بسمه تعالی

دانشگاه فنی و حرفه ای

آموزش مجازی

مقاومت مصالح

جلسه اول

مدرس: یوسف جعفری آزاد

مکانیک خودرو

۱۳۹۸

فصل اول

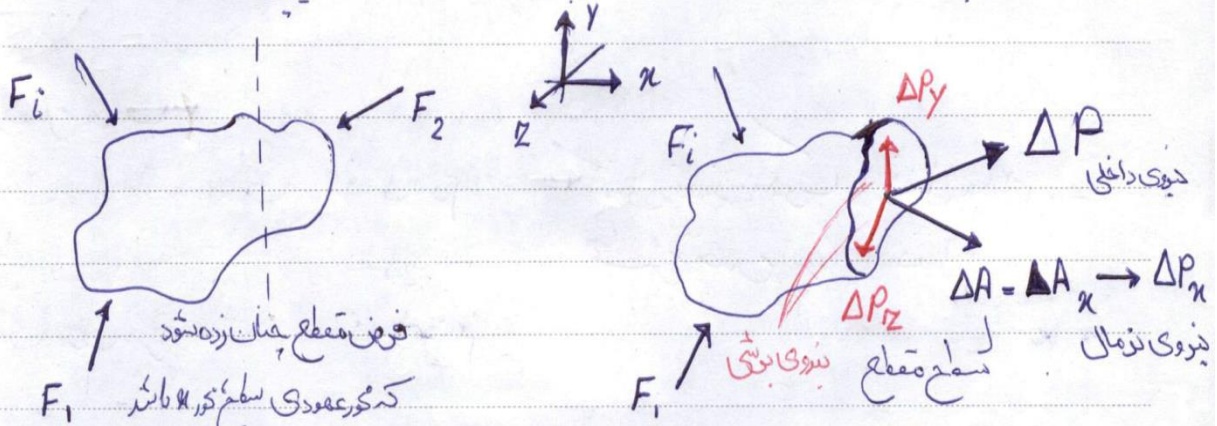
تنش Stress : σ

$$\text{تنش} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح اعمال نیرو}}$$

استحکام اجسام از خواص ذاتی جسم بوده از جنس تنش است و به جنس (آنالیز شیمیایی) و پروسه فرایند بستگی دارد.

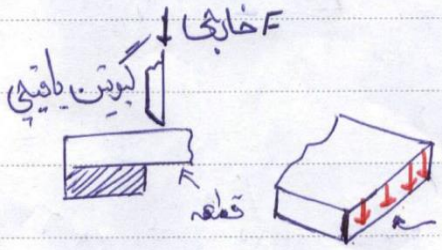
مثال: استحکام پاره شدن پوست دست از جنس تنش است

* در طبیعت دو نوع تنش موجود است یکی تنش نرمال که ماهیت کششی یا فشاری دارد و نوع دیگر تنش برشی است که ماهیت برشی دارد مانند قیچی و کاغذ.

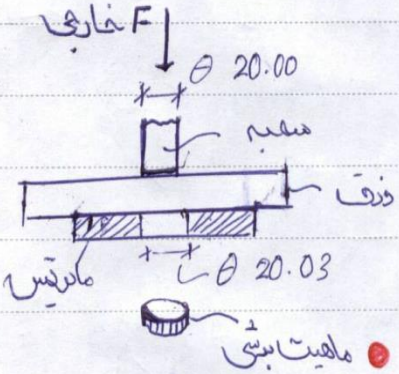


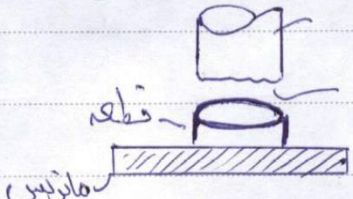
تنش برشی: چون کاملاً روی سطح قرار دارند

بریدن ورق به وسیله گیوتین



سوراخ کردن ورق به وسیله قالب و سنبه و ماتریس





ماهیت نرمال دارد

$\tau_{xx} = \frac{\Delta P_x}{\Delta A_x}$ نرمال $\tau_{xy} = \frac{\Delta P_y}{\Delta A_y}$ برشی $\tau_{xz} = \frac{\Delta P_z}{\Delta A_z}$ برشی

جهت نیرو ← ↓ بردار عمود بر سطح

در هر نقطه از فضا ۹ مؤلفه تنش داریم ($\tau_{xx}\ \tau_{xy}\ \tau_{xz}\ \tau_{yy}\ \tau_{yx}\ \tau_{yz}\ \tau_{zz}\ \tau_{zx}\ \tau_{zy}$)

نرمال نرمال نرمال

تنسور پارامتری ریاضی است که برای ساختن آن به ۹ مؤلفه نیاز میدیم

$\tau_{xx} \approx \sigma_x$ $\tau_{yy} \approx \sigma_y$ $\tau_{zz} = \sigma_z$ ← سیگما

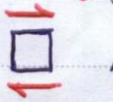
σ_{ij} $\begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{xy} & \sigma_z \end{pmatrix}$

تنش متوسط = $\frac{\Delta P}{\Delta A}$ ← نیرو

تنش در یک نقطه = $\lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta A}$

تنش های نرمال باعث کوچک یا بزرگ شدن قطعه بدون تغییر زوایای قطعه می‌شود.

تنش های برشی باعث تغییر زوایا در قطعه می‌شود.



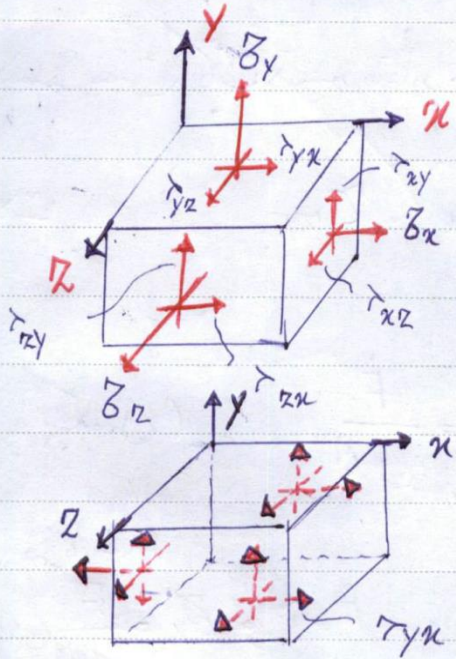
واحدهای تنش:

$\frac{N}{m^2} = Pa$ پاسکال $\frac{N}{mm^2} = MPa$ مگاپاسکال

$kPa = 10^3 \frac{N}{m^2}$ کیلوپاسکال $\frac{lb_f}{in^2} = PSI$ سیستم غیر متریک

پوند ← نیرو

$12'' = 1m$ ← اینچ



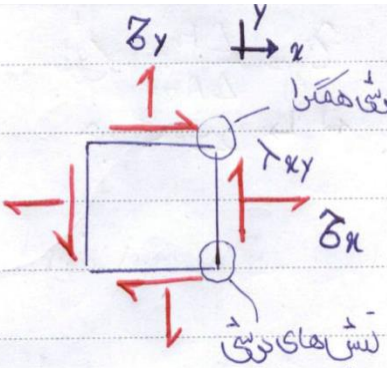
تحلیل ۹ مؤلفه تنش در یک نقطه از فضا

برای اینکه کل جسم تعادل استاتیک خود را حفظ کند باید تنشی در جهت عکس هر تنش به جسم وارد گردد

که در کل ۹ مؤلفه تنش موجود است

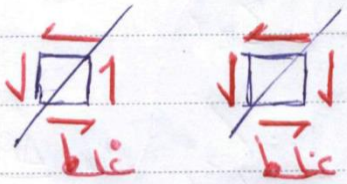
بررسی تعادل استاتیک یک المان ۱

فرض می‌کنیم المان 2 بعدی است

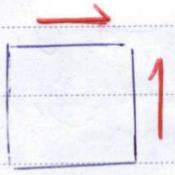


تعادل استاتیک ۱ برایند نیروی هادر امتداد دلخواه باید صفر باشد * ممان نیروها حول هر محور دلخواه باید صفر باشد *

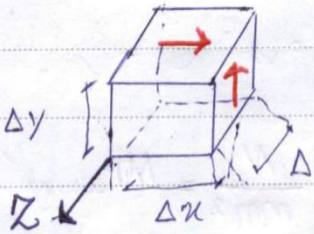
تنش‌های برشی به صورت واگرا یا همگرا اعمال می‌شود



حول محور z ممان نیروها را به دست آورده مساوی صفر قرار می‌دهیم $\Sigma M_z = 0$



تنسور تنش یک تنسور متقارن است $\tau_{ij} = \tau_{ji}$



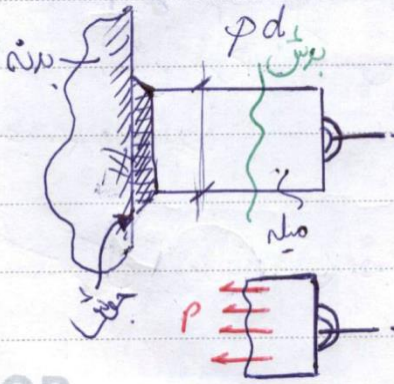
$$(\tau_{xy} + \Delta z \Delta y) * \Delta x - (\tau_{yx} dx dz)\, dy = 0$$

تنش — سطح — فاصله، بازو — نیرو

چون تنسور تنش یک تنسور متقارن شد در هر نقطه از فضا نیاز به 6 مؤلفه تنش است

$$\tau_{xy} = \tau_{xz} = \tau_{yz}$$

$$\Rightarrow \sigma_x ,\ \sigma_y ,\ \sigma_z ,\ \tau_{yx} ,\ \tau_{zx} ,\ \tau_{zy}$$ مجهولات



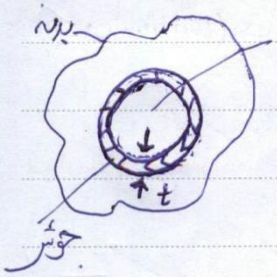
تنش در سیم بکسل ۱

$$\sigma_x = \frac{F}{A_{\text{سطح مقطع سیم}}}$$

تنش در میله ۲

تنش نرمال کششی $\sigma_x = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d_2^2}$ ، تعادل استاتیک $\Rightarrow F = P$

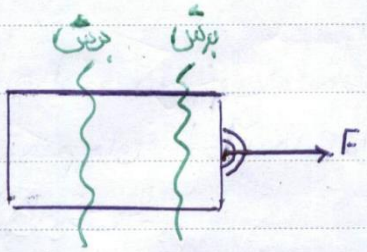
تنش در جوش:

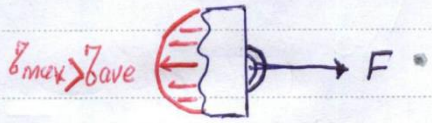


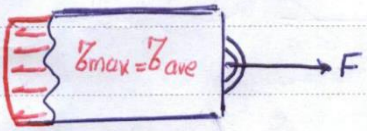
تنش در جوش $\sigma_x = \frac{F}{\text{سطح مقطع جوش}} \leftarrow \frac{F}{\pi d t}$

تنش در بدنه فلزی:

تنش بدنه $\sigma_x = \frac{F}{\pi d t}$

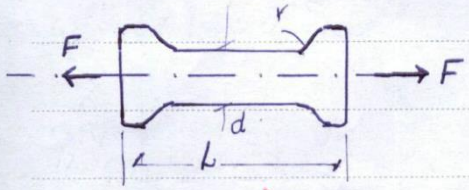


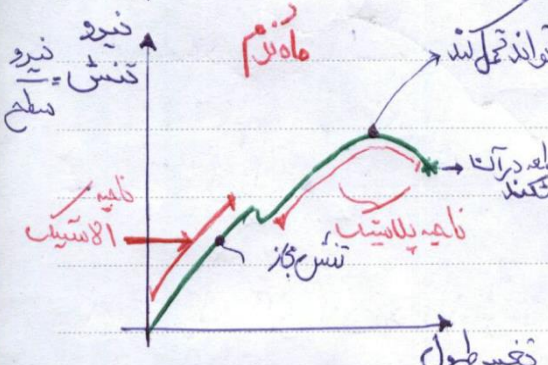




آزمایش کشش ساده: (دستگاه کشش)

تغییرشکل { الاستیک، ارتجاعی، بازگشت پذیر
پلاستیک، غیرالاستیک، غیرارتجاعی





نهایت تنشی که قطعه می‌تواند تحمل کند ultimate stress یا strength

$$\text{تنش} = \frac{F}{A} \qquad A = \frac{\pi}{4} d^2$$

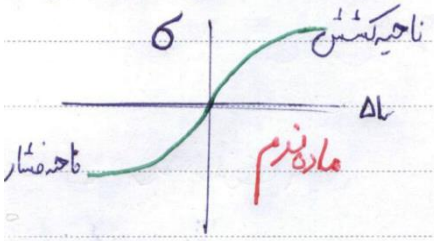
* تغییرشکل در ابتدای اعمال نیرو به صورت الاستیک است اما در نقطه‌ای تغییرشکل به صورت پلاستیک می‌گردد و نمودار آن با خاطر توان 2 سطح مقطع منحنی می‌گردد.

استحکام تسلیم yield Strength:

استحکام مربوط به مرز بین الاستیک و پلاستیک

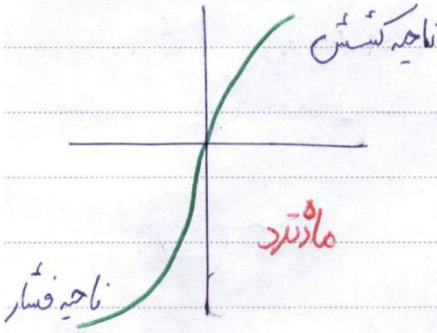
σ_y ← تسلیم

σ_u نهایت تنش است که قطعه قبل از بریده شدن و یا پاره شدن تحمل می‌کند (ultimate stress)



مواد نرم رفتار یکسانی در کشش و فشار دارند

تغییر شکل پلاستیک مواد نرد بسیار ناچیز است

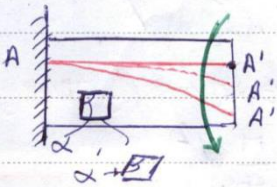


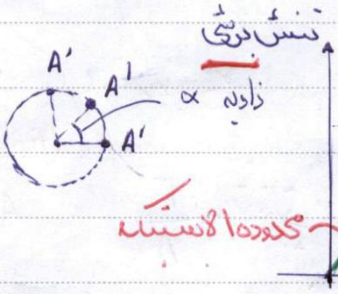
* رفتار مواد نرد در کشش و فشار متفاوت بوده و معمولاً استحکام های فشاری آنها به مراتب بالاتر از استحکام کششی است.

ضریب ایمنی n:

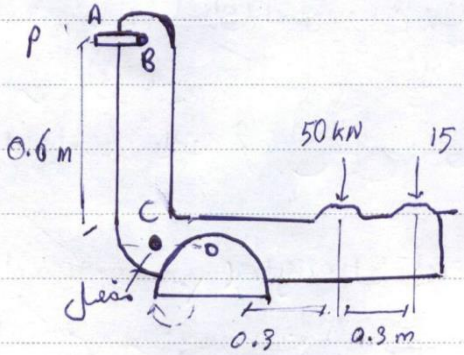
$$\text{تنش مجاز برابر است با} = \frac{\text{تنش تسلیم}}{\text{ضریب ایمنی}} \qquad n \geq 1$$

افزایش ضریب ایمنی باعث می‌شود طراحی ما over size گردد در نتیجه قیمت تمام شده و هزینه تولید اضافه تر گردد





آزمایش پیچش ساده



سوال: میله AB از فولاد با تنش تسلیم 600 MPa ساخته شده مطلوب است قطر میله AB با ضریب ایمنی 2.3

پاسخ: $\sigma_y = 600 \qquad n = 2.3$

$$\sum M_C = 0 \qquad P \times 0.6 = 50 \times 0.3 + 15 \times 0.6$$

$$P = 40$$

$$\text{تنش مجاز} = \frac{600}{2.3} = \frac{P}{A} = \frac{40 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$AB = d = 16.7 \text{ mm}$$