بسم الله الرحمن الرحيم

تتمة بحث التوازن +الخواص

الميكانيكية

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د. صبا عياش

تصحيح أخطاء مطبعية في المحاضرة الثالثة (نسخة Pdf)

شريحة 18

$R=L.\sin\theta=\sqrt{3}/10m$

$\Sigma F_y=0 \quad T\cos\theta=mg$

$\Sigma F_x=ma_n \ , \ T\sin\theta = m\,V^2/R=m\,w^2R$

شريحة 19

يعبر الشرط الثاني عن التوازن في الحركة الدورانية و يرتبط مع قانون التسارع الدوراني للحركة الدورانية $\Sigma\Gamma=I\alpha$ حيث I عزم عطالة الجسم في دورانه حول المحور ،α التسارع الزاوي، ففي حالة التوازن تكون محصلة عزوم القوى معدومة أي لا يوجد عزم خارجي يسبب الدوران حول أي محور.
و يطبق هذا الشرط على محصلة العزوم وفق المحاور الإحداثية الثلاث :

شريحة 27

$\Sigma\Gamma=0$ ، $\Sigma F=0$

شريحة 28

قوة الثقل W :الزاوية = $(\pi/2 - \theta)$،
شدة عزم قوة رد فعل الجدار على السلم $\Gamma(P)=+P.\ L\sin\theta$

الشريحة 29: $\Sigma\Gamma=0$

الشريحة 30 التصحيح على الرسم الزاوية بين القوة F_B و الذراع (طول السلم) $= \pi/2-\theta$

شدة عزم قوة الاحتكاك FB : $\Gamma(FB)= +FB.L.Sin(\pi/2-\theta)$

الخصائص الميكانيكية للمعادن

تتعرض معظم المعادن لدى استخدامها لقوى و حمولات دائمة مثل المركبات الآلية و الجسور و الطائرات ، لذا من الضروري معرفة خواصها الميكانيكية من قساوة و لدونة و غيرها لوضعها في التطبيق المناسب

تحني المرونة : نأخذ مثال عليه دراسة استطالة نابض نتيجة تطبيق أحمال عليه

استطالة النابض ΔL = الطول الجديد L – الطول الأصلي L_0

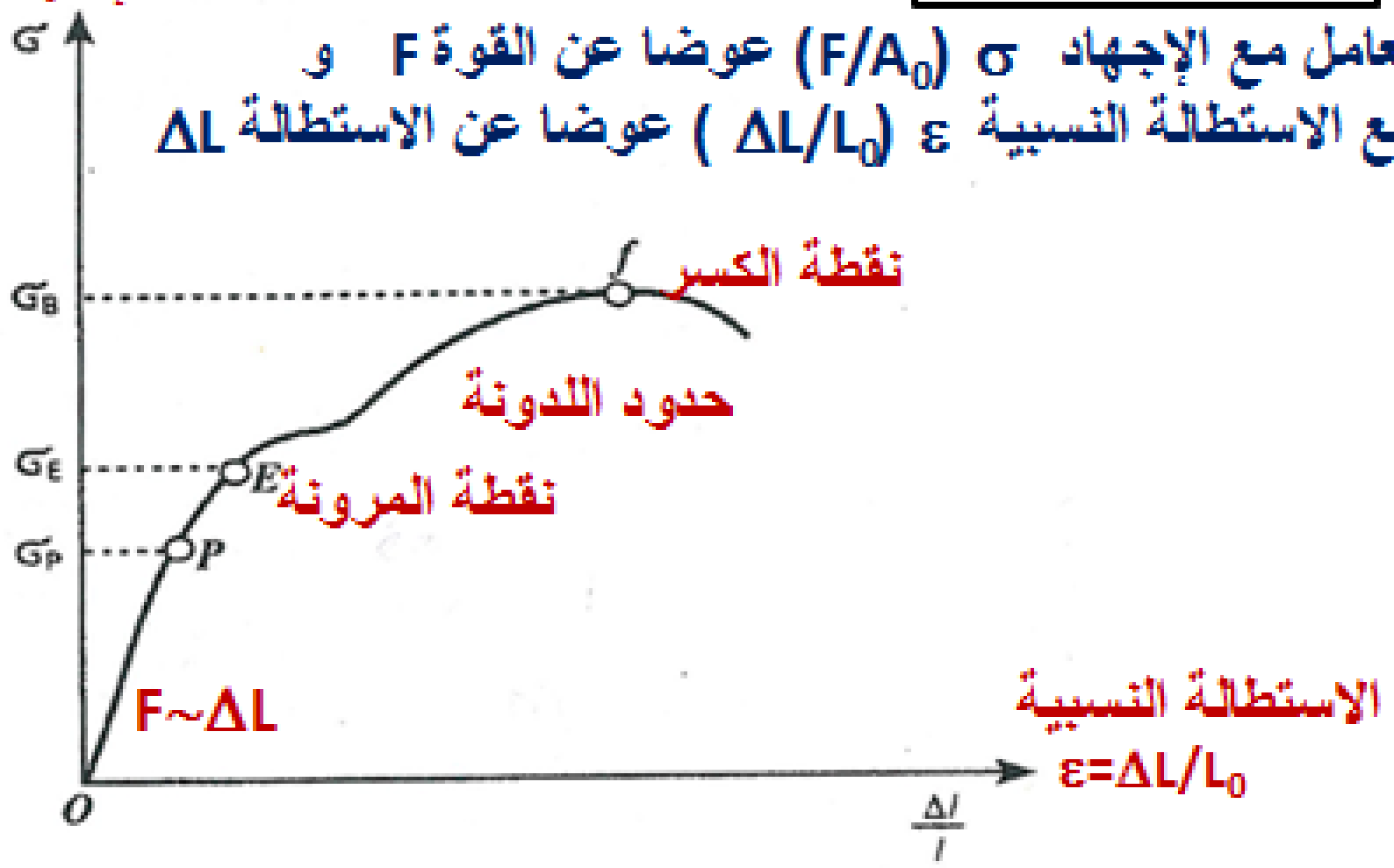
تتناسب استطالة النابض طردا مع القوة المطبقة W و يعود النابض لوضعه الأصلي بعد إزالة الثقل المطبق عليه (و تكون التشوهات الناتجة مرنة) و ذلك وصولا لحد المرونة حيث تصبح العلاقة بعدها بين الاستطالة و الثقل المطبق غير خطية و تكون التشوهات الناتجة لدنة (دائمة)

يؤدي استمرار تطبيق الحمولات على العينة في منطقة اللدونة إلى كسر العينة عند نقطة الكسر

الخصائص الميكانيكية للمعادن

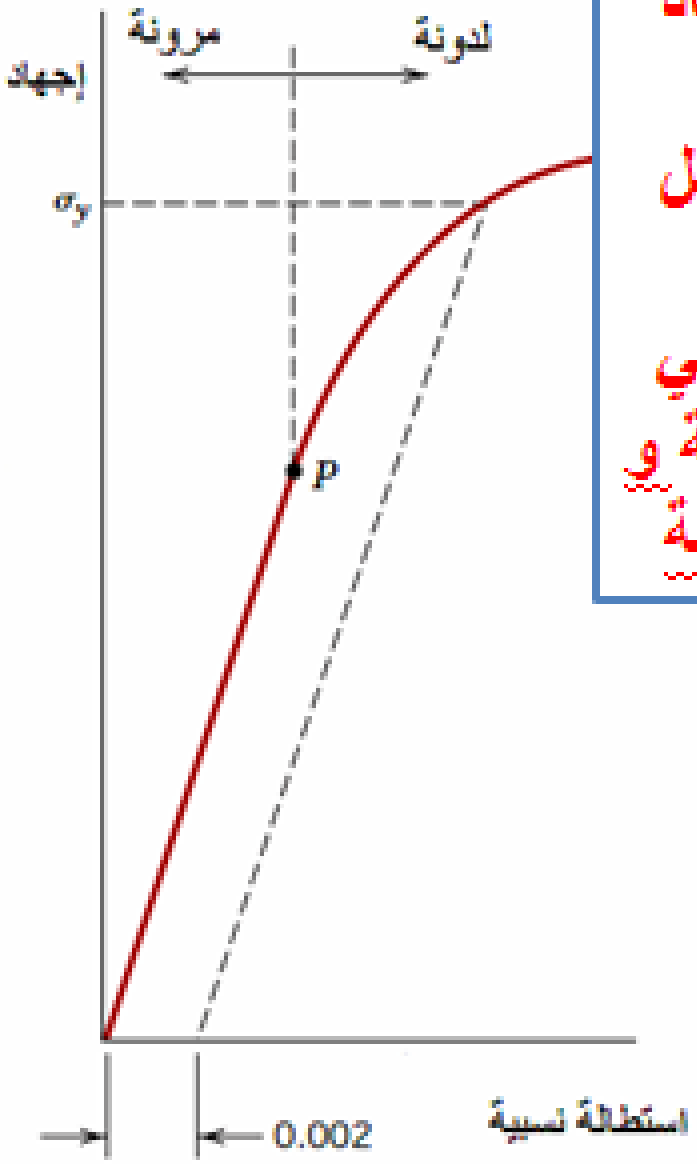
منحني المرونة

نتعامل مع الإجهاد σ (F/A_0) عوضا عن القوة F و
مع الاستطالة النسبية ε $(\Delta L/L_0)$ عوضا عن الاستطالة ΔL



تحديد الإجهاد σ_y الفاصل بين منطقتي المرونة و اللدونة

تحدد التشوهات المرنة (التغير في الاستطالة و في أبعاد العينة) لمعظم المواد المعدنية بالقيمة العظمى للاستطالة النسبية ε و التي تساوي 0.002، أي أن أي تشوه موافق لاستطالة نسبية < 0.002 يكون الجسم واقع في منطقة المرونة (العلاقة بين σ و ε علاقة خطية). و أي تشوه موافق لاستطالة نسبية > 0.002 يكون الجسم واقع في منطقة اللدونة (العلاقة غير خطية بين σ و ε) و نحصل على استطالة متبقية بعد زوال القوة المطبقة .



يجب أن تكون معظم التشوهات التي تتعرض لها المواد الداخلة في البناء تشوهات مرنة ، لذا تفيد ظاهرة التشوهات اللدنة خلال تصميم الأبنية لمعرفة الإجهاد الذي يبدأ عنده التشوه اللدن σ_y حتى لا يتم تجاوزه خلال التصميم.

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

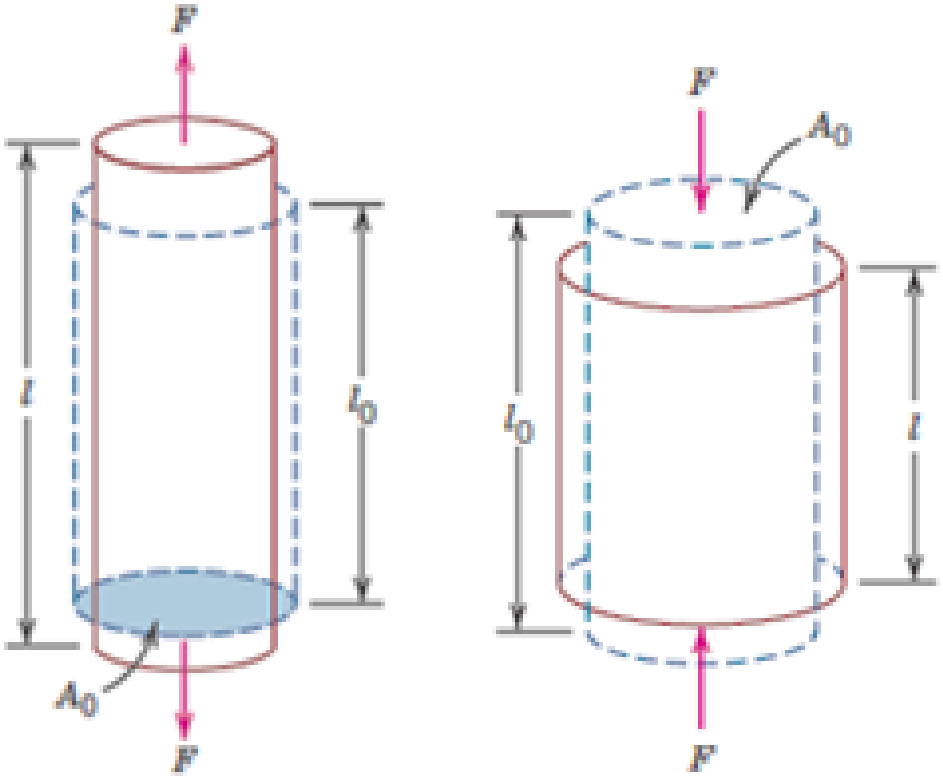
اختبار الشد و الانضغاط

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

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

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

واحدة معامل يونغ

اختبار القص و الفتل

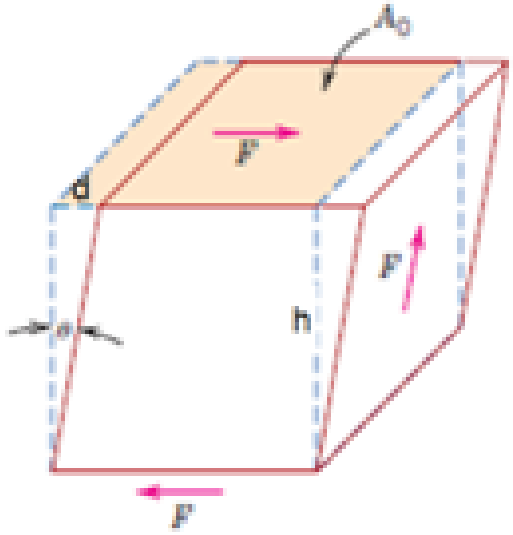
تكون العينة في اختبار القص على شكل متوازي مستطيلات و القوى المطبقة (F) موازية لأحد الوجهين

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

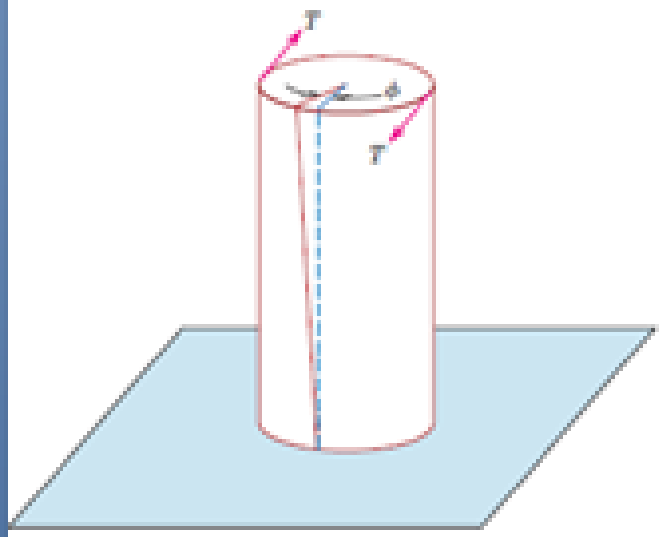
$$\tau=\frac{F}{A_0}$$

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

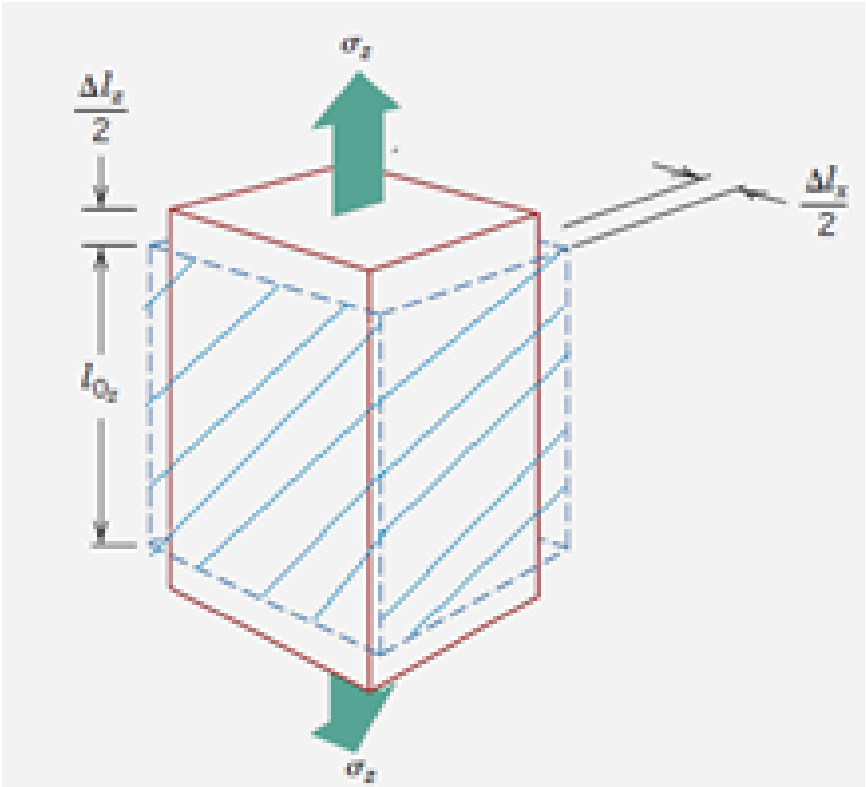
ماهي واحدة معامل القص

واحدات الإجهاد الأخرى

Mpa,Psi

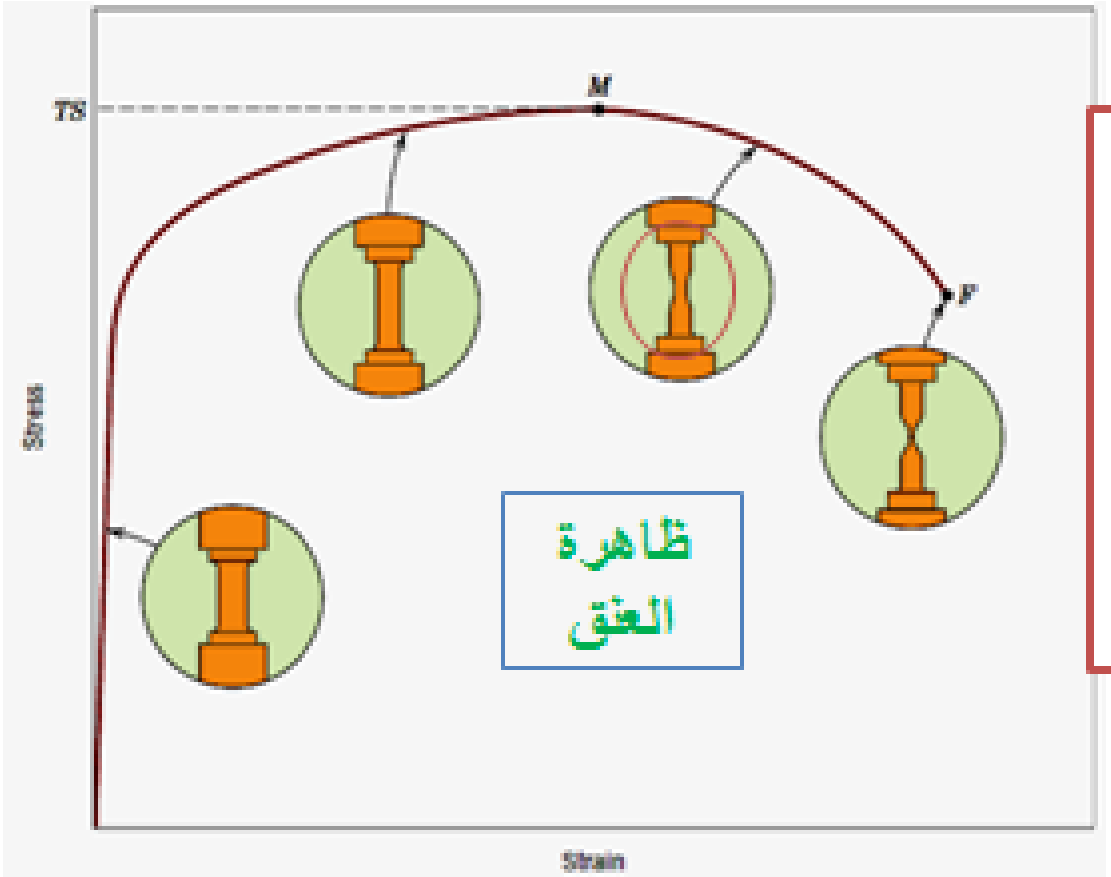
خصائص المرونة للمعادن

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

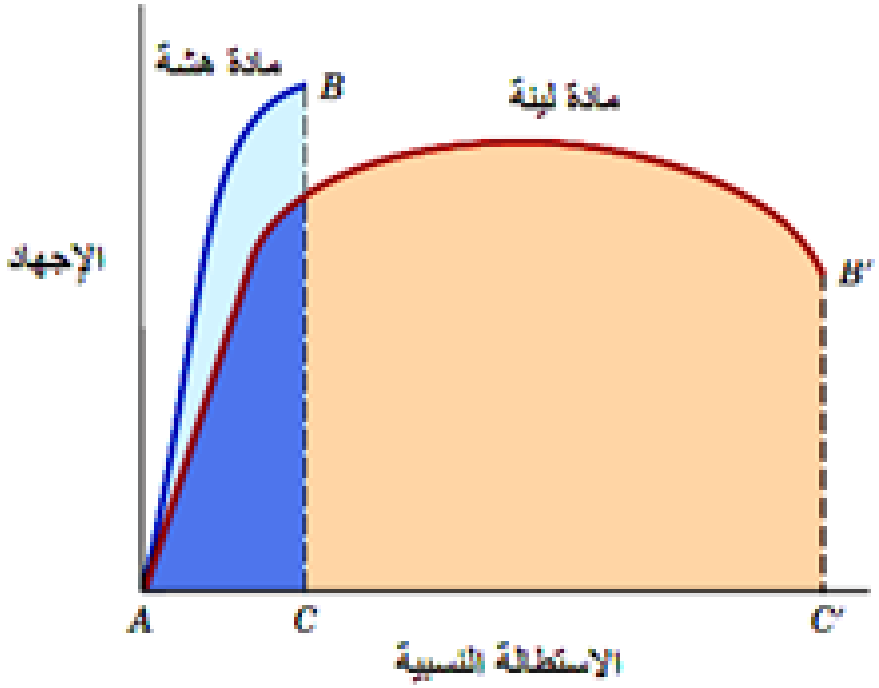
مقاومة الشد



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 تتكسر (تتقطع) وتقسم المواد وفقا لهذه الخاصية إلى :

مواد هشة / مواد لينة

تعبر الليونة عن النسبة المئوية للاستطالة ⟵ ليس لها واحدة

الرجوعية

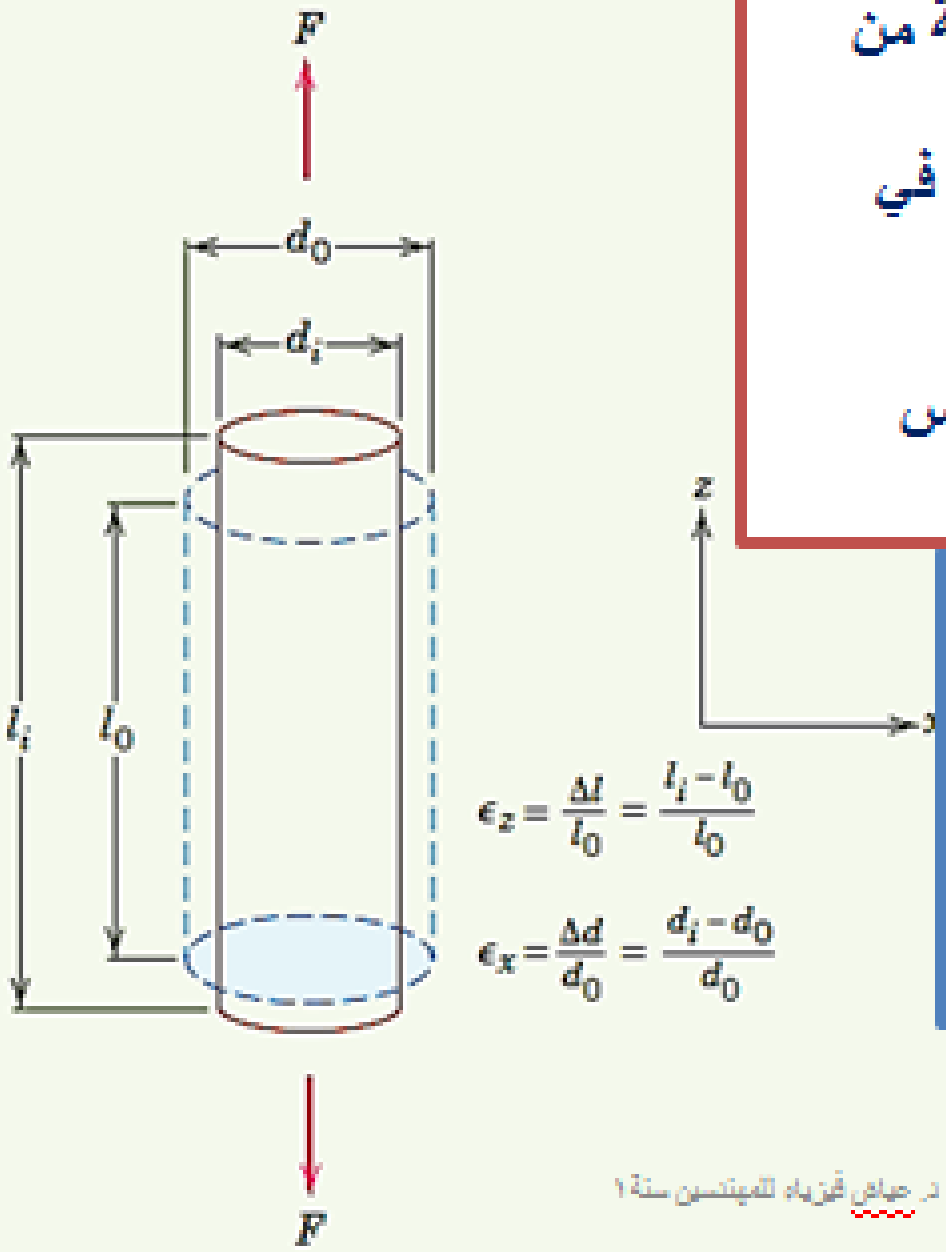
تعرف الرجوعية بأنها مقدرة المادة على الاستعادة أو الرجوع لشكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة عليها أي قدرتها على امتصاص الطاقة خلال التشوه المرن .

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

مثال محلول(صفحة 78)

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 $\upsilon=0.35$

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)



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

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

$\sigma=72.1$Mpa

F=5660N