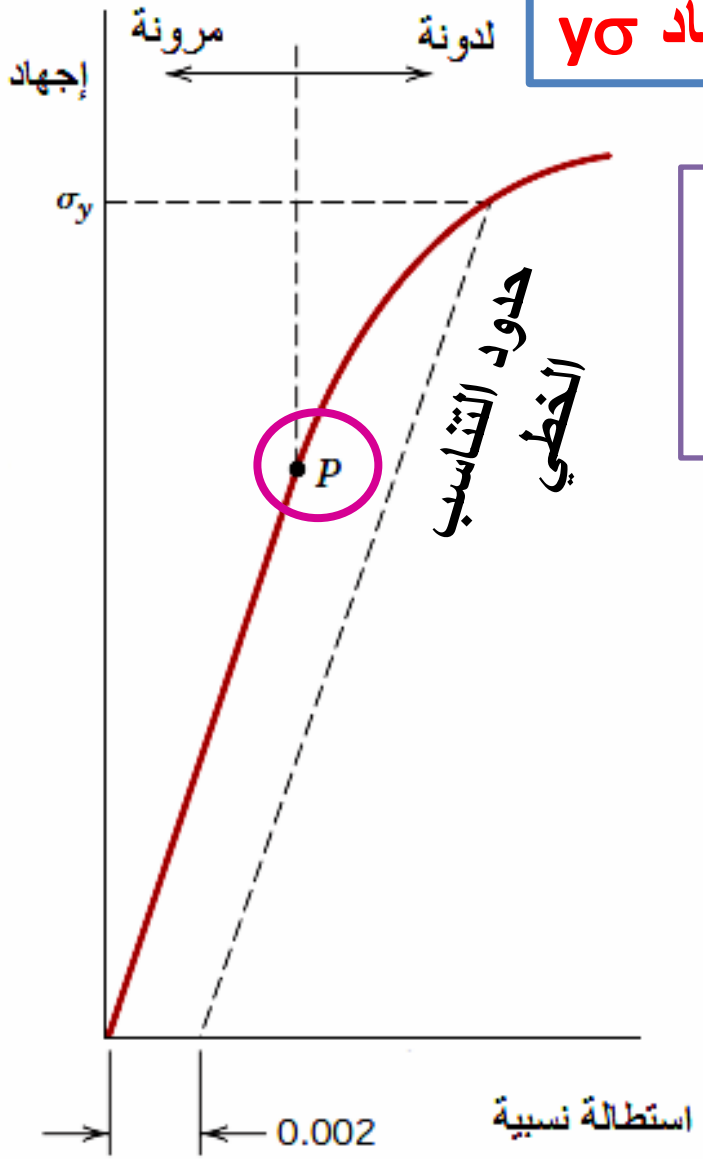
التشوهات اللدنة

تحدد التشوهات المرنة لمعظم المواد المعدنية بالقيمة العظمى للاستطالة النسبية ε و التي تساوي 0.002.

تفيد ظاهرة التشوهات اللدنة خلال تصميم الأبنية لمعرفة الإجهاد الذي يبدأ عنده التشوه اللدن

تفسير الاستطالة المتبقية من وجهة نظر بنيوية

تحديد الإجهاد σ_y



مفهوم الإجهاد و التشوه

يعرف اختبار إجهاد – تشوه (الاستطالة النسبية $\frac{\Delta l}{l}$)
بأنه الاختبار الناتج عن تطبيق حمولة(قوة) على سطح المقطع العرضي لعينة ما.

توجد أربع أنواع لاختبارات إجهاد – تشوه /إجهاد – انفعال:

اختبار الشد Tensile test

اختبار الانضغاط compression Test

اختبار القص Shear Test

– اختبار الفتل Torsional Test

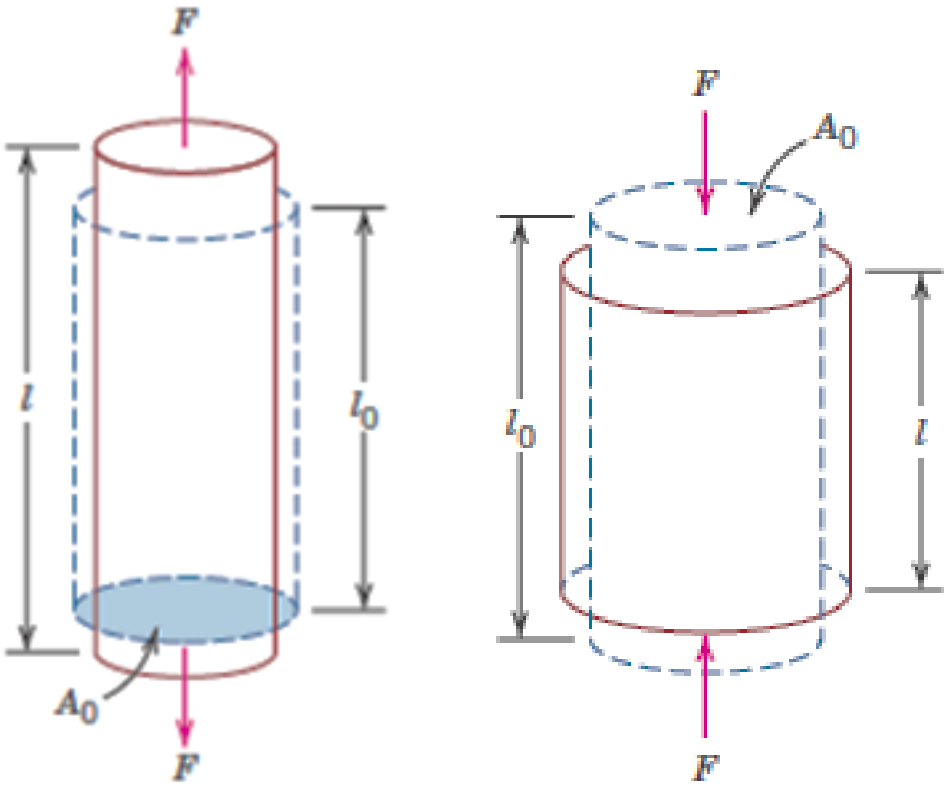
اختبار الشد و الانضغاط

يعطى الإجهاد الناتج عن تطبيق قوة F على سطح المقطع العرضي للعينة A_0

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

يؤدي تطبيق قوى الإجهاد إلى استطالة العينة

$$\varepsilon = \frac{l - lo}{l_0}$$



اختبار الانضغاط اختبار الشد

تتناسب قوى الإجهاد طردا مع الاستطالة النسبية وفق القانون

واحدة معامل يونغ

$\varepsilon = Y\sigma$ (في حالة اختبار الشد)

$\varepsilon = -Y\sigma$ (في حالة اختبار الانضغاط)

اختبار القص و الفتل

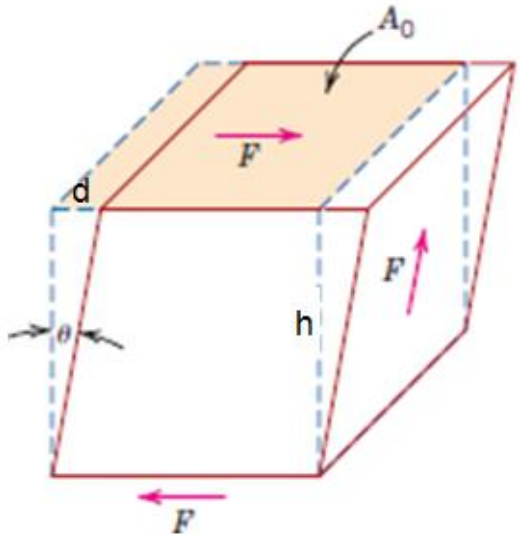
تكون العينة في اختبار القص على شكل متوازي مستطيلات و القوى المطبقة (F) موازية لأحد الوجهين

يعطى الإجهاد الناتج عن تطبيق قوة F على سطح المقطع العرضي للعينة A_0

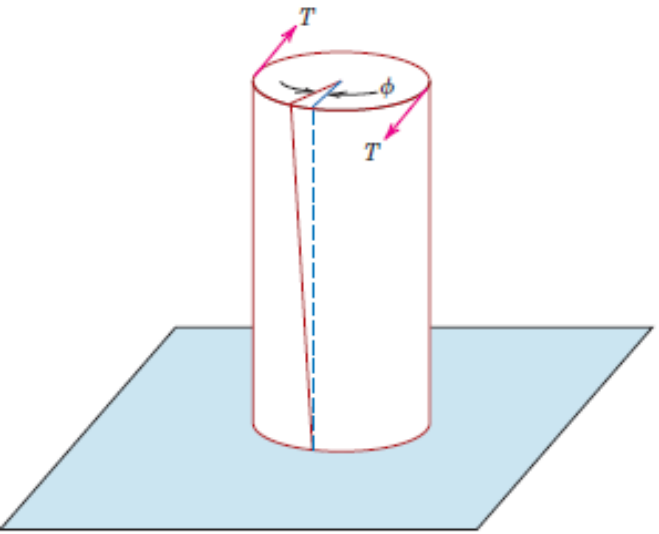
$$\tau=\frac{F}{A_0}$$

يعطى مقدار التشوه الناتج عن الاختبار بظل الزاوية θ

$$\gamma=tg\theta=\frac{d}{h}$$



اختبار القص



اختبار الفتل

تتناسب قوى الإجهاد τ طردا مع مقدار التشوه γ وفق العلاقة

$\tau = G\gamma$ (G معامل القص)

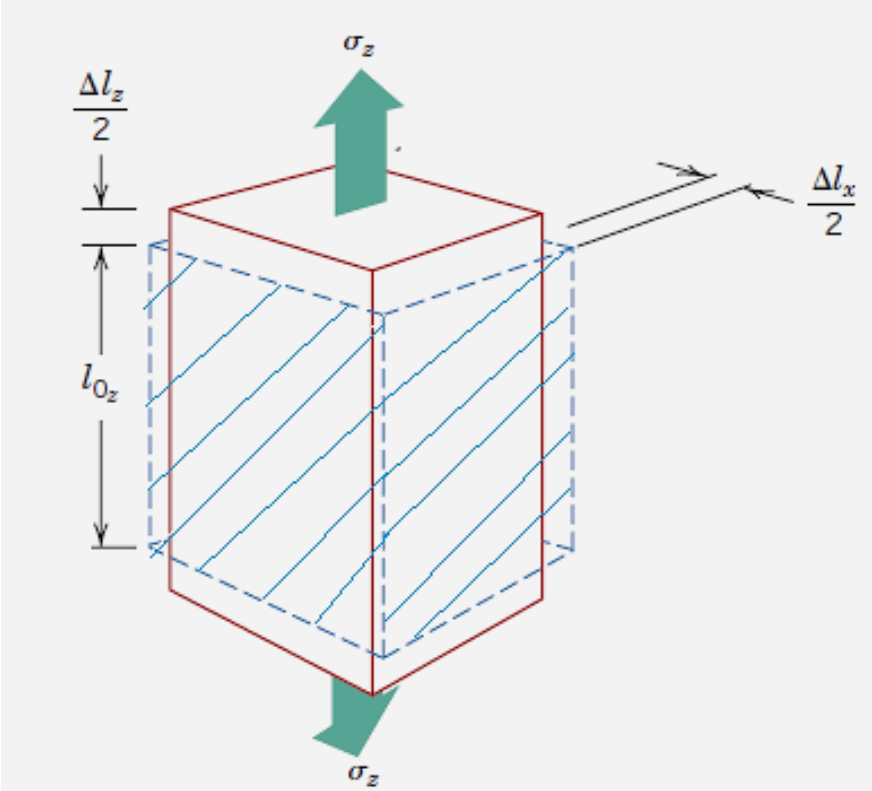
واحدة الإجهاد N/m^2 = Pascal

واحدات الإجهاد الأخرى Mpa,Psi

ماهي واحدة معامل القص

خصائص المرونة للمعادن

عند تطبيق إجهاد شدي على عينة معدنية ، يترافق الإجهاد مع استطالة نسبية في اتجاه الشد ε_z و تقلص في الاتجاهين X و Y (ε_x ، ε_y)بحيث يكون $\varepsilon_x = \varepsilon_y$



يطبق قانون $\sigma = Y\varepsilon$ في حالة الاستطالة وفق الاتجاهات X,Y,Z

معامل بواسون ν

تعرف نسبة بواسون بأنها نسبة التقلص الأفقي النسبي (ε_x) إلى الازدياد المحوري النسبي(ε_z) :

$$\nu = -\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_z} = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_z}$$

الاستطالة النسبية في الاتجاهين x و y (-)هي بعكس اتجاه الاستطالة النسبية في الاتجاه z(+).

قيمة ν موجبة دائما

توجد علاقة تربط بين

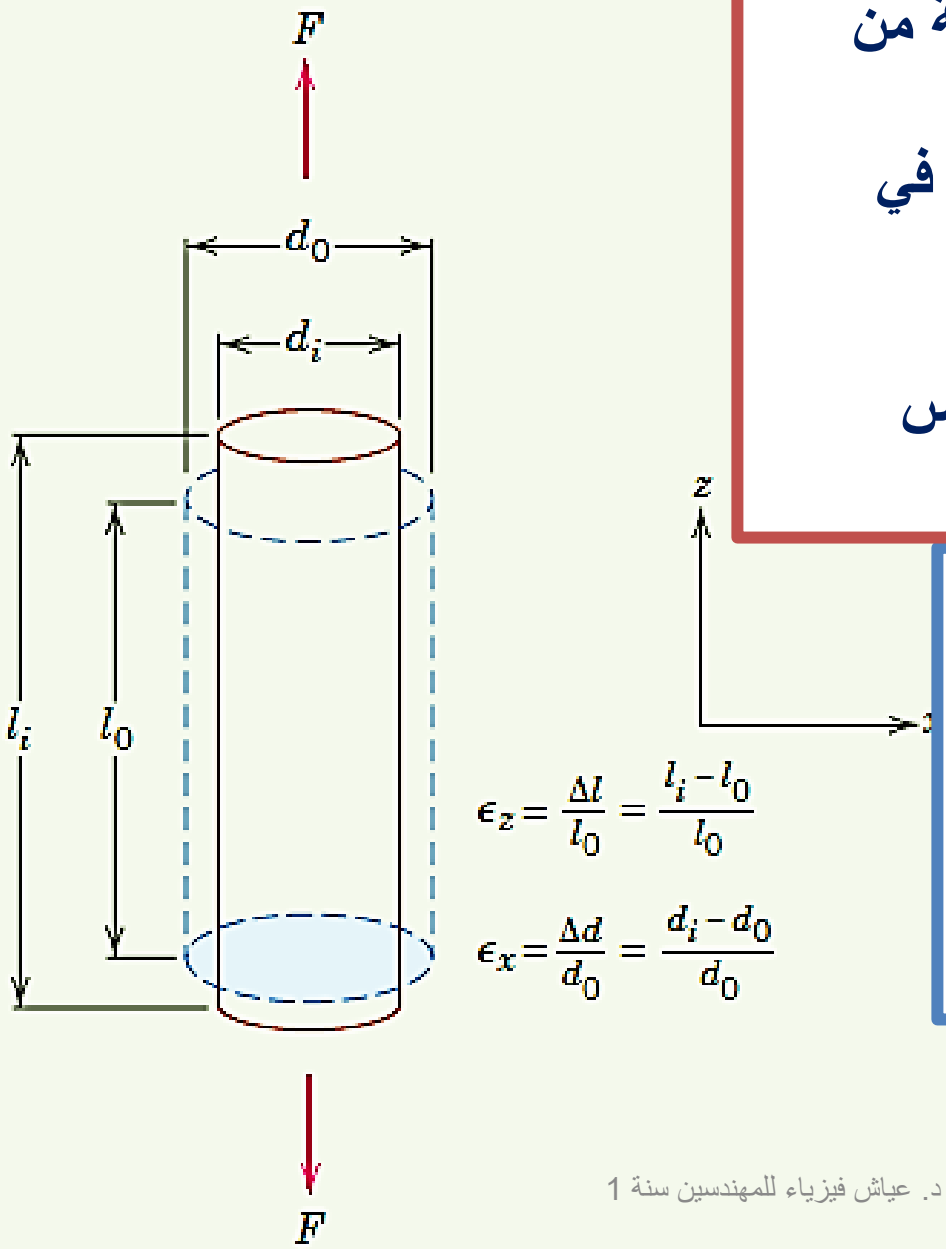
معامل القص G	معامل يانغ Y	نسبة بواسون ν

$$Y = 2G\,(1+\nu)$$

مثال محلول(صفحة 78)

$A0=\pi(d/2)^2=3.14(10x10^{-3}/2)$

نطبق إجهاد شدي على طول محور أسطوانة من النحاس الأصفر قطرها (10mm) ،
عين قيمة الحمولة المطلوبة لينتج لدينا تغير في القطر مقداره ($2.5x10^{-3}$mm) إذا اعتبرنا أن التشوه الحاصل تشوه مرن
$Y=10.1x10^4$Mpa ، معامل بواسون للنحاس الأصفر $\upsilon=0.35$



$$\epsilon_z = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_i - l_0}{l_0}$$

$$\epsilon_x = \frac{\Delta d}{d_0} = \frac{d_i - d_0}{d_0}$$

في هذه الحالة، تم تطبيق إجهاد شد على طول المحورZ أدى لاستطالة نسبية ε_z في اتجاه الشد و تقلصات نسبية مرنة في الاتجاه x (اتجاه نصف القطر هنا)

F=5660N

σ=72.1Mpa

إذا كان الإجهاد الذي يبدأ عنده تشوه عينة من خليطة النحاس تشوها لدنا هو 345Mpa و بفرض أن معامل المرونة لهذه الخليطة هو $10.3x10^4$ Mpa فأوجد :

- قوة الحمولة الأعظمية الواجب تطبيقها على عينة تملك مساحة مقطع عرضي $130mm^2$ قبل أن تتشوه تشوها لدنا
- الطول الأعظمي للعينة إذا كان طولها الأصلي 76mm و ذلك قبل أن تتشوه تشوها لدنا

σ_y = 345Mpa

A_0 = $130mm^2$

Y = $10.3x10^4$ Mpa

L_0 = 76mm

قوة الحمولة الأعظمية مرتبطة بالإجهاد الذي يبدأ عنده التشوه اللدن σ_y : $\sigma_y = F/A_0$

يحسب الطول الأعظمي من علاقة الإجهاد $\sigma = Y\varepsilon$

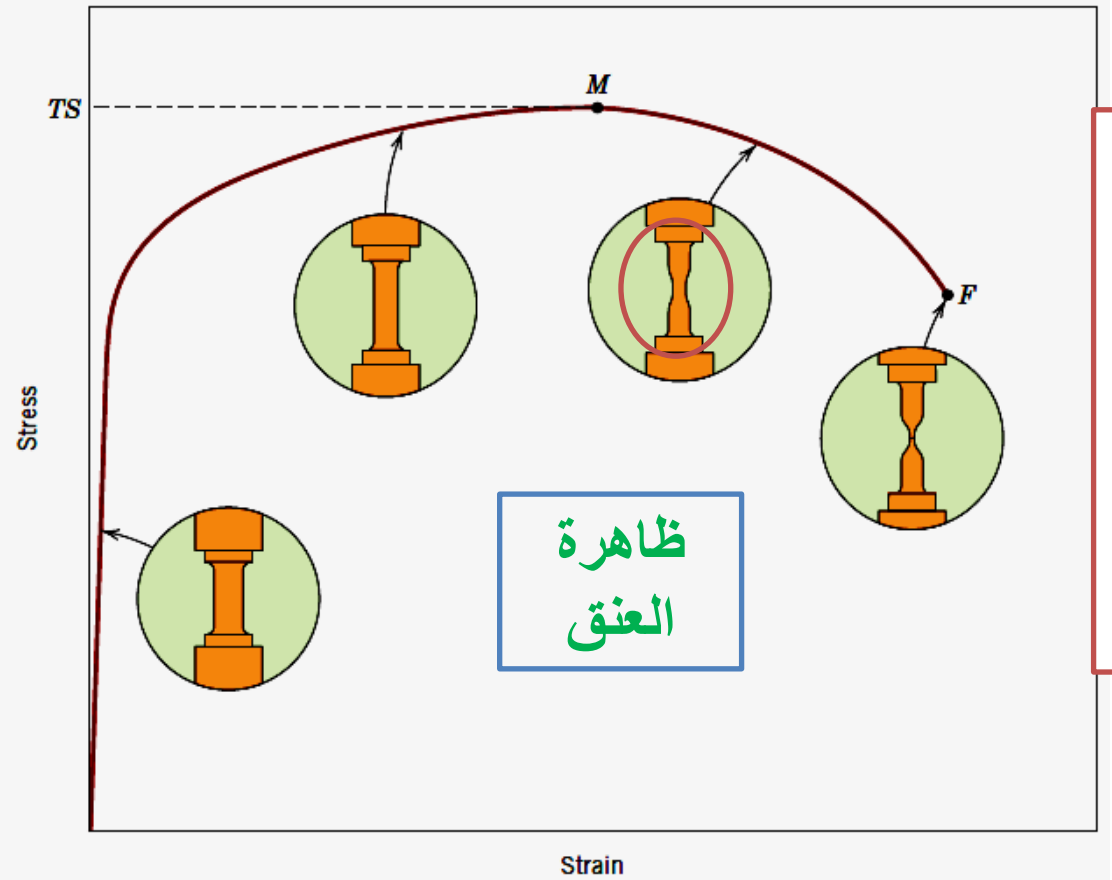
حيث $\varepsilon = \Delta L/L_0$

F=44850N

الطول الأعظمي : $L=L_0+\Delta L$

$\Delta L=0.2545mm$

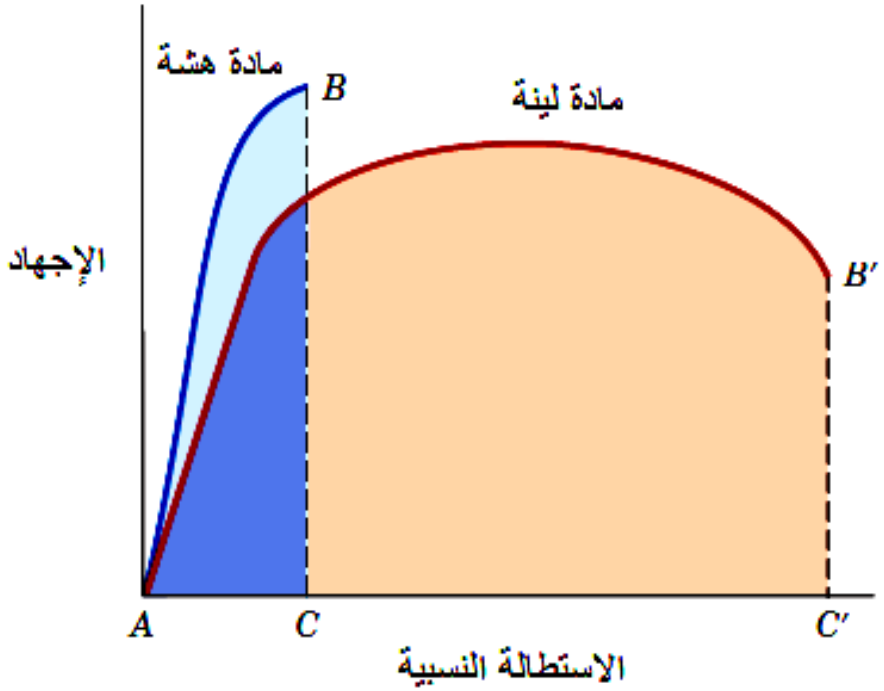
مقاومة الشد



تعرف مقاومة الشد Ts بأنها النقطة التي يكون فيها الإجهاد أعظمي في المنحني إجهاد – استطالة نسبية وهي القيمة المقابلة للنقطة M على المنحني .

تقدر مقاومة الشد بواحدة Mpa

الليونة



خاصية ميكانيكية تقيس درجة التشوه اللدن الذي تتحمله المادة حتى تنكسر (تنقطع) وتقسم المواد وفقا لهذه الخاصية إلى :

مواد هشة / مواد لينة

تعبر الليونة عن النسبة المئوية للاستطالة ⇐ ليس لها واحدة

الرجوعية

تعرف الرجوعية بأنها مقدرة المادة على الاستعادة أو الرجوع لشكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة عليها أي قدرتها على امتصاص الطاقة خلال التشوه المرن .

مسائل في الخواص الميكانيكية

تملك عينة أسطوانية من الفولاذ قطرا 15.2mm و طول 250mm تم تشويه العينة تشوها مرنا بقوة شد مقدارها 48900N فإذا علمت أن معامل المرونة للفولاذ $Y=20.7X10^4Mpa$ فأوجد مقدر استطالة العينة في اتجاه تطبيق الإجهاد؟

نوجد $A_0=\pi(d/2)^2$

$A_0=181.36x10^{-6}\ m^2$

d=15.2mm

F=48900N

$Y = 20.7x10^4\ Mpa$

$L_0 = 250mm$

$\sigma=F/A_0$

$\sigma= Y\varepsilon$

$\varepsilon=\Delta L/L_0$

$\Delta l=0.325mm$

مسائل في الخواص الميكانيكية

تم تشويه عينة أسطوانية من خليطة النحاس الأصفر قطرها 10mm و طولها 101,6mm بقوة شد (10000N) فإذا كان معامل بواسون لهذه العينة $\upsilon=0.35$ و معامل يونغ لهذه العينة $Y=10.1x10^4Mpa$ فأوجد :

- مقدار استطالة العينة
- مقدار نقصان قطر العينة

اتجاه ε_x و ε_z

نوجد $A_0=\pi(d/2)^2$

$A_0=78.5x10^{-6}\ m^2$

d=10mm
F=10000N
$Y = 10.1x10^4$ Mpa
L_0 =101.6mm
=0.35ν

$\sigma=F/A_0$
$\sigma= Y\varepsilon_z$
$\varepsilon_z=\Delta L/L_0$
نوجد ε_x من العلاقة
$= -\varepsilon_x /\varepsilon_z\nu$

$\Delta d=-4.5x10^{-3}$ mm

$\Delta l=0.13mm$