

جزوه آمادگی آزمون کارشناسی ارشد عمران

درس مقاومت مصالح

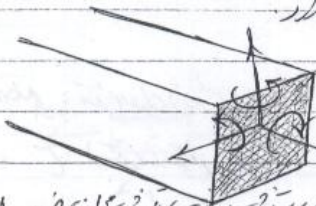
مدرس: مهندس شمالی "عضویت علمی دانشگاه بوعلی سینا میهمان"

"این جزوه از تدریس در کلاس های کنکور ارشد عمران در میهمان تهیه شده است"

به عبارت اصلاح :

ج ۱۱

تفاوت اصلی تفاوت بین نیروی کششی و نیروی فشاری در این است که در نیروی کششی، اجزای ماده را از هم دور می‌کند و در نیروی فشاری، اجزای ماده را به هم نزدیک می‌کند.



سرعت: (توان و انرژی) axial loading

- ۱- تنش: به حالتی گفته می‌شود که یک جسم تحت یک نیروی کششی یا فشاری قرار گیرد و این نیرو باعث تغییر شکل می‌شود.
- ۲- کرنش (Strain): به تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن گفته می‌شود.

= رابطه تنش و کرنش

= عبارت تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن

(۳۰۸.۶)

(۵=۴۴)

۳- محاسبه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت الاستیک

۴- محاسبه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت پلاستیک

۵- محاسبه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت الاستیک و پلاستیک

۶- محاسبه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت الاستیک و پلاستیک

۷- برش:

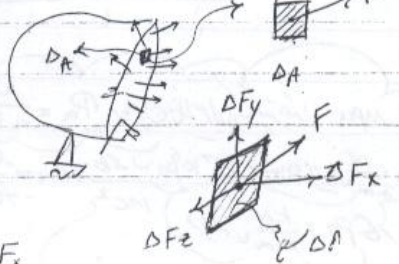
۸- تنش برش: به حالتی گفته می‌شود که یک جسم تحت یک نیروی برشی قرار گیرد و این نیرو باعث تغییر شکل می‌شود.

۹- زاویه برش: به زاویه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت برشی گفته می‌شود.

۱۰- محاسبه تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت برشی

تفاوت:

تنش: Stress = نیرو در واحد سطح



ΔA - این نسبت به زمان است

ΔF_x

$$\text{تنش} = \frac{\Delta F_x}{\Delta A}$$

این نسبت به زمان است و به تغییر شکل جسم نسبت به طول اولیه آن در حالت الاستیک و پلاستیک

لذا قوت رقیق تنشی در سطح است :

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_x}{\Delta A}$$

Normal Stress : تنشی عمود (تنشی کمره)
تنشی برشی : τ (تنشی لایه کششی)

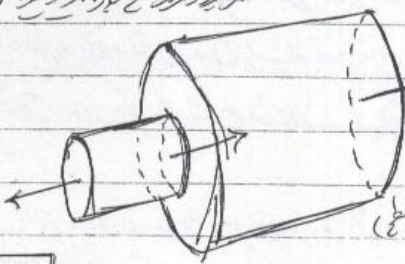
$$\tau_y = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_y}{\Delta A}$$

$$\tau_z = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_z}{\Delta A}$$

از این تنشی که در نقطه
موقعیت مشخص

۱- تنشی نرمال
۲- برشی Shear Stress

آنها تنشی در سیستم که بر حسب تحت بارگذاری محسوب می شود :



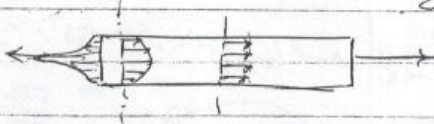
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

بر حسب تقارن و مرکز ثقل
یعنی بار یکنواخت در تمام سطح اعمال می شود

$$\tau = \frac{VQ}{It}$$

(اصل مرکز ثقل) - $\bar{x}$ و $\bar{y}$

در صورتی که نیروی کششی در تمام سطح یکنواخت اعمال شود



- واحد تنشی :

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

$$Pa = \frac{N}{m^2}$$

$$10^6 Pa = 1 MPa$$

$$10^9 Pa = 1 GPa$$

$$10^3 Pa = 1 kPa$$

سیستم یک (انگلیسی) و (فارسی) و (ایرانی)

$$70 \frac{kg}{cm^2} = kpsi$$

$$1 kpsi = 1000 psi$$

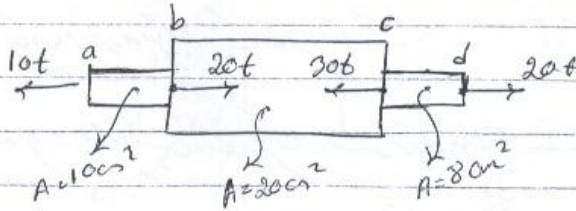
$$E_{st} = 200 GPa$$

$$= 30000 kpsi$$

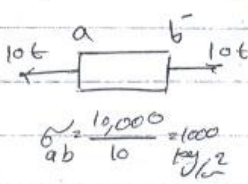
(Pounds Per Square inch)

ستاره ای: $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} : \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^2}$

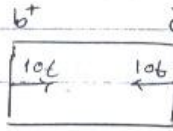
آماره ای:



اگرچه نیروی کشش در هر دو
شرطی است $\sigma = \frac{F}{A}$



$$\sigma_{ab} = \frac{10,000}{10} = 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



$$\sigma_{bc} = \frac{10,000}{20} = 500 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

در هر دو



$$\sigma_{cd} = \frac{20,000}{8} = 2500 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



ماہرین: غازی خاں صاحب - بارہ شاہ پور (پہلا) (پہلا)
 دوسرا نمبر: شمس الدین صاحب - ادا علی صاحب - راجہ کے - راجہ صاحب

آب: باب: (سولہ صفحہ) - پرزنت حکمت - سند اور کتب



توکل ہے

غیر شیعہ میں آب: باب: اولیٰ اللہ - اولیٰ اللہ

انما یصلح آب: راجہ صاحب - شیعہ میں از فک: انما یصلح آب: راجہ صاحب

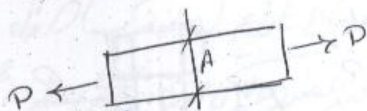
غیر شیعہ میں از فک: انما یصلح آب: راجہ صاحب

کتاب: انما یصلح آب: راجہ صاحب

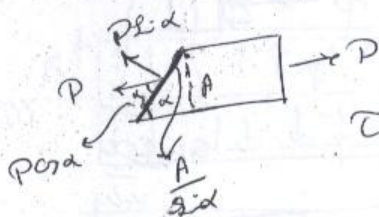
شیر

حکمت: باب: آب: راجہ صاحب - شیعہ میں از فک: انما یصلح آب: راجہ صاحب

①



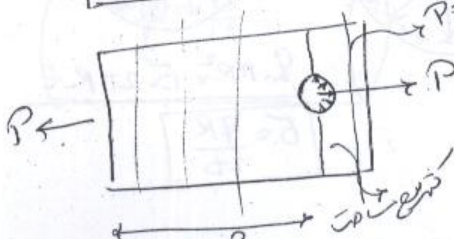
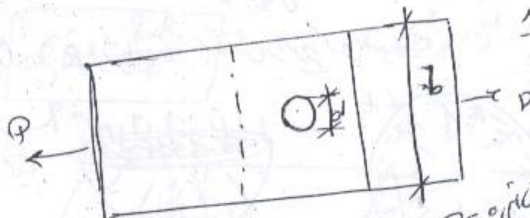
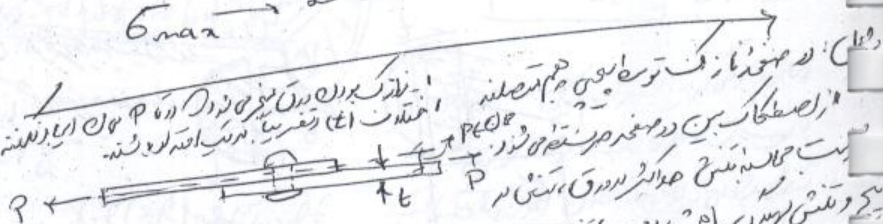
$$G = \frac{P \cdot g \cdot \alpha}{\frac{A}{S \cdot a}} = \frac{P}{A} \cdot \frac{g \cdot a^2}{\alpha}$$



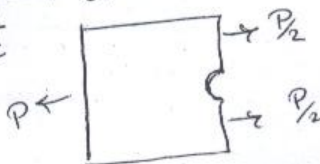
$$T = \frac{P \cos \alpha}{\frac{A}{\sin \alpha}} = \frac{P \sin \alpha \cos \alpha}{A} \frac{P \sin 2\alpha}{2}$$

$$T_{\text{mean}} = \frac{P}{2A} \int_0^{2\pi} r^2 d\alpha = \frac{P}{2A} \int_0^{2\pi} r^2 \frac{1}{2} d\alpha = \frac{P}{4A} \int_0^{2\pi} r^2 d\alpha$$

$$\sigma_{\max} \rightarrow \text{side} \propto r^{1/2} \rightarrow \sigma_{\max}^2 \propto \frac{P}{A}$$

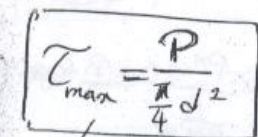


$$\sigma = \frac{P}{bt}$$



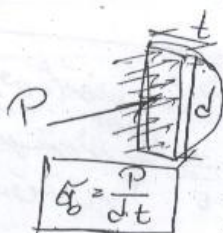
$$\sigma_{max} = \frac{P}{(b-d)f}$$





۱۰۰
اصحاح
فصل

تکشی انتهای بارش یا تنش
Bearing Stress



با یکدیگر از طرفین در میان دارد
 شود گفتا آن نیز در جلو دارد
 و در
 میان اینها

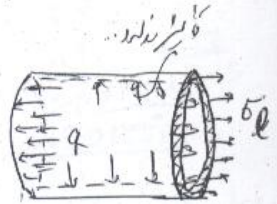
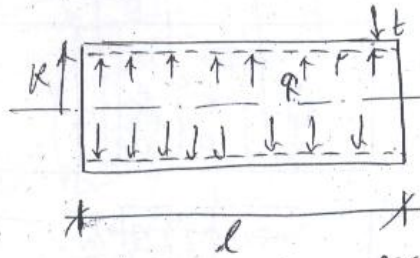
کتابخانه کتب خطی و مخطوطات R (میان بار) سنبله راج کره هدیات



$$\frac{2\pi R^2 \cdot 5 \cdot 2\pi R t}{5 \cdot \frac{4R}{2t}}$$

III

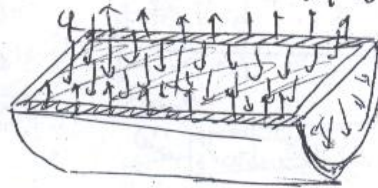
برای بسط استوارانه به سطح میان بار R و سطح t داریم اجزای بار R و t را در یک
حالت قرار می‌دهیم تا از آن مقطع هر دو بر یکدیگر عبور می‌کنند و در آن حالت قرار می‌دهیم.



$$\sum F_x = 0$$

$$q \cdot \pi R^2 = \sigma_t \cdot 2\pi R t$$

$$\boxed{\sigma_t = \frac{q R}{2t}} \quad \text{تنش طولی}$$

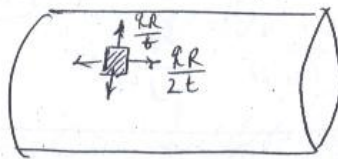


$$\sum F_y = 0$$

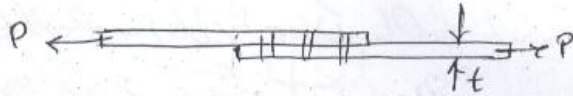
$$q \cdot l (2R) = 2 \sigma_t \cdot l t$$

$$\boxed{\sigma_t = \frac{q R}{t}}$$

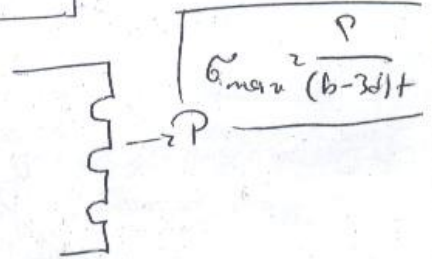
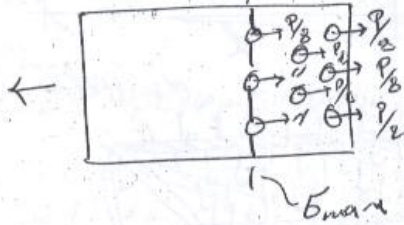
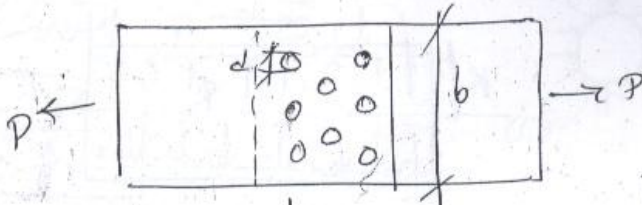
از آنجا که در دو استوارانه σ_t یکسان است
در یک طول یک بر یکدیگر قرار می‌دهیم و
تنش σ_t در آن در طول (از دو استوارانه)
در یک استوارانه و از آنجا که تنش در دو استوارانه
استوارانه در یک استوارانه است.



IV

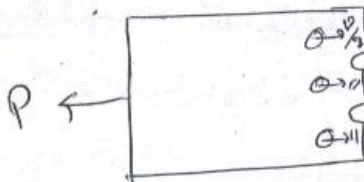


σ_{max} let plate $\sigma_b = ?$
 $\sigma_a = a^2 = ?$



if P is in the middle of the plate, then $\sigma_a = a^2$

$\sigma_a = a^2$

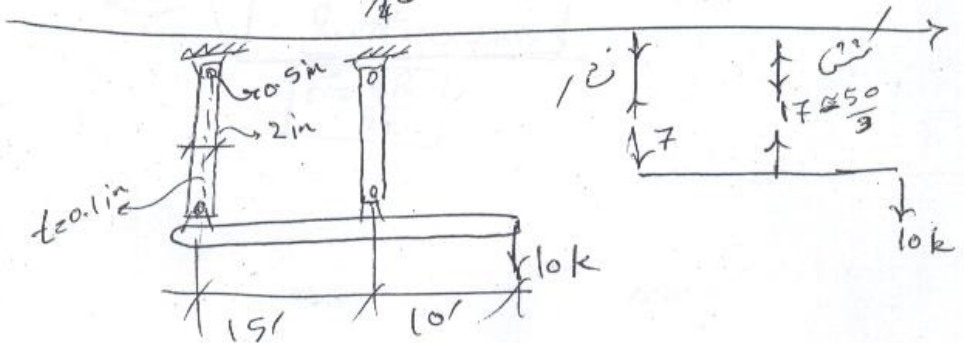


$$\sigma_a = a^2 = \frac{5P}{8(b-2d)t}$$

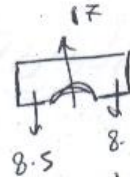
$$\sigma_b = \frac{P/8}{d^2}$$

σ_{max}

$$\tau_{bolt} = \frac{P/8}{\frac{1}{4}d^2}$$



(V)



$$\sigma_{max} = \frac{17}{(2 \times 0.5) \times 0.1} = 170 \text{ ksi}$$

تیرگی در ناحیه بین سوراخها

$$\sigma_{max} = \frac{-7}{2 \times 0.1} = -35 \text{ ksi}$$

$$(\sigma_{max}) = \frac{17}{0.5 \times 0.1} = 340 \text{ ksi}$$

تیرگی در ناحیه بین سوراخها (تیرگی در ناحیه بین سوراخها)

σ_u ultimate stress



Factor of safety

σ_u ultimate stress

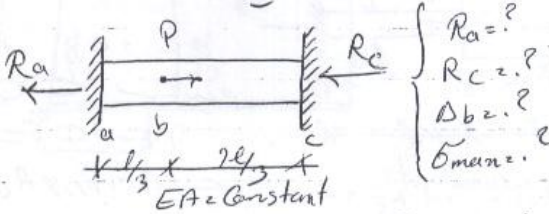
$$\frac{\sigma_u}{F.S.} = \sigma_{all} \text{ (allowable stress)}$$



$F.S. = 2$

معمولاً F.S. برابر 2 در نظر گرفته می شود.

تعیین سیستم های خنثی: $\Delta_{ac} = 0$ (مکانیک مصالح)



$\sum F_x = 0 \Rightarrow R_a + R_c = P$

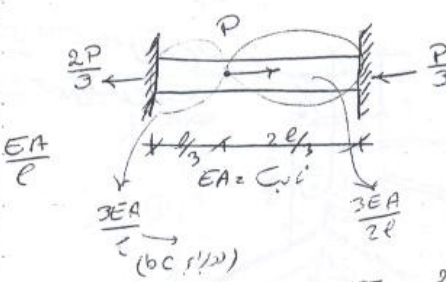
Compatibility: $\Delta_{ac} = 0$
 (مکانیک مصالح)

$\Delta_{ac} = \Delta_{ab} + \Delta_{bc} = 0 \Rightarrow$
 $\frac{R_a \cdot l/2}{EA} + \frac{(R_a - P) \cdot l/2}{EA} = 0$

$3R_a - 2P = 0 \Rightarrow R_a = \frac{2}{3}P$

$R_c = \frac{1}{3}P$

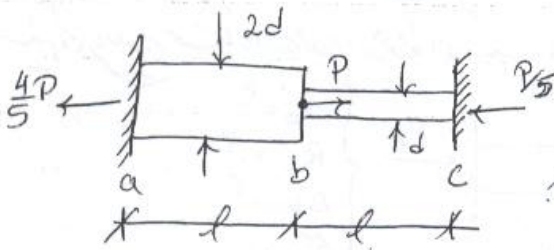
انحراف: $\Delta_{ac} = 0$
 (مکانیک مصالح)



انحراف: $\Delta_{ac} = 0$
 (مکانیک مصالح)

$\Delta_{max} = \frac{2Pl}{3EA}$
 $\Delta_b = \Delta_{ab} = \Delta_{bc} = \frac{2Pl}{3EA}$

II

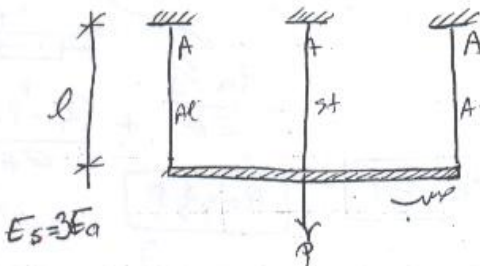


$$\Delta_P = \frac{P \cdot l}{E \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot 5AEJ^2} = \frac{4Pl}{5\pi EJ^2}$$

$E = \text{constant}$

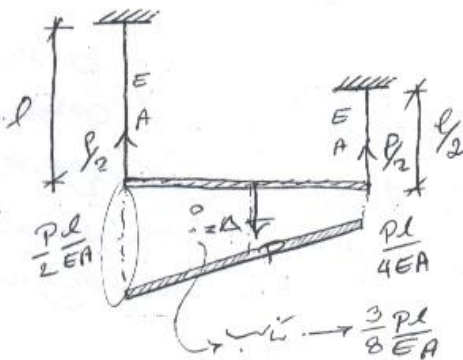
σ_{max} اعتبار
تنگی در ab و bc
کمترین است. نسبت نزدیک
به ثابت است

$A(ab)$ و $A(bc)$ برابر است
یعنی نیروی در هر دو برابر است
در هر دو A دارد و تغییراتی نمی کند



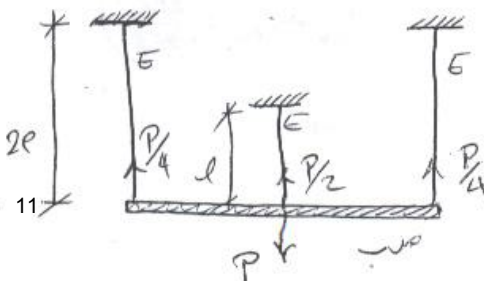
باید در نظر
انرژی الاستیک را در نظر بگیرد

$$\Delta_{\text{Rigid Plate}} = \frac{P \cdot l}{EA} = \frac{Pl}{5EA}$$



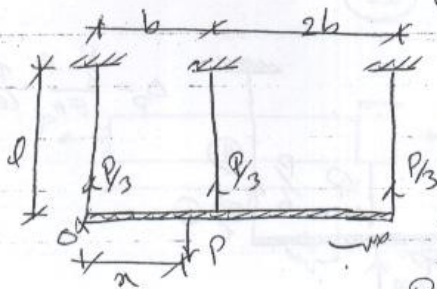
$$\Delta_P = ?$$

سیستم پهن است: اصل تغییرات
نسبت کمترین انرژی است



$$\left\{ \begin{aligned} \Delta_{\text{max}} &= \frac{P \cdot l}{EA} = \frac{Pl}{2EA} \\ \sigma_{max} &= \frac{P_2}{A} = \frac{P}{2A} \end{aligned} \right.$$

III

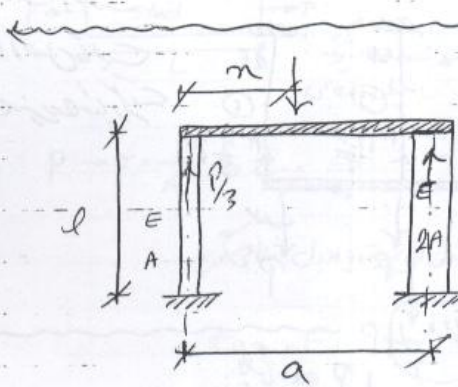


سیدم منی با طر تقی سید / نظار
 کل محدد من لائن و سید P
 کی با رت سید سید سید سید سید
 سید

$$[M_0 = 0]$$

$$- \frac{P}{3} \times b + \frac{P}{3} \times 3b + P \times x \quad x = \frac{4}{3}b$$

$$\Delta_{\text{max}} = \frac{P \cdot l}{3EA} \quad \Delta_{\text{max}} = \frac{P}{3A}$$



سیدات
 سید سید سید سید سید سید سید
 سید سید سید سید سید سید سید
 سید سید سید سید سید سید سید

$$\Delta_1 = \Delta_2$$

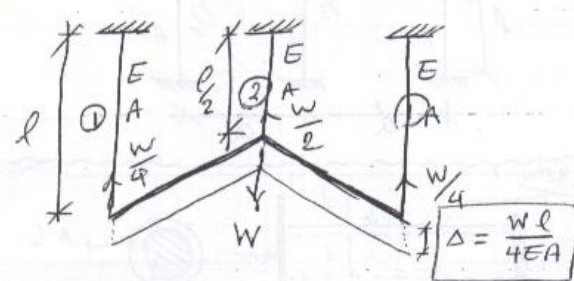
$$\frac{F_1 l}{EA} = \frac{2F_2 l}{2EA}$$

$$F_2 = 2F_1$$

$$F_1 + F_2 = P$$

$$P_{\text{max}} = \frac{2}{3}P \cdot a$$

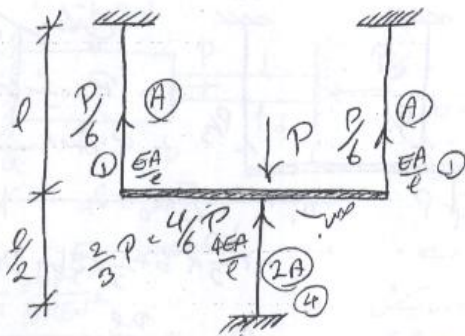
$$x = \frac{2}{3}a$$



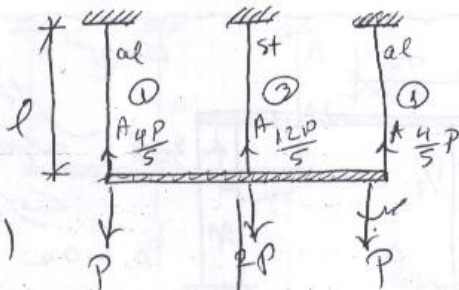
سید سید سید

$$\Delta = \frac{W l}{4EA}$$

IV

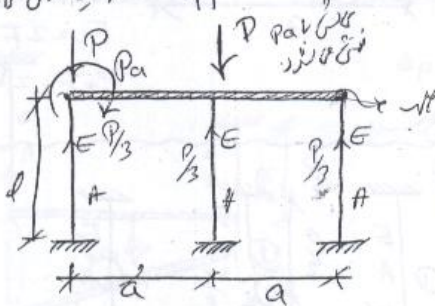


$$\Delta_P = \frac{P \cdot l}{6EA} + \frac{Pl}{6EA}$$



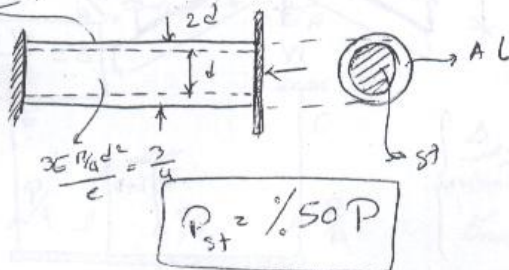
در ساختن این سازه
به تنگه و اصل سازه
است و سازه سازه است

$$(E_3 = 3E\alpha)$$

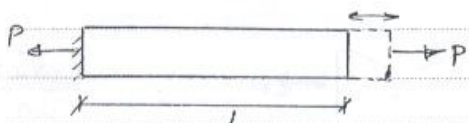


$$\frac{3}{4} \epsilon \cdot \frac{P}{4} (4d^2 + d^2)$$

$$E_3 = 3E\alpha$$



$$P_{st} = 1/50 P$$



تغییر طول واحد فصل

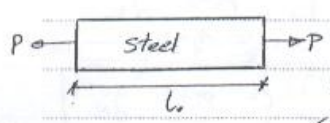
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\frac{P}{A}}{\frac{\Delta L}{L}}$$

پس به کمک یکدیگر می توانیم

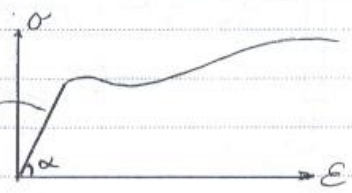
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

معنی تنش و کرنش:

در آزمون تنش استاندارد میله بار کشش قرار می دهند و تحت سطح مقطع اولیه چون در اثر تنش سطح تغییر می کند.



محدوده الاستیک یا خطی-انعطافی



$$\tan \alpha = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$\sigma = \frac{P}{A_0}, \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

شیب تنش و کرنش رابطه خطی وجود دارد.

α معروف به ضریب مدول است که برابر E است که با آن مدول الاستیک یا مدول انعطافی گویند. E برای هر ماده عدد ثابت است.

$$\tan \alpha = E$$

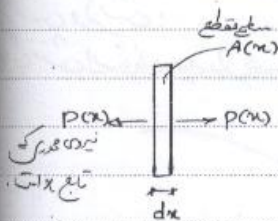
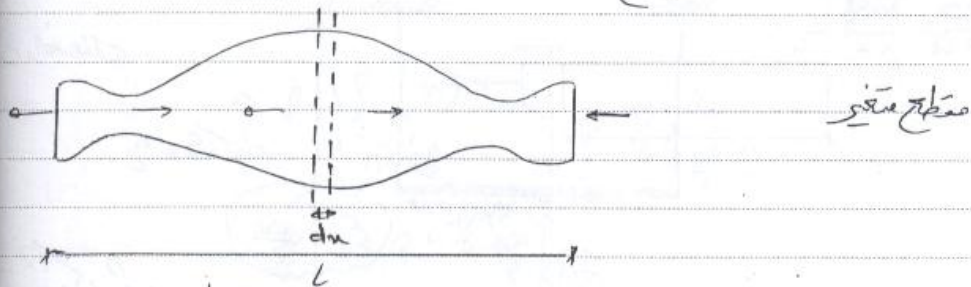
$$\sigma = \tan \alpha \cdot \epsilon \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

رابطه هوک

واحد ها یکی است.

* هر چه E بزرگتر شود یعنی تنش زیر کرنش کم می شود. $\uparrow E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

مثال: تغییر شکل سیستم تعیین در حضور الاستیک تحت بارگذاری: //

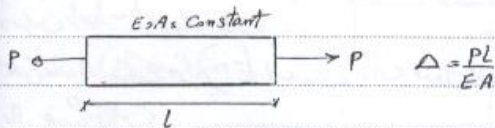


$$d\Delta = \epsilon dx = \frac{\sigma}{E} dx = \frac{P(x)}{E A(x)} dx$$

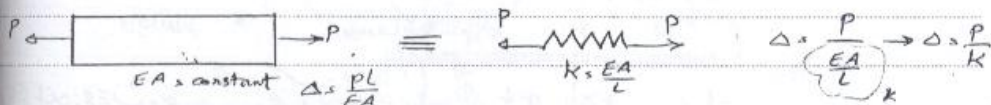
تغییر طول طول واحد طول واحد

$$\Delta = \int_0^L \frac{P(x)}{E A(x)} dx$$

رابطه کلی برای تغییر طول



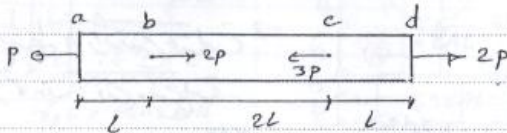
مثال: تعیین تغییر شکل سیستم در حضور EA و نیروی P هم از یک طرف



مثال: سیستمی که متشکل از اجزای مختلف باشد تغییر طول به شکل زیر است:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \frac{P_i L_i}{E_i A_i}$$

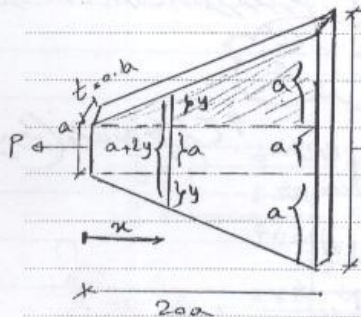
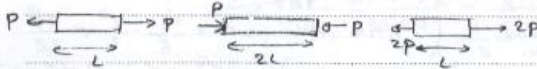
Subject _____ 13
Date _____



تغییر طول مدیله زیر محاسبه است؟

$E, A = \text{Constant}$

$$\Delta = \frac{PL}{EA} - \frac{P(2L)}{EA} + \frac{2PL}{EA} = \frac{PL}{EA}$$



نمایی که در این شکل دیده می شود

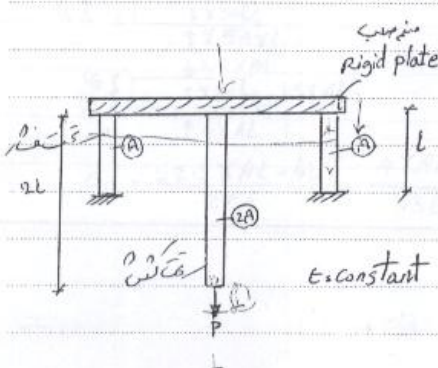
$$\frac{y}{a} = \frac{x}{20a} \rightarrow y = \frac{x}{20}$$

$$a + 2y = a + \frac{x}{10}$$

$$A(x) = (a + 0.1x)(0.1a) = 0.1a^2 + 0.01ax$$

$$\Delta = \int \frac{P(x)}{EA(x)} dx = \frac{P}{0.01aE} \int_0^{20a} \frac{1}{0.1a^2 + 0.01ax} dx$$

$$\Delta = \frac{P}{0.01aE} [\ln(0.1a^2 + 0.01ax)]_0^{20a} = \frac{100P}{Ea} \ln(3)$$

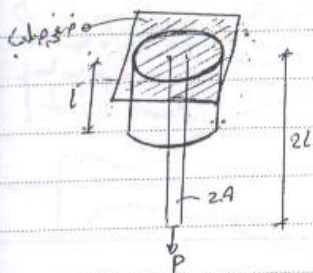


تین میله هم جایی است که سطح مقطع کمتر است. تغییر طول نقطه اثر را محاسبه کنید. (میله ها هم جنس اند) میله ای که طولش P میله باشد P/2 به میله نسبت می دهد و P/2 به میله نسبت راست و در آنست و میله صلب را به پایین می آورد و علاوه بر خود میله به طول 2L نیز تغییر طول خواهد داد.

$$\Delta p = \frac{P(2L)}{E(2A)} + \frac{P/2 L}{EA} = \frac{1.5 PL}{EA}$$

اگر میله ها صلب نباشند میله ها که تغییر طول دارد $\frac{PL^3}{48EA}$ تغییر می دهد.

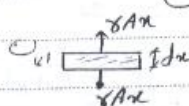
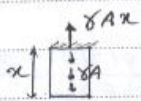
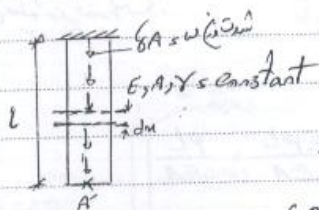
مثالی از آرایش پیوسته



$$\Delta_P = \frac{P(2L)}{E(2A)} + \frac{P(L)}{EA}$$

نیز در استخوان کشش دارد

در این صورت چگونه؟



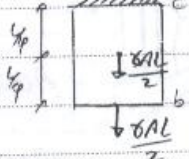
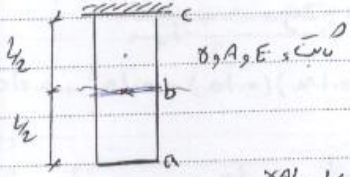
تغییر شکل نقطه A با فرض تغییرات؟
حودت از که فرضه و نه سطح است.

$$\Delta = \int \frac{P(x)}{EA(x)} dx = \frac{1}{EA} \int_0^L \delta A x \cdot dx \rightarrow \Delta = \frac{\delta}{E} \cdot \frac{L^2}{2} = \frac{\delta L^2}{2E}$$

پس در delta A از صورت بار است که در مرکز قرار دارد و در این صورت

$$\Delta = \frac{\delta AL}{EA} + \frac{\delta L^2}{2E}$$

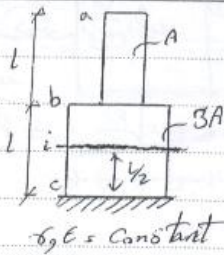
تغییر شکل و طول به چه صورت است؟



$$\Delta_{bc} = \frac{\delta AL}{EA} + \frac{\delta AL}{2EA} \rightarrow \Delta_{bc} = \frac{3\delta L^2}{8E}$$

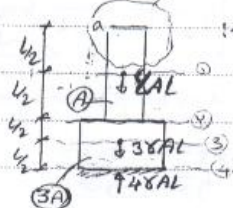
تغییر شکل و طول به چه صورت است؟

Date _____



اگر فرض کنیم که تغییر طول در هر یک از اینها مساوی باشد

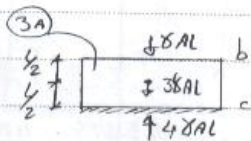
Δa و Δb را می توان گفت: $\Delta a = \Delta b$



در اینجا: $\Delta a = \Delta b$
 برشها را در Δa
 می توانیم بکنیم

$$\Delta a = \Delta b = \frac{8AL \cdot L/2}{EA} = \frac{8AL \cdot L/2}{3EA} = \frac{48AL \cdot L/2}{3EA} \quad ?$$

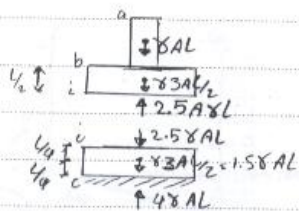
$$= \frac{-\gamma L^2}{E} \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{2}{3} \right] = -\frac{4}{3} \frac{\gamma L^2}{E}$$



ما Δb را
 از طبقه دوم و در برشهای 'b'
 می بینیم و می توانیم آن را پیدا کنیم

$$P = \Delta b = \frac{-8AL \cdot L/2}{3EA} - \frac{48AL \cdot L/2}{3EA} \Rightarrow \Delta b = \frac{-\gamma L^2}{E} \left(\frac{1}{6} + \frac{2}{3} \right)$$

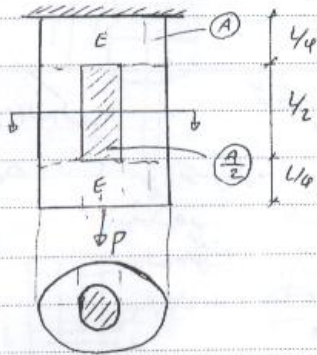
$$\Delta b = -\frac{5}{6} \frac{\gamma L^2}{E}$$



$\Delta c = ?$

$$\Delta c = \frac{-2.58AL \cdot L/4}{3EA} - \frac{48AL \cdot L/4}{3EA} = -\frac{13}{24} \frac{\gamma L^2}{E}$$

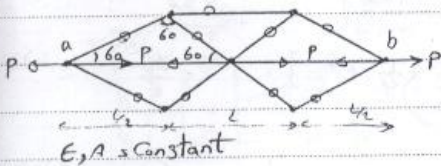
از وزن مبدی صورتی شود تغییر مکان نقطه A را بیابید که کدام است؟



این نسبت Δ را در طول صلب
موانع نمیگذارد و در نتیجه
هم تغییر نمیکنند

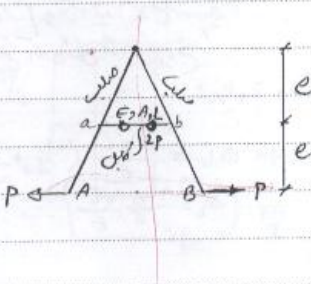
$$\Delta = \frac{P L/4}{EA} \times 2 = \frac{PL}{2EA} = ?$$

نقطه a و b هم‌دراز هم دوری شوند؟



$$\Delta_a = \frac{P(2L)}{EA} \times 2$$

؟ بقیه



تغییر مکان نقطه A و B؟

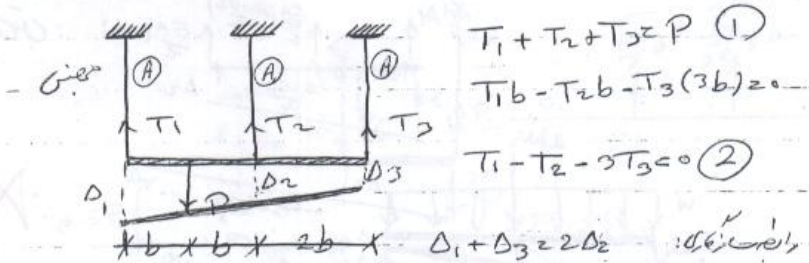
$$\Delta_P = 2 \Delta_{AB} = 2 \times \frac{2PL}{EA} = \frac{4PL}{EA}$$

این تغییر مکانی که در نقطه A و B اتفاق می‌افتد تغییر مکان AB است.

86, 10, 2

(I)

تاریخ مصالغ



$$T_1 + T_2 + T_3 = P \quad (1)$$

$$T_1 b - T_2 b - T_3 (3b) = 0$$

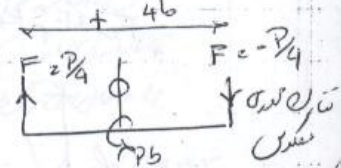
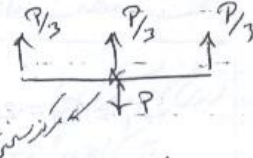
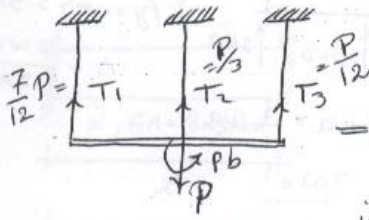
$$T_1 - T_2 - 3T_3 = 0 \quad (2)$$

$$\frac{T_1 l}{EA} + \frac{T_3 l}{EA} = 2 \frac{T_2 l}{EA}$$

$$T_1 + T_3 = 2 T_2 \quad (3)$$

①, ②, ③ = 7-
درج بالا درج

رنگی (2) در رسم جدول به ترازو منتقل کرد:



$$Pb = F \cdot 4b$$

$$F = \frac{P}{4}$$

عکس العمل یکدیگر را خنثی می کند

$$F = \frac{EA \Delta}{l} \quad \uparrow \frac{EA}{2} (2\Delta) = 2F$$

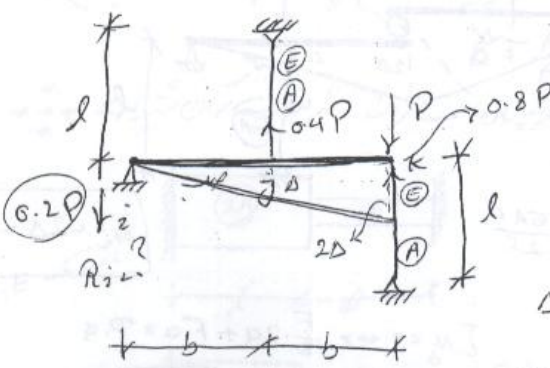
$$\Delta = \frac{Pl}{EA} = \frac{P}{\frac{EA}{l}}$$

$$\sum M_i = 0 \Rightarrow F \cdot b + 2F \cdot 2b = P \cdot 2b$$

$$F + 4F = 2P$$

$$5F = 2P$$

$$F = \frac{2}{5} P = 0.4 P$$



در اینجا باید به ترازو منتقل کرد
چون در یک ترازو نیست
20

II

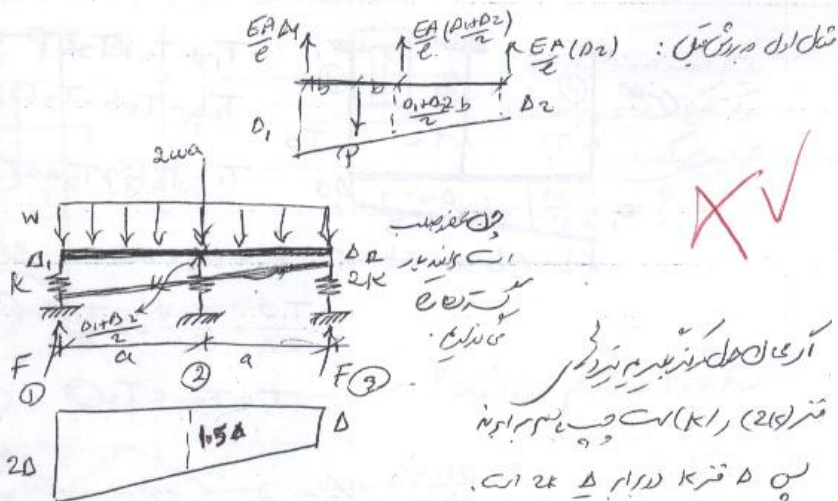


Diagram of a beam with forces and dimensions:

- Beam length: 5 m
- Supports: 2 kN (up) at 1 m from left end, 1.5 kN (up) at 3 m from left end, 2 kN (up) at 5 m from left end.
- Applied force: 2 wa (down) at 3 m from left end.
- Dimensions: 2 m (from left end to first support), 2 m (between first and second support), 2 m (from second support to right end).

Equilibrium equations:

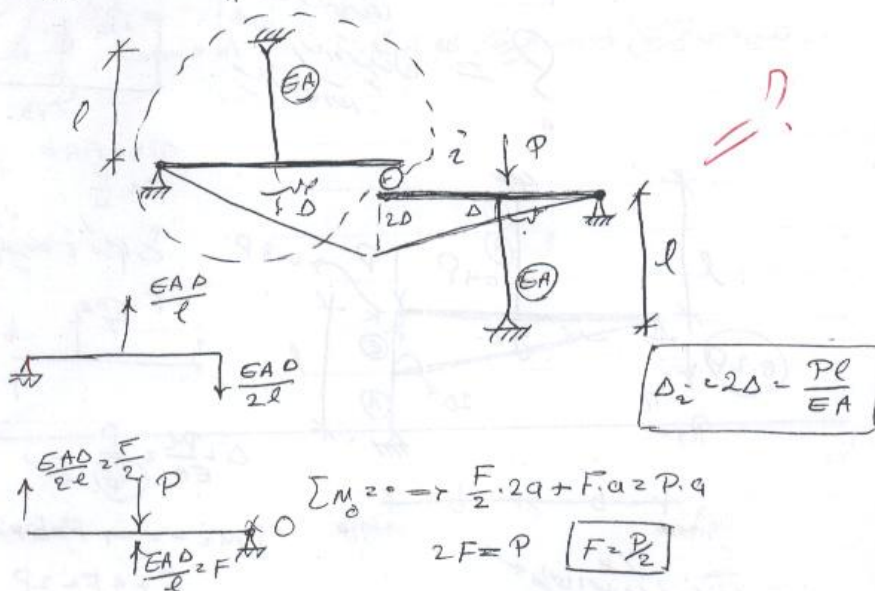
$$\sum F_{y=0} = 7.5.5\text{ kN} = 2\text{ wa}$$

$$\Delta = \frac{2\text{ wa}}{5.5\text{ k}}$$

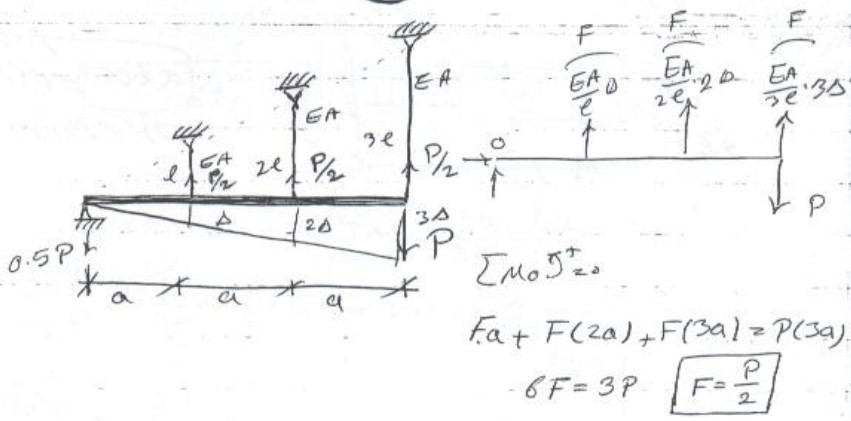
Force calculations:

$$F_1 = F_3 = 2\text{ k} \cdot \frac{2\text{ wa}}{5.5\text{ k}} = \frac{4}{5.5} \text{ wa} = \frac{8}{11} \text{ wa}$$

$$F_2 = 1.5\text{ kN} = \frac{6}{11} \text{ wa}$$

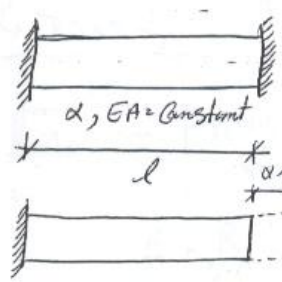


III



خواهید فصل اول و فصل دوم را در مورد تغییرات طول و تغییرات دما

برای سیستم زیر

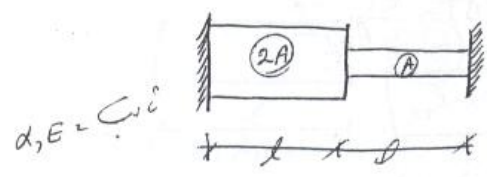


برای آنکه در دما تغییر نکند و در آنجا که R به سمت راست و در آنجا که R به سمت چپ

$$\frac{Rl}{EA} = \alpha \Delta T \quad R = \alpha EA \Delta T$$

$$R = \frac{R}{A} = \alpha E \Delta T$$

*** در دما تغییر نکند و در آنجا که R به سمت راست و در آنجا که R به سمت چپ

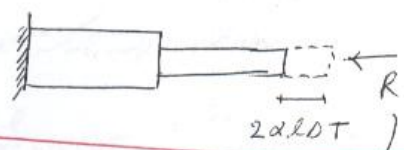


$$\sigma_{max} = ?$$

$$\frac{Rl}{EA} + \frac{Rl}{2EA} = \alpha \Delta T$$

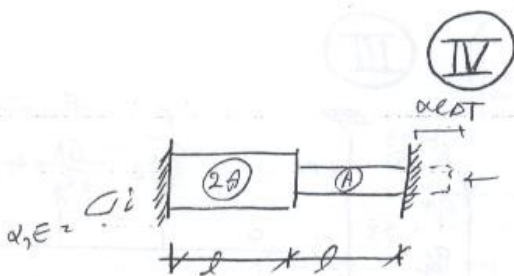
$$1.5 \frac{R}{EA} = \alpha \Delta T$$

$$R = \frac{4}{3} \alpha EA \Delta T$$



$$\sigma_{max} = \frac{R}{A} = \frac{4}{3} \alpha E \Delta T$$

است 22 در دما تغییر نکند و در آنجا که R به سمت راست و در آنجا که R به سمت چپ

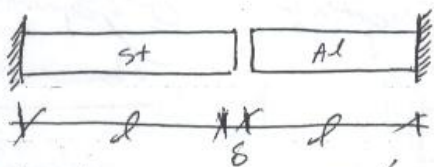


اگر نقطه میانه را به سمت راست حرکت دهیم
 صافی می شود و R به سمت راست می شود

$$\frac{R\ell}{EA} + \frac{R\ell}{2EA} = \alpha\ell\Delta T$$

$$1.5 \frac{R}{EA} = \alpha\ell\Delta T \Rightarrow R = \frac{2}{3} \alpha EA \Delta T \quad \boxed{\delta = \frac{2}{3} \alpha E \Delta T}$$

اگر به سمت چپ حرکت دهیم
 باز ضابطه همان است



تغییر طول در هر دو قسمت برابر است
 اگر این را $\Delta\ell$ فرض کنیم

$$\alpha_s = \alpha_a$$

$$A_{st} = A_{al}$$

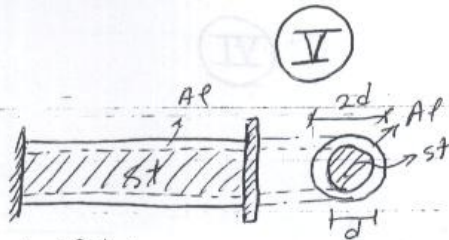
با توجه به اینکه تغییرات طول در هر دو قسمت برابر است
 و با توجه به اینکه تغییرات طول در هر دو قسمت برابر است

تغییرات طول در هر دو قسمت برابر است
 و با توجه به اینکه تغییرات طول در هر دو قسمت برابر است

$$\Delta\ell_{st} = \alpha\ell\Delta T - \frac{R\ell}{E_s A_{st}}$$

$$\Delta\ell_{al} = \alpha\ell\Delta T - \frac{R\ell}{E_a A_{al}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta\ell_{st} > \Delta\ell_{al}}$$



در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط
 $\frac{Pl}{E_{st}A_{st}} + \frac{Pl}{E_{al}A_{al}} = \alpha \cdot l \cdot \Delta T$
 در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط

$$\alpha_{st} = 2\alpha_{al}$$

$$\alpha_{al} = 2\alpha_{st}$$

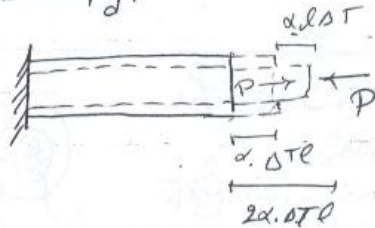
$$\alpha_{st} = 2\alpha_{st}$$

$$E_{st} = 3E_{al} \cdot E_{al}$$

$$E_{st} = 3E_{al}$$

$$A_{st} + 2 \cdot \frac{\pi}{4} d^2 = A_{al}$$

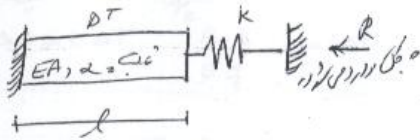
$$A_{al} = \frac{\pi}{4} (4d^2 - d^2) = 3A_{st}$$



$$P = \left(\frac{1}{3E_{al}A_{al}} + \frac{1}{3E_{st}A_{st}} \right) = \alpha \cdot \Delta T$$

$$P = \frac{3 \alpha \cdot E_{al} \cdot A_{al} \cdot \Delta T}{2}$$

$$\sigma_{st} = \frac{P}{A_{st}} = \left[\frac{3 \alpha \cdot E_{al} \cdot \Delta T}{2} \right]$$



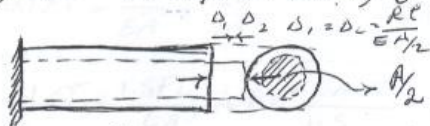
در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط
 در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط

$$\frac{R}{K} + \frac{Rl}{EA} = \alpha \Delta T$$

$$R = \frac{\alpha \Delta T}{\frac{1}{K} + \frac{l}{EA}}$$

؟

در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط
 در صورتی که دمای بار را به یکسان در تمام نقاط



$$\frac{Rl}{EA_2} \times 2 = \alpha \Delta T$$

؟

$$\frac{4R}{EA} = \alpha \Delta T$$

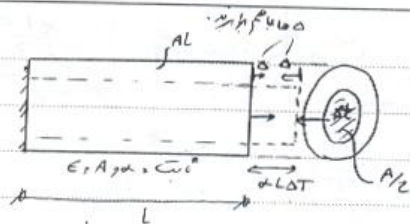
$$R = 0.25 \alpha E A \Delta T$$

$$\alpha \Delta T = \frac{R \cdot l}{E A_2} = \alpha \Delta T = \frac{R \cdot l}{E A_2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{R}{A_2} = 0.5 \alpha E \Delta T$$

$$\frac{2 \times 0.25 \alpha E A \Delta T}{EA} = 0.5 \alpha \Delta T$$

Subject _____
Date _____



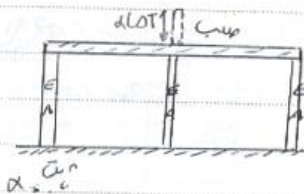
$$\frac{RL}{EA} \times 2 = \Delta L \rightarrow R = 0.25 \times EA \Delta T$$

$$\frac{4R}{EA} = \Delta T \rightarrow R = 0.25 \times EA \Delta T$$

توجه: اگرچه در این حالت، Δ و ΔL یکسان است، اما در اینجا Δ را به صورت ΔL در نظر می‌گیریم.

$$\Delta_{max} = \frac{R}{A/2} = 0.5 \times EA \Delta T$$

$$\Delta = \Delta L \rightarrow \frac{R \cdot L}{EA} = \Delta L \rightarrow \frac{2 \times 0.25 \times EA \Delta T \cdot L}{EA} = 0.5 \times \Delta L$$



$$\Delta L = \frac{FL}{EA} = \frac{F_2 L}{EA}$$

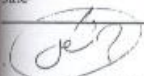
$$\Delta L = 1.5 \frac{FL}{EA} \rightarrow F = \frac{EA \Delta T}{1.5}$$

$$\Delta_{max} = \frac{F}{A} = \frac{2}{3} \times EA \Delta T$$

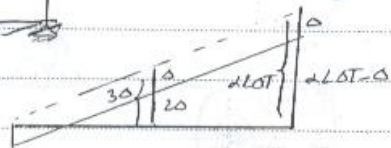
$$\Delta_{max} = \frac{F}{A} = \frac{2}{3} \times EA \Delta T$$

این روش برای محاسبه تغییرات طولی و عرضی در یک مقطع استفاده می‌شود. اگرچه در این حالت، Δ و ΔL یکسان است، اما در اینجا Δ را به صورت ΔL در نظر می‌گیریم. این روش برای محاسبه تغییرات طولی و عرضی در یک مقطع استفاده می‌شود. اگرچه در این حالت، Δ و ΔL یکسان است، اما در اینجا Δ را به صورت ΔL در نظر می‌گیریم.

چنین، سطح مقطع N ، Δ و ΔL یکسان است. این روش برای محاسبه تغییرات طولی و عرضی در یک مقطع استفاده می‌شود. اگرچه در این حالت، Δ و ΔL یکسان است، اما در اینجا Δ را به صورت ΔL در نظر می‌گیریم. این روش برای محاسبه تغییرات طولی و عرضی در یک مقطع استفاده می‌شود. اگرچه در این حالت، Δ و ΔL یکسان است، اما در اینجا Δ را به صورت ΔL در نظر می‌گیریم.

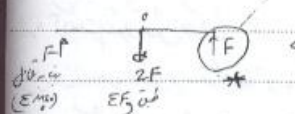


در شب سیه راسه را به اندازه ۵۲ گرم کوبید
آن را در سینی که منقود او است حول هر عدد سیم کماله زد
چون سیم با صیغ است این نیز ولادت کند و فراموش
نموده از حبه حب چون سیه را در آب زرد کوفه است و



$$3\Delta = \frac{2L\Delta T}{2}$$

$$\Delta = \frac{\alpha L \Delta T}{6}$$



Prüfung, 2F, LEAST
3

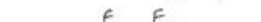
FL 503 2 LOT
EA 6

$$F_s \propto \underline{EA \Delta T}$$

$F_2 \propto EA \Delta L$
 آن به این معنی است که هر چه طول بیشتر باشد، نیروی کشش بیشتر می شود. آن نیروی کشش که در طول L به وجود می آید، F_2 است.
 به سبب این که این نیروی کشش در طول L به وجود می آید، F_2 است.
 در این معادله EA به عنوان یک ثابت در نظر گرفته می شود.
 این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:



این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:



این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:



این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:



این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

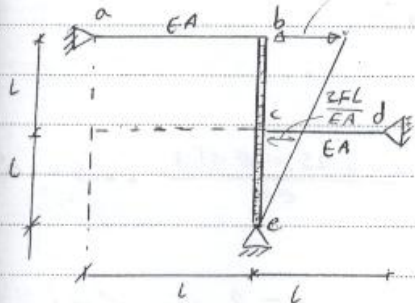
این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:

این معادله را می توان به صورت زیر نوشت:



$$\Delta L = \frac{FL}{EA}$$

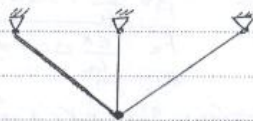
$$2 \text{ LOT } \frac{FL}{EA} = 2 \times \frac{2FL}{EA}$$

5FL 2207
EA

$$F = 0.2 \times EA \Delta T$$

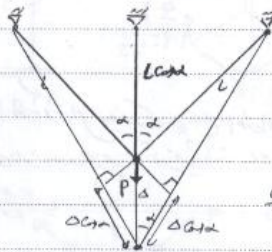
Subject _____
Date _____

۲



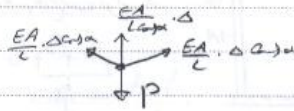
هر سه میل با به اندازه ΔL کشیده می شوند
و میل ها ۸

میل های مربوط به طول کشیدگی در هر یک از این سه میل
با طول میل و سطح مقطع و مدول هاب و فرود کشیده می شوند



با توجه به تغییر طول و تغییر Δ افقی ندارد.

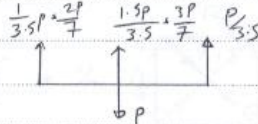
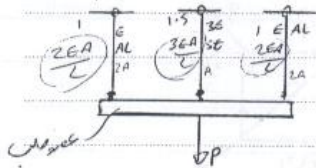
$$\sum F_y = 0 \rightarrow \frac{EA}{L} \Delta L \cos^2 \alpha \times 2 + \frac{EA}{L} \Delta L = P$$



۱۶

سوال ۱۶ « Δ است این نیست» * خنثی خنثی هم

تغییر طول و تغییر



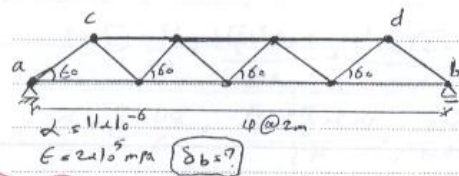
تغییر طول و تغییر

چرا که سطح مقطع B به اندازه ۲۰٪ تغییر یافته است

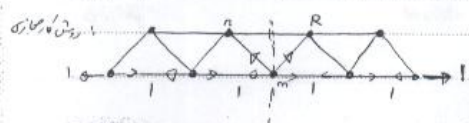
که در این صورت می توان بگوییم

سیستم خنثی و تغییر در آن سیستم بوجود نمی آید

چرا که این تغییر در سطح مقطع و تغییر در آن سیستم



$$S_b = 4 \times L \times \Delta T = 4 \times (11 \times 10^{-6}) \times (2) \times (2000) = 176$$



$$S_b = 4 \times L \times \Delta T$$

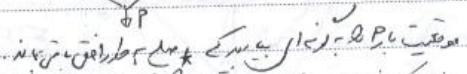
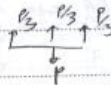
* با توجه به این که در این سیستم تغییر در آن سیستم بوجود نمی آید
چرا که این تغییر در سطح مقطع و تغییر در آن سیستم

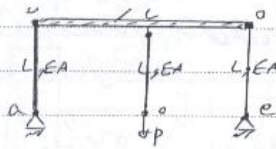
23





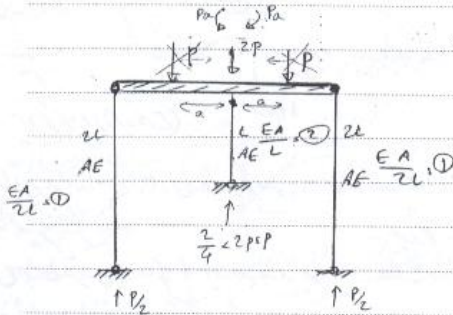
فیه از روی قلم محمد علی


$$\rightarrow \Sigma F_{y,so} \rightarrow \frac{3}{11}P$$

$$\frac{EA^2}{202} \rightarrow K_{\text{eff}}?$$


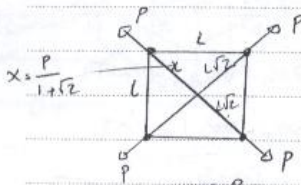


فرض کنیم که در هر یک از بواب bcd
 در هر یک از بواب bcd
 در هر یک از بواب bcd

$$\delta_o = \frac{PL}{EI} + \frac{P_2 L}{EI} = \frac{1.5 PL}{EI}$$



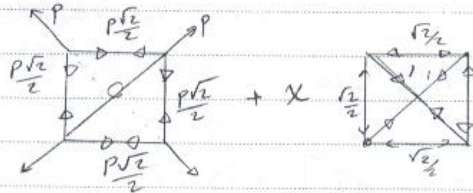
نیروی در هر یک از بواب



$EI = \text{constant}$

در هر یک از بواب

$\delta = \delta' + \delta''$

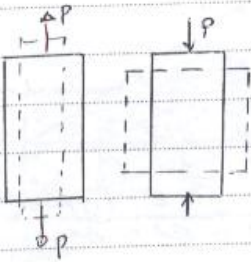


$$\delta = \sum \frac{U^2 L}{EI} = \frac{(\frac{\sqrt{2}P}{2})^2 L \times 4}{EI} + \frac{P^2 L (\sqrt{2})^2}{EI} = \frac{2(1+\sqrt{2})L}{EI}$$

$$\delta' = \sum \frac{U \delta}{EI} = -\frac{\sqrt{2}P}{2} \cdot \frac{P\sqrt{2}}{2} \cdot L \cdot 4 = \frac{-2PL}{EI}$$

$$\delta = \frac{-2PL}{EI} + X \left(\frac{2(1+\sqrt{2})L}{EI} \right) \quad X = \frac{P}{1+\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1} P$$

ضریب پارسون، روابط عمیق، بسته جوی:



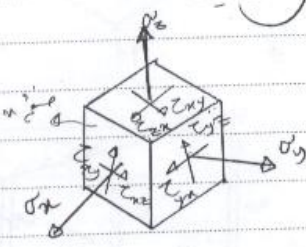
در اکثر نسبت شدن انتقال جانسی و انبساط طولی دارد.
در اکثر نسبت شدن انبساط جانسی و انتقال طولی دارد.
جانسی انتقال، انبساط جانسی را جانسی برانسته می گویند.

$$\gamma = \left| \frac{\text{کرنش جانسی}}{\text{کرنش طولی}} \right| = \text{ضریب پارسون}$$

$$0.5 < \gamma < 0.9 \text{ به دست می آید که کرنش طولی به هم دارد}$$

هم تراکم و در (استحکام) هم اغلب

کرنش طولی در ابتدا خفیف و ایجاد می شود و در کرنش جانسی در جهت عمود بر راستای عمل نیارد.
روابط کرنش جانسی



ایستادگی
نسبت کرنش کرنش را به لا ایجاد کند و هیچ فشاری روی آن ندارد.
هر تنش ای در راستای خود کرنش طولی ایجاد می کند.

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \gamma \frac{\sigma_y}{E} - \gamma \frac{\sigma_z}{E}$$

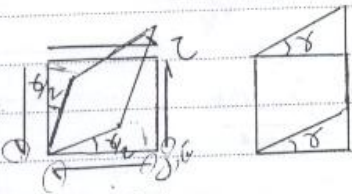
کشش
فشار

$$\left\{ \begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{1}{E} (\sigma_x - \gamma \sigma_y - \gamma \sigma_z) + \alpha \Delta T \\ \epsilon_y &= \frac{1}{E} (\sigma_y - \gamma \sigma_x - \gamma \sigma_z) + \alpha \Delta T \\ \epsilon_z &= \frac{1}{E} (\sigma_z - \gamma \sigma_x - \gamma \sigma_y) + \alpha \Delta T \end{aligned} \right.$$

نسبت چون به هم می آید و در این

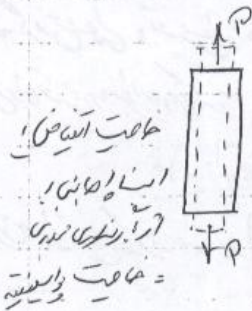
$$\epsilon = \frac{\alpha \Delta T}{\epsilon} = \alpha \Delta T$$

درجه حرارت



G: مداسات کرنش، مدول کرنش، مدول الاستیسیته در برش

PCO $\gamma = G \delta$

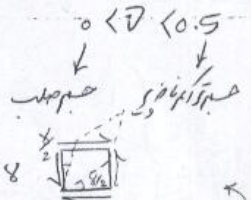


$$\sigma = \frac{P}{A}$$

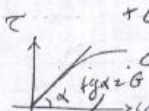


= ضریب پارسون روابط تغییر یافته هوب :

$$\nu = \left| \frac{\text{کاهش طول}}{\text{کشش طول}} \right| = \text{ضریب پارسون}$$



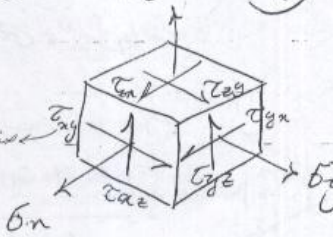
حالت الاستیک در تنش (حالت الاستیک)



چون در این حالت تغییرات
نسبی در طول و عرض
نسبی است

کشش +
فشار -

این نسبت تغییرات نسبی در طول و عرض
نسبی است که در این حالت تغییرات نسبی در طول و عرض
نسبی است



این نسبت تغییرات نسبی در طول و عرض
نسبی است

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_z}{E}$$

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu \sigma_y - \nu \sigma_z] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu \sigma_x - \nu \sigma_z] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu \sigma_x - \nu \sigma_y] + \alpha \Delta T$$

$$\epsilon = \frac{\alpha \Delta T}{2} \alpha \Delta T$$

$$\begin{cases} \tau_{xy} = G \cdot \epsilon_{xy} \\ \tau_{yz} = G \cdot \epsilon_{yz} \\ \tau_{zx} = G \cdot \epsilon_{zx} \end{cases} \quad \begin{cases} \tau_{xy} = \tau_{yx} \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} \\ \tau_{zx} = \tau_{xz} \end{cases}$$

= ضریب پارسون، ضریب تغییرات

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$0.5 > \nu > 0$$

$$1 < 1+\nu < 1.5$$

$$2 < 1+\nu < 3$$

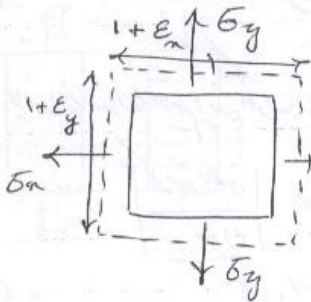
$$2 < \frac{E}{G} < 3$$

حالت الاستیک در تنش (حالت الاستیک)

حالت الاستیک در تنش (حالت الاستیک)

حالت الاستیک در تنش (حالت الاستیک)

II



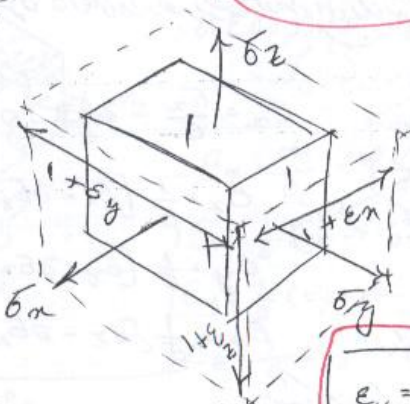
تغییر سطحی: تغییر سطح واحد سطح: ϵ_A

$$\epsilon_A = (1 + \epsilon_x)(1 + \epsilon_y) - 1$$

$$\epsilon_A = \epsilon_x + \epsilon_y$$

$$\epsilon_A = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y) + \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu \sigma_x) + 2\alpha \Delta T$$

$$\epsilon_A = \frac{1 - \nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y) + 2\alpha \Delta T$$



تغییر حجمی: تغییر حجم واحد حجم: ϵ_V

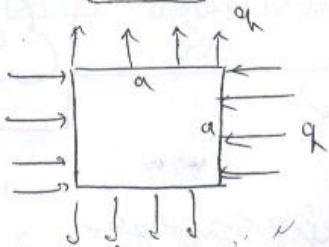
$$\epsilon_V = (1 + \epsilon_x)(1 + \epsilon_y)(1 + \epsilon_z) - 1$$

$$\epsilon_V = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z$$

$$\epsilon_V = \frac{1 - 2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) + 3\alpha \Delta T$$

نکته: اگر σ_x و σ_y و σ_z را با هم جمع کنیم و با ϵ_x و ϵ_y و ϵ_z مقایسه کنیم

$$1 - 2\nu > 0 \rightarrow \nu < 0.5$$



$$E = 100 \text{ GPa}$$

$$\nu = 0.25$$

$$\Delta A = \epsilon_A A_0 = \frac{1 - \nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y) A_0$$

$$\Delta A = \frac{1 - 0.25}{100 \text{ GPa}} [-2q + q] = -0.0075 q a^2$$

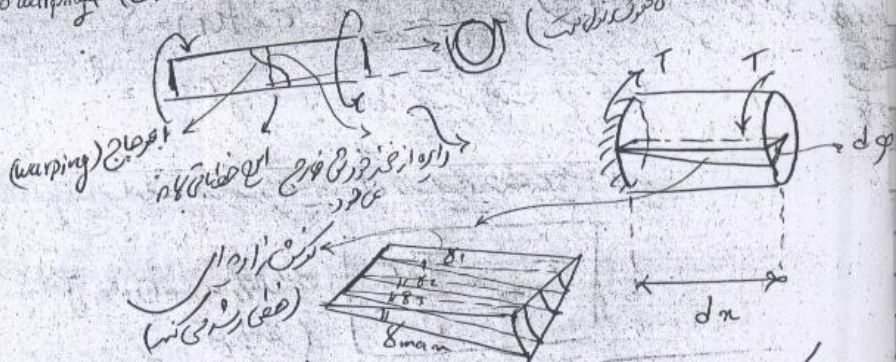
$$\Delta A = \frac{1 - 0.25}{100 \text{ GPa}} [-2q + q] \times a^2 = -0.0075 q a^2$$

$$\Delta A = \frac{-0.75 q a^2}{100 \text{ GPa}} = -0.0075 q a^2 = -\frac{0.75}{100} q a^2$$

①

Torsion

۱- اصلاح مجلس را در آداب باشد
۲- خطای را باین بیان برساند
۳- کتب و کتب را باین بیان
۴- مسأله را باین بیان

[illegible]

۵- اگر کسی از این راه عبور کند
۶- تنگی برقی
۷- تنگی برقی
۸- تنگی برقی
۹- تنگی برقی
۱۰- تنگی برقی
۱۱- تنگی برقی
۱۲- تنگی برقی
۱۳- تنگی برقی
۱۴- تنگی برقی
۱۵- تنگی برقی
۱۶- تنگی برقی
۱۷- تنگی برقی
۱۸- تنگی برقی
۱۹- تنگی برقی
۲۰- تنگی برقی
۲۱- تنگی برقی
۲۲- تنگی برقی
۲۳- تنگی برقی
۲۴- تنگی برقی
۲۵- تنگی برقی
۲۶- تنگی برقی
۲۷- تنگی برقی
۲۸- تنگی برقی
۲۹- تنگی برقی
۳۰- تنگی برقی
۳۱- تنگی برقی
۳۲- تنگی برقی
۳۳- تنگی برقی
۳۴- تنگی برقی
۳۵- تنگی برقی
۳۶- تنگی برقی
۳۷- تنگی برقی
۳۸- تنگی برقی
۳۹- تنگی برقی
۴۰- تنگی برقی
۴۱- تنگی برقی
۴۲- تنگی برقی
۴۳- تنگی برقی
۴۴- تنگی برقی
۴۵- تنگی برقی
۴۶- تنگی برقی
۴۷- تنگی برقی
۴۸- تنگی برقی
۴۹- تنگی برقی
۵۰- تنگی برقی
۵۱- تنگی برقی
۵۲- تنگی برقی
۵۳- تنگی برقی
۵۴- تنگی برقی
۵۵- تنگی برقی
۵۶- تنگی برقی
۵۷- تنگی برقی
۵۸- تنگی برقی
۵۹- تنگی برقی
۶۰- تنگی برقی
۶۱- تنگی برقی
۶۲- تنگی برقی
۶۳- تنگی برقی
۶۴- تنگی برقی
۶۵- تنگی برقی
۶۶- تنگی برقی
۶۷- تنگی برقی
۶۸- تنگی برقی
۶۹- تنگی برقی
۷۰- تنگی برقی
۷۱- تنگی برقی
۷۲- تنگی برقی
۷۳- تنگی برقی
۷۴- تنگی برقی
۷۵- تنگی برقی
۷۶- تنگی برقی
۷۷- تنگی برقی
۷۸- تنگی برقی
۷۹- تنگی برقی
۸۰- تنگی برقی
۸۱- تنگی برقی
۸۲- تنگی برقی
۸۳- تنگی برقی
۸۴- تنگی برقی
۸۵- تنگی برقی
۸۶- تنگی برقی
۸۷- تنگی برقی
۸۸- تنگی برقی
۸۹- تنگی برقی
۹۰- تنگی برقی
۹۱- تنگی برقی
۹۲- تنگی برقی
۹۳- تنگی برقی
۹۴- تنگی برقی
۹۵- تنگی برقی
۹۶- تنگی برقی
۹۷- تنگی برقی
۹۸- تنگی برقی
۹۹- تنگی برقی
۱۰۰- تنگی برقی

پیش : Torsion

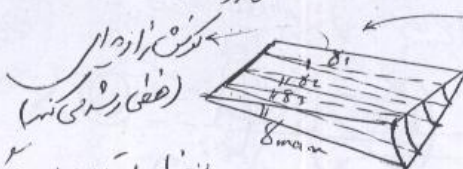
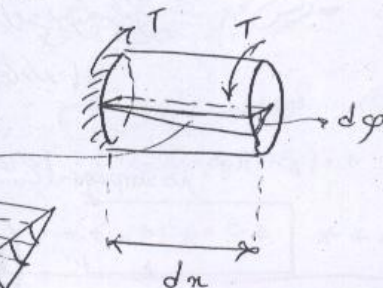
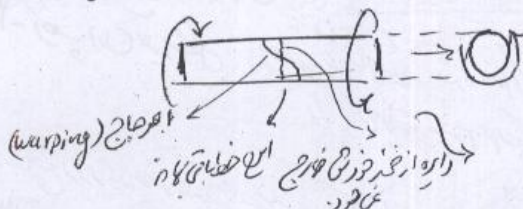
«توزیع نیروهاست و در هر یک از مقاطع»

۱- مصالح چوبی را در صورتی که به یکدیگر متصل باشند

۲- خطی را که در طول طول و در تمام مقاطع

۳- در صورتی که در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع) در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع)

۴- مصالح که در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع) در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع)



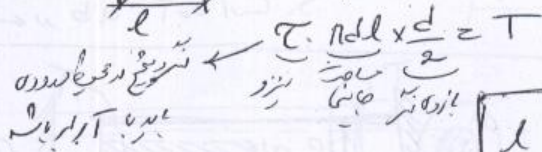
۵- کوسه را در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع) در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع)

۶- تکیه بر هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع) در هر یک از مقاطع (مقطع در هر یک از مقاطع)



«توزیع نیروهاست و در هر یک از مقاطع»

امیرتشیخ خانزادہ (ارجی) صاحبہ۔ حیدرآباد، تھانہ سولہ سو اڑسہ سال بعد



سیستم کے متوازن ہونے کی شرط

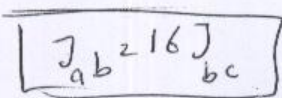
بچیں:

نیل باؤنڈ کی ضرورت

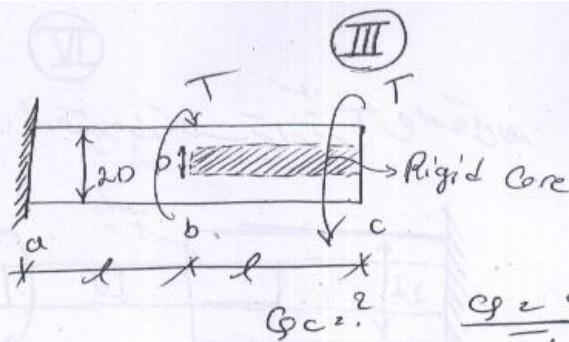
اگر اصل مسئلہ نہ ہو تو یہ بھی ممکن ہو گا۔

(3)

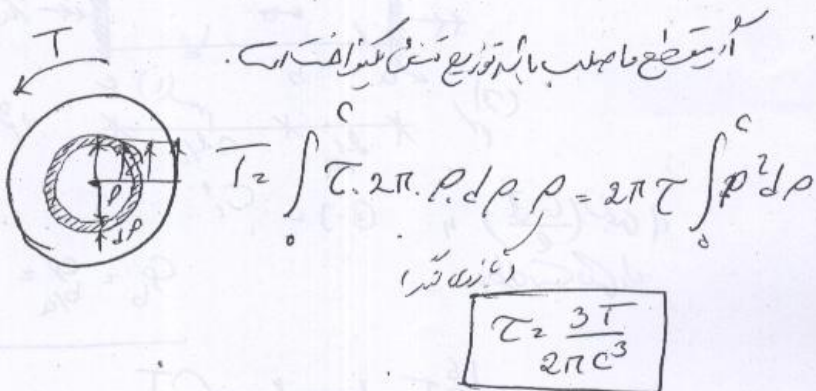
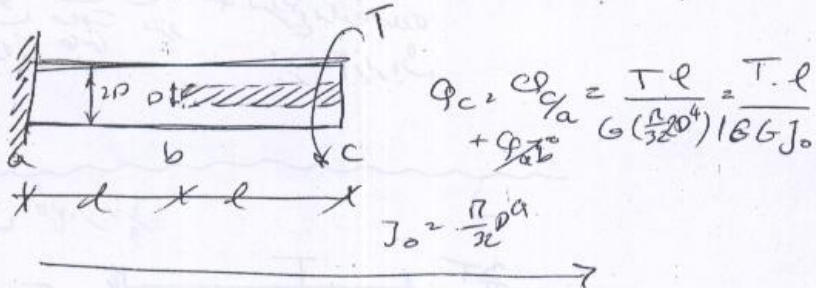
$$C_{p/b} = C_{p/a} = C_{p/c} = \frac{\frac{3}{4} T \cdot \frac{1}{4}}{G \cdot J} = \frac{3Tl}{16GJ}$$



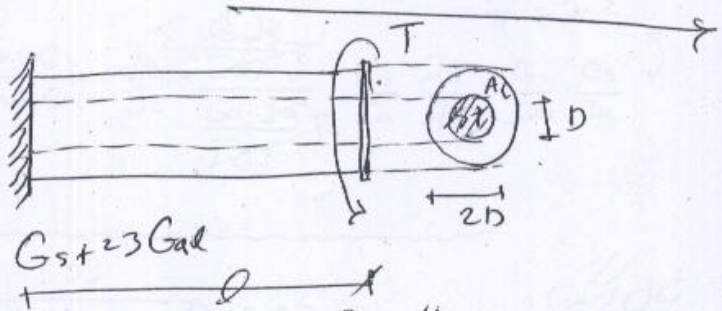
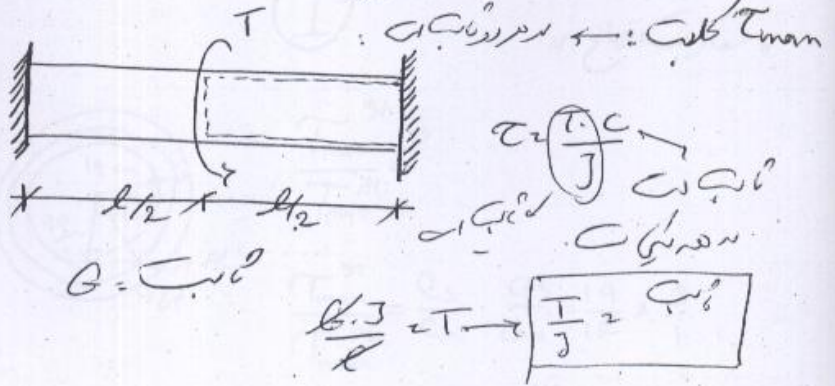
35



$$C_{ab} = T_{ab} \quad \text{and} \quad C_{bc} = T_{bc}$$



(V)



$$T_{st} + \frac{k_{st}}{\sum k} T = \frac{3 G_a \cdot \frac{\pi}{32} D^4}{3 G_a \cdot \frac{\pi}{32} D^4 + G_a \frac{\pi}{32} (2D^4 - D^4)} T = \frac{3}{3+5} T$$

$$= \frac{T}{6} \times 100 \approx 16.7\%$$

86, 10, 20

I

« مقادیر استخوان »



$$G_{st} = 3 \text{ Gal}$$

در G_{st}

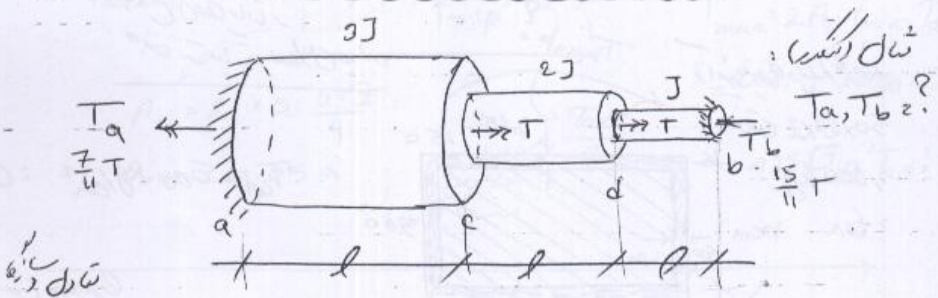
$$\frac{T_{max}^{st}}{T_{AL}^{max}} = ?$$

$$\frac{T_{max}^{st}}{T_{AL}^{max}} = \frac{Q_s}{C_a} \cdot \frac{G_s}{G_a} = \frac{14}{12} \times \frac{3}{1}$$

$$= \frac{14}{4} = 3.5$$

$$T_z = \frac{T \cdot C}{J}$$

$$\frac{T_s}{T_a} = \frac{T_s}{T_a} \cdot \frac{Q_s}{C_a} \cdot \frac{J_a}{J_s} = \frac{G_s J_s}{G_a J_a} T \cdot \frac{Q_s}{C_a} \cdot \frac{J_a}{J_s} = \frac{G_s}{G_a} \cdot \frac{C_s}{C_a}$$



$$\frac{T_a \cdot l}{3GJ} + \frac{(T_a - T)l}{2GJ} + \frac{(T - 2T)l}{GJ} = 0$$

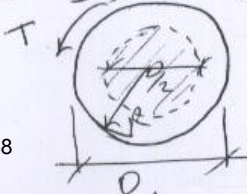
$$2T_a + 3T_a - 3T + 6T - 12T = 0$$

$$11T_a + 15T = 0 \quad \boxed{T_a = \frac{15}{11}T}$$

$$T_a + T_b = 2T$$

$$T_b = 2T - \frac{15}{11}T = \frac{7}{11}T \quad \boxed{T_b = \frac{7}{11}T}$$

مثال: تحت راجع به یک $D/2$ فیلد بر روی یک سطح استخوانی (در یک سطح استخوانی) ...



$$T = \frac{J'}{J} T = \frac{\frac{\pi}{32} (D/2)^4}{\frac{\pi}{32} D^4} T = \frac{1}{16} T$$

II

$$\tau = \frac{T}{2A_t} + J = \frac{4A_t^2}{\oint \frac{ds}{t}}$$

= مقاطع صلبه نازک است: (مبارسته - مثل زوایه)

شده: صلبه نازک در طول محور قرار گرفته است.

۱- در هر نقطه تنش در عرض صلبه یکسان است.

۲- در طول یکسان تنش هم صفت است: T به نسبت عکس متغیر می شود:

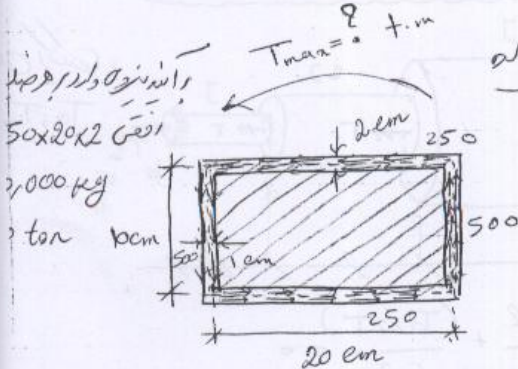
$$\varphi = \frac{T \cdot l}{G \cdot J} \quad J = \frac{4A_t^2}{\oint \frac{ds}{t}}$$

Torsional Area

$$T = \frac{T}{2A_t} t$$

توی صلبه نازک

محور طول صلبه نازک
محور تنش در طول صلبه



مثال: $T_{all} = 500 \text{ kg/cm}^2$

لینک تنش در تمام
صفتش یکسان است.

$$T_{max} = 2 \times 200 \times 1 \times 500 = 200,000 \text{ kg/cm}$$

$= 2 \text{ t.m}$

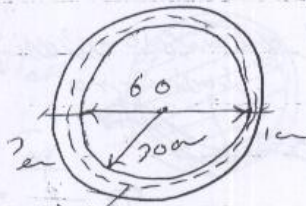
$$T_{max} = T_{all}$$

$$\frac{T_{max}}{2A_t \cdot t_{min}} = T_{all}$$

$$T_{max} = 2A_t \cdot t_{min} \cdot T_{all}$$

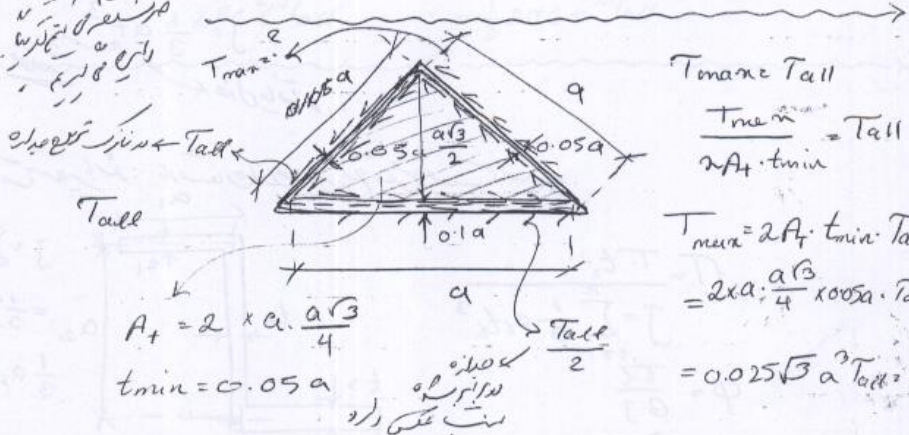
$$J = ? = \frac{4A_t^2}{\oint \frac{ds}{t}} = \frac{4(200)^2}{\frac{20}{2} \times 2 + \frac{10}{1} \times 2} = 4000 \text{ cm}^4$$

$T_{210t.m}$



$$T_{max} = \frac{T}{2A_+ t_{min}} = \frac{10 \times 10^5}{2 \times \pi (31)^2 \times 1}$$

نقطه بردار است
محور تقارن است
راش به لایه

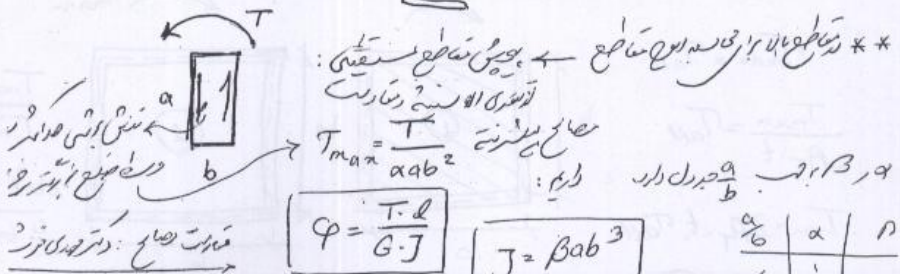


$$T_{max} = T_{all}$$

$$\frac{T_{max}}{2A_+ t_{min}} = T_{all}$$

$$T_{max} = 2A_+ t_{min} T_{all} = 2 \times a \cdot \frac{a\sqrt{3}}{4} \times 0.05a \cdot T_{all} = 0.025\sqrt{3} a^2 T_{all} = \frac{\sqrt{3}}{40} a^2 T_{all}$$

شعاع جدار باز: I, T, L, C



$$2 \times b^2 \cdot t \cdot T$$

$$\frac{1}{3} 2 b^2 \cdot T$$

$$\frac{2 b^2 t}{3 b t} = \frac{3 b}{t}$$

IV

نکته: اگر $\frac{a}{b}$ برابر ۱۰ یا بیشتر α , β نسبت ۵ باشد (معمولاً نسبت ۵:۱۰)

$$\text{لی } \alpha, \beta = \frac{1}{3}$$

$$\frac{a}{b} \rightarrow 10$$



$$T = \frac{T}{\frac{1}{3}at^2} = \frac{T \cdot t}{\frac{1}{3}at^3} = \frac{T \cdot t}{J}$$

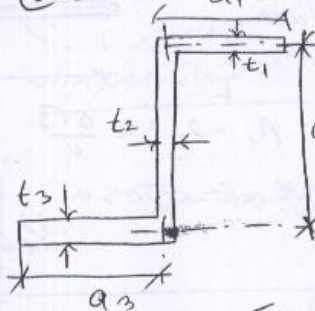
$$J = \frac{1}{3}at^3$$

ضریب طولی

اگر ضریب تغییر باشد: α_1 است و از اصل توزیع تنش نسبت به این است:

$$T = \frac{T \cdot t_i}{J} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{3} a_i t_i^3}{J}$$

$$\phi = \frac{T \cdot t}{GJ}$$



$$J = \sum \frac{1}{3} a_i t_i^3$$

$$= \frac{1}{3} a_1 t_1^3 + \frac{1}{3} a_2 t_2^3 + \frac{1}{3} a_3 t_3^3$$

بالای این سطح است بین آن ها از این مقدار را می توانیم استفاده کنیم

T_{man}

T_{man}

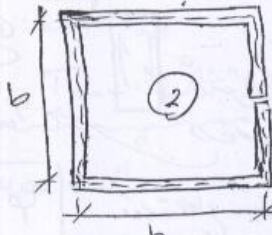
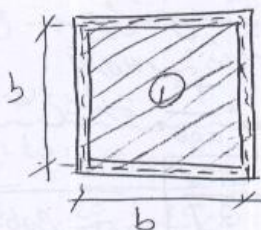
مثال:

$$T_{man} = T_{all}$$

$$\frac{T_{man}}{2A_T \cdot t} = T_{all}$$

$$T_{man} = 2A_T \cdot t \cdot T_{all}$$

$$= 2b^2 + T_{all}$$



$$\frac{T_{man}}{T_{man}} =$$

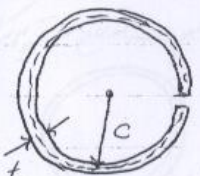
$$\frac{2b^2 T_{all}}{\frac{4}{3} b t^2 T_{all}} = 1.5 \frac{b}{t}$$

$$T_{man} = T_{all}$$

$$\frac{T_{man} \cdot t}{J} = \frac{T_{man}}{\frac{1}{3} a t^2} = T_{all}$$

$$T_{man} = \frac{4}{3} b t^2 T_{all}$$

استفاده از این مقدار را می توانیم

$T_{max} = T_{all}$
 $\frac{T_{max}}{A_t \cdot t} = T_{all}$
 $\Rightarrow T_{max} = 2A_t \cdot t \cdot T_{all}$
 $= 2\pi c^2 t T_{all}$

$T_{max} = \frac{1}{3} a t^2 T_{all}$
 $= \frac{1}{3} 2\pi c t^2 T_{all}$

$\frac{T_{max}}{T_{all}} = \frac{2\pi c^2 t T_{all}}{\frac{1}{3} 2\pi c t^2 T_{all}}$
 $= \frac{3c}{t}$

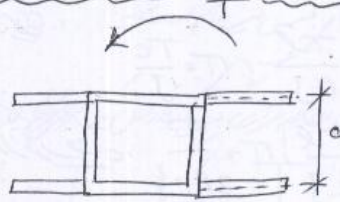
۱۳۰۱۰۲۴

مقاومت مصالح

(I)

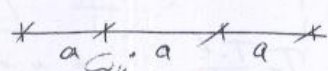
مقاومت مصالح

چنانچه یک پروفیل خواهم بر منقطع سازم از آنجا که پروفیل را می توانم به هر شکلی که می خواهم منقطع کنم



فرض می کنیم پروفیل را به صورت مربع منقطع کنیم

Le constant



منقطع می کنیم به سه قسمت مساوی

در این حالت J_{Box} را می توانیم به دست آوریم. J_G را می توانیم به دست آوریم. $J_{\text{Box}} = \int \frac{ds}{t}$

$$J_{\text{Box}} = \frac{4At^2}{\int \frac{ds}{t}} = \frac{4(a^2)^2}{\frac{4a}{t}} = a^3 t$$

$$J_{\text{Box}} = \frac{1}{3} a t^3 = \frac{1}{3} a t^3$$

فرض می کنیم پروفیل را به صورت مربع منقطع کنیم

$$G_s = 8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_c = 8 \times 10^4 \text{ N}$$

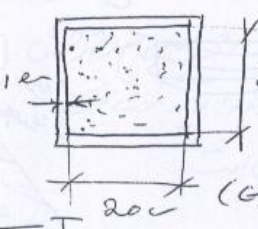
$$\left(\frac{a}{b} = 1 \quad \alpha = 0.14 \right)$$

$$T_c = \frac{(GJ)_c}{(GJ)_T} = \frac{256 \times 10^7}{256 \times 10^7 + 2 \times 21^3 \times 10^5}$$

$$T = \frac{256}{256 + 640} T = \frac{256}{896} T$$

فرض می کنیم پروفیل را به صورت مربع منقطع کنیم

فرض می کنیم پروفیل را به صورت مربع منقطع کنیم



فرض می کنیم پروفیل را به صورت مربع منقطع کنیم

$$(GJ)_c = 8 \times 10^4 \times (20)^3 = 8 \times 10^4 \times 8000 = 6.4 \times 10^8$$

$$(GJ)_T = 8 \times 10^5 \times \frac{4A_T}{\int \frac{ds}{t}} = 8 \times 10^5 \times \frac{21 \times 4}{4 \times 21} = 8 \times 10^5 \times 21 = 1.68 \times 10^7$$

(II)

$$T_{max} = \frac{T}{C \alpha a b^2} = \frac{13}{45 \times 10 \times 10^{-8}} \times \frac{1}{0.14 \times 203}$$

نشان بخش max

= مجموع نیروی بخش :

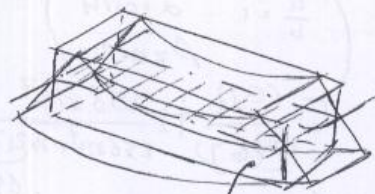
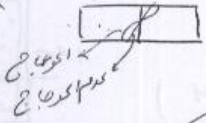
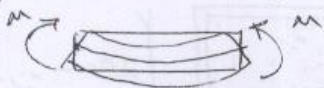
$$\left. \begin{aligned} J &= \frac{\pi}{32} d^4 \quad \varphi = \frac{T \ell}{G J} \quad \tau = \frac{T C}{J} \\ J &= \frac{4 A_T^2}{\oint \frac{ds}{t}} \quad \varphi = \frac{T \ell}{G J} \quad \tau = \frac{T}{2 A_T t} \\ J &= \sum \frac{1}{3} a t^3 \quad \varphi = \frac{T \ell}{G J} \quad \tau = \frac{T \cdot t}{J} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{سطوح دایره} \\ \text{سطوح مستطین} \\ \text{نوار باز} \end{array}$$

محور
بیاض

= بخش حاصل : نیروی کششی در مقطع خفیه خازد (در هر برشی در سطح بیاض)

Pure Bending

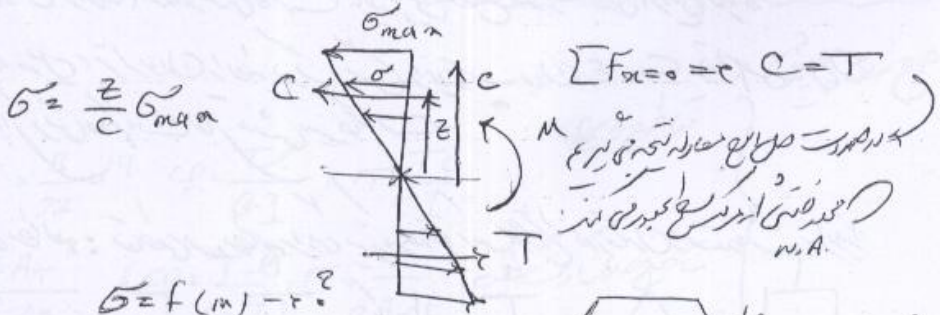
- ۱- کشش و انقباض در سطح
- ۲- الاستیک بودن مواد
- ۳- کوچک بودن تغییر شکل
- ۴- سطح مقطع را به چند تیر تبدیل بخش سطح بیاض و مانده (عدم انقباض) spring



صفحه ضعیف

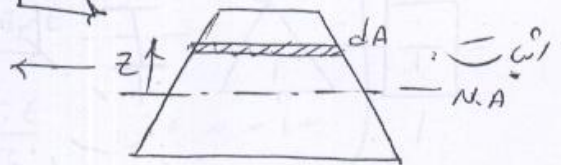
IV

- ۱- روش مستقیم: $N.A = ?$
 ۲- رابطه σ با M چیست: $\sigma = f(m)$



$\sigma = f(m) - ?$

$M = \int \sigma dA \cdot z$



$M = \int \frac{z}{c} \sigma_{max} dA \cdot z \Rightarrow$

$0 = \int \sigma dA - \int \frac{z}{c} \sigma_{max} dA \Rightarrow$

$\frac{\sigma_{max}}{c} \int z^2 dA = I_{N.A.}$

$\frac{\sigma_{max}}{c} \int z^2 dA = 0$

$I_{N.A.}$

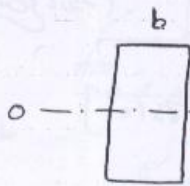
شرط $\sigma = 0$ در صورتی که مرکز ثقل و مرکز جرم یکی نباشد

$\sigma_{max} = \frac{M \cdot c}{I_{N.A.}} \Rightarrow \sigma = \frac{M \cdot z}{I}$

۸۳/۱۰/۲۴

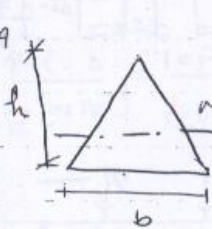
(I)

محاسبه I: (مانند اینی)



$$I_0 = \frac{1}{12} b h^3$$

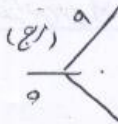
$$I = \int z^2 dA$$



$$\frac{1}{36} b h^3 = I_0$$



$$I_0 = \frac{\pi}{4} R^4$$



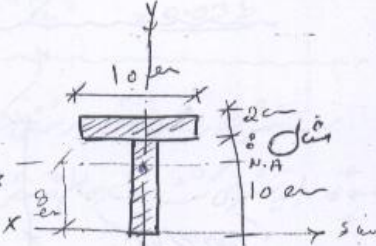
$$\frac{1}{12} a^4 = I_0$$

در سایر موارد از قضیه مورگنی استفاده می‌کنیم:

$$I_{N.A} = \sum I_0 + A d^2$$

مساحت

فاصله مرکز جرم از محور



I_x, I_y

$I = I_{min}, I_{max}$

محورین اصلی و مرکز جرم

$$I_x = \frac{1}{12} [10 \times 2^3 + 2 \times 10^3] + 20 (11-8)^2 + 20 (5-8)^2$$

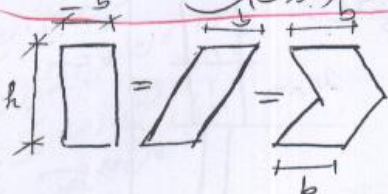
$$I_x = \frac{2080}{12} + 360 = 533 \text{ cm}^4$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A \cdot \bar{y}}{\sum A} = \frac{20 \times 11 + 20 \times 5}{40}$$

$$= \frac{16}{2} = 8 \text{ cm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} [10^3 \times 2 + 10 \times 2^3] = \frac{2080}{12} = 173 \text{ cm}^4$$

نکته: می‌توان از اینها یک Section با خواص آسان در دست نمود (معمولاً در جرم و اینی)



$$I \equiv \boxed{} \equiv \equiv \boxed{}$$

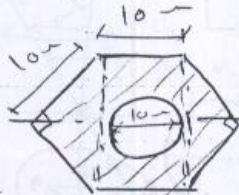
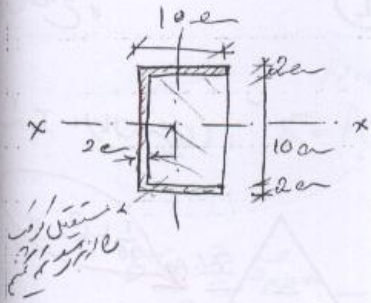
معادلات حول و نسبت

II

محال اني افصح؟ (مبعض افراد)

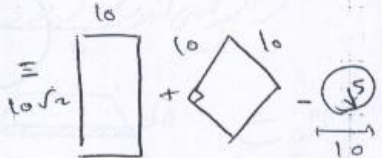
$$I_{max} = I_{x-x}$$

$$I_x = \frac{1}{12} [10 \times 14^3 - 8 \times 10^3]$$



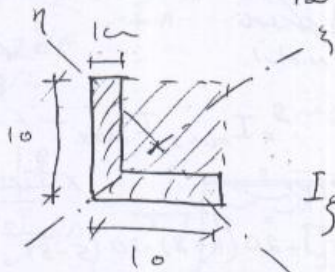
: حل

*** مدافعتي نوكت ***



$$I = \frac{1}{12} [10 \times (10\sqrt{2})^3 + 10^4] - \frac{\pi}{4} \times 5^4$$

$$= \frac{(1+2\sqrt{2})10^4}{12} - \frac{625\pi}{4}$$

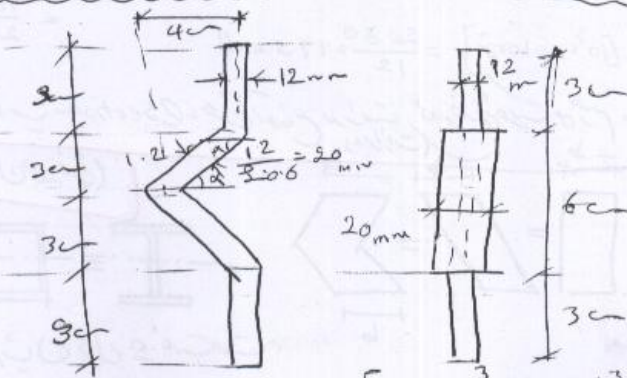


$$I_{max} = ?$$

: حل
VV

$$I_x = I_{max} = \frac{1}{12} [10^4 - 9^4] = \frac{(100-81)(100+81)}{12}$$

$$= \frac{19 \times 181}{12} = \frac{20 \times 180}{12} = 300 \text{ cm}^4$$



: حل
VV

$$I_x = \frac{1}{12} [1.2 \times 12^3 + 0.8 \times 6^3] = 0.1 \times 12^3 + 0.8 \times 18$$

III

مثال: تنش max چیست؟

$l \geq 10b$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I} = \frac{P \cdot l \cdot b}{\frac{1}{12} [b \times 2b]^3} = \frac{10 P b \times b}{\frac{1}{12} b (2b)^3} = \frac{15 P}{b^2}$$

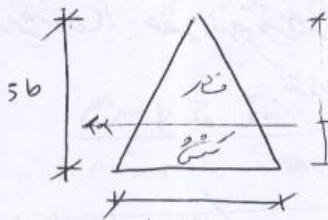
$$E = 10^4 \frac{P}{b^2}$$

$$\sigma_{max} = E \cdot \epsilon_{(i-j)}$$

$$\Delta_{ij} = \epsilon_{(i-j)} \times \text{طول (i-j)} = \frac{\sigma_{max}}{E} \times 2l = \frac{15P}{10^4 P/b^2} \times 20b = 30b \times 10^{-4} = 0.03b$$

نسبت تنش مجاز به تنش حقیقی همیشه باید بزرگتر باشد تا سطح ایمنی برقرار باشد (2)

*** باید تنش مجاز را به تنش حقیقی مقایسه کنیم ***



* چون هندست تنش در این حالت یک دایره است

پس تنش در این حالت در تمام نقاط یکسان است

پس تنش در این حالت در تمام نقاط 2 برابر

تنش کشش مجاز است

$$\frac{\sigma_{max} c}{\sigma_{allow} c} = \frac{\sigma_{all} c}{\sigma_{all} c}$$

$$\frac{\sigma_{max} c}{\sigma_{allow} c} = \frac{\sigma_{all} c}{\sigma_{all} c}$$

ط / کلاً فرض ایمنی

توجه: در این حالت
همان تنش است چون دایره
آرکشی است که یک دایره
از آن جایی که تنش است

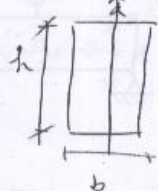
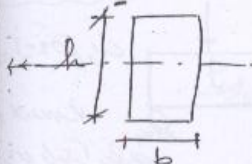
IV

شرایط خمشی: ضربه ای در انتهای مقطع را به دنبال آن می آید

$$\sigma_{all} = \frac{M_{max} \cdot c}{I} \rightarrow M_{max} = \left(\frac{I}{c} \right) \cdot \sigma_{all}$$

Section modulus
"مردل مقطع"

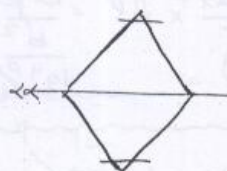
$$S = \frac{1}{12} \frac{b h^3}{h/2} = \frac{b h^2}{6}$$



$$S = \frac{h b^2}{6}$$

برای تعیین ضربه ای که در یک مقطع I می تواند تحمل کند

مثال: در یک مقطع I که در یک مقطع I می تواند تحمل کند

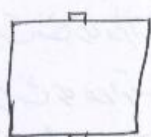


$$S = \frac{I}{c}$$

توجه: اگر در یک مقطع I می تواند تحمل کند

اگر در یک مقطع I می تواند تحمل کند

مثال: (در یک مقطع I) ضربه ای که در یک مقطع I می تواند تحمل کند

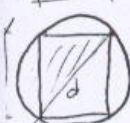


$$\Rightarrow \frac{I}{c} \rightarrow S \downarrow$$

مثال: در یک مقطع I می تواند تحمل کند

$$S = \frac{I}{c} = \frac{\pi R^4}{4} \cdot \frac{1}{R} = \frac{\pi R^3}{4}$$

مثال: در یک مقطع I می تواند تحمل کند



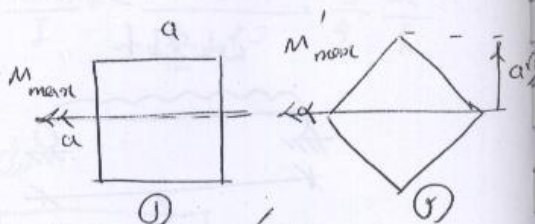
۰۲۳

(I)

« سازه های صنعتی »

$$\sigma_{all} = \frac{M_{max}}{S}$$

$$M_{max} = S \cdot \sigma_{all}$$

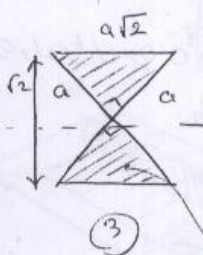


در سازه های صنعتی، سازه های با مقطع مربعی و دایره ای را می توان به سازه های با مقطع الماسی تبدیل کرد.

$$S_1 = \frac{bh^2}{6} = \frac{a^3}{6}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{c_2} = \frac{\frac{1}{12}a^4}{a\sqrt{2}/2} = \frac{a^3}{6\sqrt{2}}$$

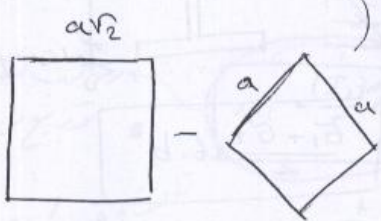
$$\frac{M_{max}}{M'_{max}} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{a^3}{\frac{a^3}{6} \times \frac{6\sqrt{2}}{a^2}} = \sqrt{2}$$



$$\frac{M_{max}}{M'_{max}} = \sqrt{2}$$

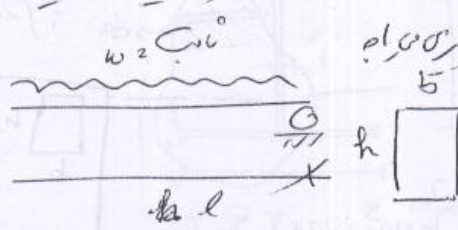
$$S_3 = \frac{I_3}{c_3} = \frac{1}{12}[(a/2)^4 - a^4] = \frac{a^3}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{a^3}{2\sqrt{2}}$$



$$\frac{M_{max}}{M'_{max}} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{a^3}{\frac{a^3}{6} \times \frac{2\sqrt{2}}{a^2}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{3}{\sqrt{2}} = 1.5\sqrt{2} = 2.1$$

*** در سازه های صنعتی، سازه های با مقطع مربعی و دایره ای را می توان به سازه های با مقطع الماسی تبدیل کرد.



مقادیر: b, h, α

$$\sigma = \frac{M}{S} = \frac{\omega e^2}{\frac{b h^2}{6}} = \frac{1}{\alpha} \sigma_{all}$$

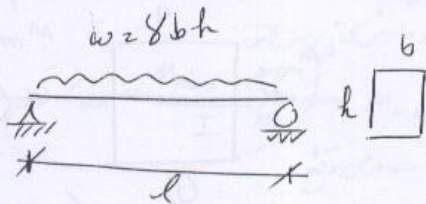
$$\Delta_c = \frac{5 \omega e^4}{384 E I}$$

$$\Delta_c = \frac{5 \omega (\alpha e)^4}{384 E (\frac{1}{12}(\alpha b)(\alpha h)^3)} = \Delta_o$$

تغییر نمی کند

II

*** تیرهای را به سطح مستقیم تحت وزن خود و بارهای مابین آنها برآورده و برآورده می شود که تیرها در آن نقطه خنثی می شوند.



$$\sigma_o = \frac{M}{I} = \frac{\frac{8bh \cdot l^2}{8}}{\frac{bh^3}{12}} = \frac{38l^2}{4h}$$

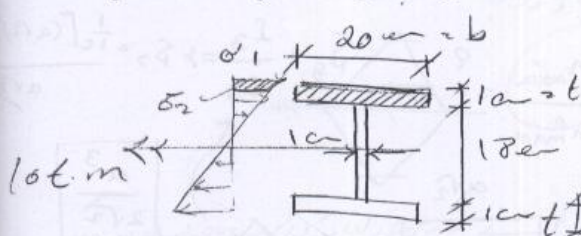
$$\frac{5(8bh)l^4}{384E \frac{1}{12}bh^3} = \alpha^2 \Delta_o$$

$$\frac{(8\alpha b)(\alpha h)(\alpha l)^4}{384E \frac{1}{12}(\alpha b)(\alpha h)^3} = \alpha^2 \Delta_o$$

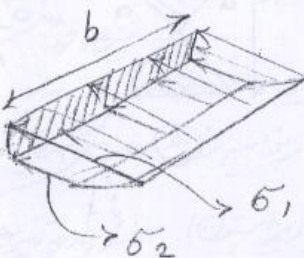
$$\sigma_o = \frac{8(\alpha b)(\alpha h)(\alpha l)^2}{6(\alpha b)(\alpha h)^2} = \frac{3\alpha 8l^2}{4h}$$

* برآوردش را ببینید.

تیرهای را به سطح مستقیم تحت وزن خود و بارهای مابین آنها برآورده و برآورده می شود که تیرها در آن نقطه خنثی می شوند.



تیرهای را به سطح مستقیم تحت وزن خود و بارهای مابین آنها برآورده و برآورده می شود که تیرها در آن نقطه خنثی می شوند.



$$\left| \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \times t \cdot b \right|$$

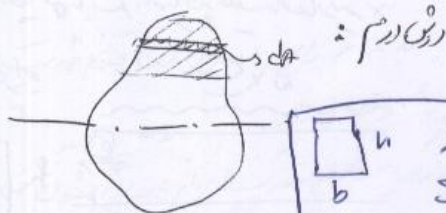
$$\left(\frac{Mc_1}{I} + \frac{Mc_2}{I} \right) bt = (c_1 + c_2) \frac{Mbt}{I} = \left(\frac{10+9}{2} \right) \frac{10 \times 10^5 \times 20 \times 1}{\frac{1}{12} [20 \times 20^3 - 12 \times 18^3]}$$

$$F_z \int \sigma dA$$

$$F_z \int \frac{M_z}{I} dA = \frac{M}{I} \int z dA$$

$$F = \frac{MQ_o}{I}$$

$$F = \frac{10 \times 10^5 \times 20 \times 9.5}{\frac{1}{12} [20 \times 20^3 - 12 \times 18^3]} =$$



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

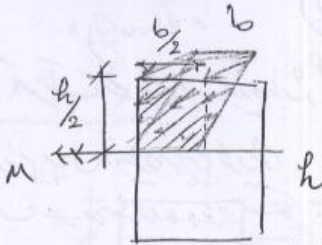
$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$F = \frac{\pi R^4}{4}$$

$$S = \frac{\pi R^3}{2R}$$

تیرهای را به سطح مستقیم تحت وزن خود و بارهای مابین آنها برآورده و برآورده می شود که تیرها در آن نقطه خنثی می شوند.

III

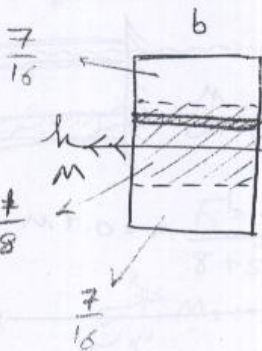


$$F = \frac{M \cdot Q}{I} = \frac{M \left(\frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{h}{4} \right)}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{3}{4} \frac{M}{h}$$

در این روش برای محاسبه نیروی برشی در یک مقطع مستطیل

$$F \times \frac{2}{3} \times \frac{h}{2} \times 4 = M$$

$$F = \frac{3}{4} \frac{M}{h}$$



$$M_1 = \int b \cdot dA \cdot z$$

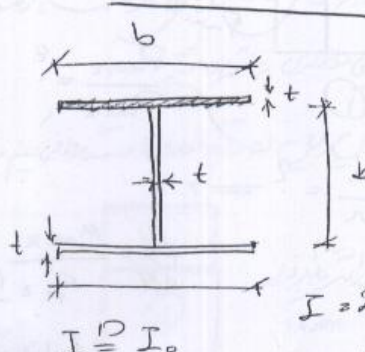
$$M_1 = \int \frac{M \cdot z}{I} \times z \cdot dA = \frac{M}{I} \int z^2 dA = \frac{M I_1}{I}$$

این روش برای محاسبه نیروی برشی در یک مقطع مستطیل

$$M_1 = \frac{(I_1) M A}{I}$$

این روش برای محاسبه نیروی برشی در یک مقطع مستطیل

$$M_1 = \frac{\frac{1}{12} (b) \left(\frac{h}{2} \right)^3}{\frac{1}{12} b h^3} = \frac{1}{8} M$$

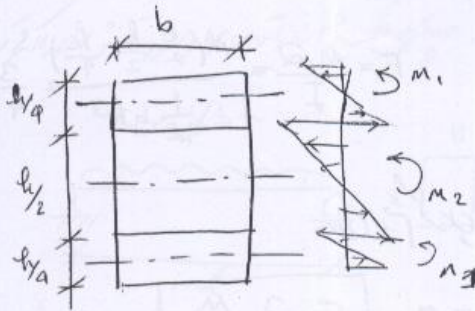


$$M_1 = \frac{b t \cdot \left(\frac{b}{2} \right)^2}{I} = \frac{1}{12} b t^3$$

$$I = 2 \times b t \left(\frac{b}{2} \right)^2 + \frac{1}{12} t b^3 = \frac{7}{12} t b^3$$

$$M_1 = \frac{b t \cdot \left(\frac{b}{2} \right)^2}{\frac{7}{12} t b^3} = \frac{3}{7} M$$

IV



$$M_1 = \frac{I_1}{I} M$$

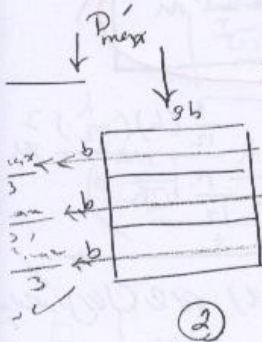
$$M_1 = \frac{I_1}{I} M$$

$$M_1 = \frac{\frac{1}{12} b \left(\frac{h}{4}\right)^3}{2 \times \frac{1}{12} b \left(\frac{h}{4}\right)^3 + \frac{1}{12} b \left(\frac{h}{2}\right)^3} M$$

$$M_2 = \frac{\left(\frac{1}{4}\right)^3}{2 \times \left(\frac{1}{4}\right)^3 + \left(\frac{1}{2}\right)^3} M = \frac{1}{2+8} M = 0.1 M$$

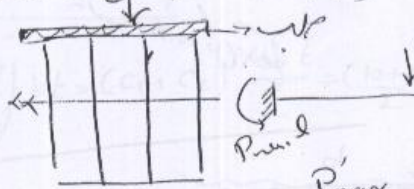


*** اگر فول مستقیم برنازه جانت میزنیم ***



(2)

فشارت باریک مستطی ① و ضراب باریک مستطی ② و استرور



(1)

$$\frac{P'_{max}}{P_{max}} = \epsilon$$

خاکه: نسبت باریک

نسبت کارایی است

نسبت فنی باریک

فشارت

$$\eta_{all} = \frac{M'_{max}}{3} = \frac{3b \cdot \frac{b^2}{6}}{3} = \gamma$$

$$\eta_{all} = \frac{M_{max}}{3} = \frac{(3b)^3}{6} =$$

$$\eta_{max} = \frac{9}{6} b^3 \eta_{all} = 1.5 b^3 \eta_{all}$$

$$M_{max} = \frac{27}{6} b^3 \eta_{all} = 4.5 b^3 \eta_{all}$$

$$\frac{u_{max}}{u_{min}} = 3$$

سرما: برنازه جانت میزنیم

« باگده B »
۱۸, ۱۱, ۲

(I)

« تفاوت مصالح »

ب- بخش مقطعی را اعتبار دهیم و محاسبه را بنویسیم:

$$I = \sum I_o$$

$$I = \frac{1}{12} (3b)(2b)^3 + 2 \times \frac{1}{12} (3b)b^3$$

$$I = \frac{1}{12} (3b)(2b)^3 + 2 \times \frac{1}{12} (3b)b^3 = 0.8m$$

*** اگر به این ترتیب تغییرات خاصیت بخش را در نظر بگیریم و خاصیت را برای این حالت:

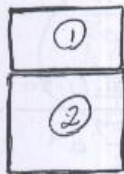
$$\left. \begin{aligned} F_i &= \frac{M}{I_{N.A}} \cdot Q_{N.A} \\ M_i &= \frac{(I_i)_{N.A}}{I_{N.A}} M \\ M_2 &= \frac{(I_2)_o}{\sum I_o} M \end{aligned} \right\}$$

*** مقاطع کامپوزیت: بخش دایره در پهنای (مقاطع مرکب)
« تحت فشار »

« Composite Section »: مقطع استخوان (هر دو از جنس یک ماده است): (نقطه نول) (نقطه خنثی)

*** محاسبه ترمیم در این نوع تغییرات با روشی مشابه میسر می آید.

چون این دو از جنسهای مختلف استخوان گرد و همین دلیل از سطح حاصل استخوان همبسته می شود و این دو بخش است.

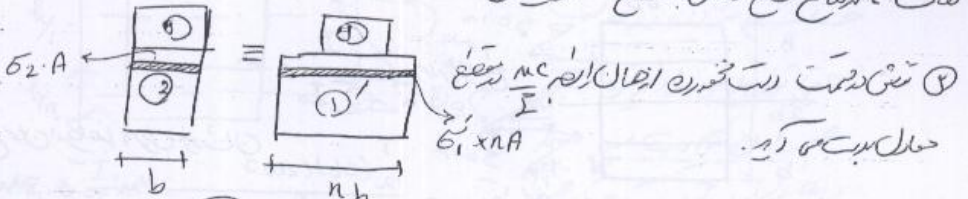


چون مقاطع تحت فشار که در این حالت است و به این ترتیب در نظر گرفته می شود.

از طرفی چون این دو از جنسهای مختلف استخوان گرد و همین دلیل از سطح حاصل استخوان همبسته می شود و این دو بخش است.

II

نکات: ۱. توزیع مقطع اصلی با سطح معادل همان است.



$$n = \frac{E_2}{E_1}$$

$$\frac{E_2}{E_1}$$

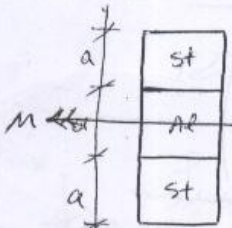
$$\Rightarrow \sigma_2 \cdot A = \sigma_1' \cdot nA$$

$$\sigma_2 = n \sigma_1'$$

۳. ضریب ضمیمه تبدیل یافته برابر است با $\frac{nMc}{I}$

۴. ضریب دهنده در تقاطع هر دو محور برابرند

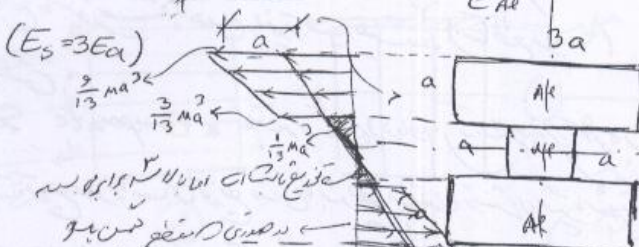
۵. نیروها در هر قسمت نیز با هم برابرند.



مثال: (اگر میوه بایستد در هم) :
مطابق با هم بودن در هر دو جهت در هر دو جهت تقاطع

$$n = \frac{E_{st}}{E_{Al}} = 3$$

St ← Al تبدیل می شود



$$I = \frac{1}{12} (3a^3 - 2a \cdot a^3)$$

$$I = \frac{79}{12} a^4$$

$$\sigma_{Al} = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{M (0.5a)}{\frac{79}{12} a^4} \approx \frac{1}{13} \frac{M}{a^3}$$

$$\sigma_{st} = \frac{n M \cdot c}{I} = \frac{3 \cdot M \cdot (1.5a)}{\frac{79}{12} a^4} \approx \frac{9}{13} \frac{M}{a^3}$$

چون است و است در هر دو جهت
نسبت آن $\frac{1}{n}$ شود و در هر دو جهت
نسبت آن $\frac{1}{n}$ شود

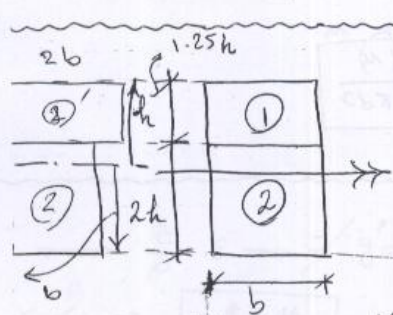
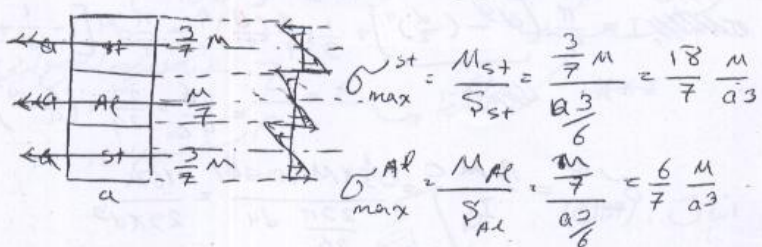
III

$$\frac{\sigma_{max}^{st}}{\sigma_{max}^{Al}} = \frac{C_{st}}{C_{Al}} \cdot \frac{E_{st}}{E_{Al}} = \frac{1.5a \times 3}{0.5a} = 9$$

نکته: ***

مثال (ب): در یک ستون فولاد به نسبت EI توزیع بار در

$$M_{st} = \frac{(EI)_{st}}{\sum EI} \cdot M = \frac{3EI}{3EI \times 2 + EI} \cdot M = \frac{3}{7} M$$



$$E_1 = 2E_2 \quad \frac{\sigma_{tmax}}{\sigma_{cmax}} = \frac{C_t}{C_c} \times \frac{E_1}{E_2} = \frac{C_t}{C_c} \times \frac{E_1}{E_2}$$

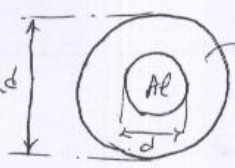
نکته: ② ← ①

$$\Rightarrow \frac{2bh \cdot (2.5h) + 2bh \cdot h}{4bh} = \frac{7}{4} h = 1.75h$$

$$\frac{\sigma_{tmax}}{\sigma_{cmax}} = \frac{1.25h \times 2}{1.75h} = \frac{10}{7}$$

نکته: تبدیل $S_c \leftarrow AL$ و با این روش می توانیم محاسبه کنیم (نکته: ② ← ①)

$$E_{st} = 3E_{Al} \Rightarrow n = 3$$



$$\frac{\sigma_{stmax}^{st}}{\sigma_{Almax}^{Al}} = \frac{C_{st}}{C_{Al}} \times \frac{E_{st}}{E_{Al}} = \frac{d}{0.5d} \times 3 = 6$$



نکته: در محاسبه ضریب تبدیل n باید به نسبت Eها توجه کرد

st → Al

$$I = \frac{\pi}{4} \left(\left(\frac{d}{2} \right)^4 + 3 \pi \left[d^4 - \left(\frac{d}{2} \right)^4 \right] \right) = \frac{\pi}{4} d^4 \left[\frac{1}{16} + 3 \left(1 - \frac{1}{16} \right) \right] = \frac{23\pi}{32} d^4$$

(IV)

$$\frac{M.C}{I} = \frac{M \times \frac{d}{2}}{\frac{23\pi d^4}{32}} = \frac{16 M}{23\pi d^3}$$

$$\frac{M.C}{I} = \sigma_{max}^{Al}$$

$$\sigma_{max}^{St} = \frac{n \cdot M.C}{I} = \frac{3 \cdot M \times d}{\frac{23\pi d^4}{32}} = \frac{96 M}{23\pi d^3}$$

$$n = \frac{E_{St}}{E_{Al}} = \frac{1}{3}$$

Al $\rightarrow$ St : σ_{max}^{St}

$$I = \frac{\pi}{4} \left[d^4 - \left(\frac{d}{2} \right)^4 \right] + \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{2} \right)^4 = \frac{\pi}{4} d^4 \left[1 - \frac{1}{16} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{16} \right]$$

$$= \frac{46}{48} = \frac{23}{24} \times \left(\frac{\pi d^4}{4} \right) = \frac{23\pi d^4}{96}$$

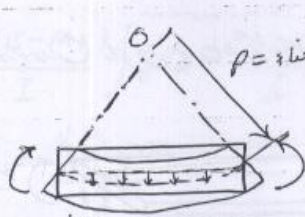
$$\sigma_{max}^{Al} = \frac{n \cdot M.C}{I} = \frac{\frac{1}{3} \times M (0.5d)}{\frac{23\pi d^4}{96}} = \frac{16 M}{23\pi d^3}$$

$$\sigma_{max}^{St} = \frac{M.C}{I} = \frac{M \times d}{\frac{23\pi d^4}{96}} = \frac{96 M}{23\pi d^3}$$

86, 11, 6

I

«تعاريف صالح»

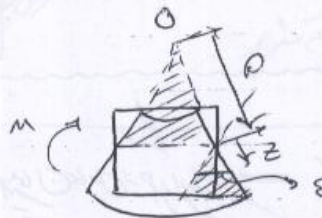


= انحناء شعاع انحناء : ρ شعاع انحناء = انحناء الشعاع

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}} = \frac{d^2y}{dx^2}$$

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{d^2y}{dx^2}$$

*** $\frac{z}{\rho} = \epsilon$ ← انحناء الشعاع
← شعاع انحناء



اشبات : (الاثبات)

$$\frac{z}{\rho} = \epsilon$$

$$\boxed{\epsilon = \frac{z}{\rho}}$$

$$\Rightarrow \frac{z}{\rho} = \epsilon \Rightarrow z \cdot y' = \epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{M z}{E I}$$

$$g^* = \frac{M}{E I} \quad ***$$

$$\epsilon_t = 0.002$$

$$\epsilon_b = 0.003$$

$$\rho = 3, h = 300 \text{ mm}$$

مثال : $\left(\frac{\epsilon}{\rho}\right)$ در بالا و ...

$$\epsilon_t = \frac{z_t}{\rho} = 0.002 = \frac{z_t}{\rho}$$

$$\epsilon_b = \frac{z_b}{\rho} = 0.003 = \frac{z_b}{\rho}$$

$$z_t + z_b = 300 = 0.002\rho + 0.003\rho = 300$$

$$\rho = \frac{300}{0.005} \times \frac{1}{1000} = 60$$

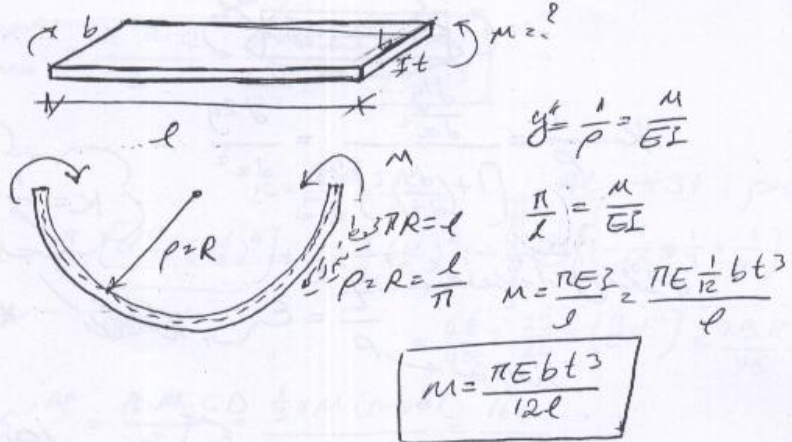
تبدیل به متر

در بالا و پایین مقطع کدیر متعادل شدن که برابر 0.002 و 0.003 است. اگر این مقادیر

300mm باشد شعاع انحناء

II

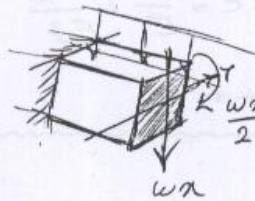
مثال: یک میل چوبی داریم. مشخصات آن عرض b ، ضخامت t ، طول l ، و نیروی اعمال شده M است. یک نیروی را به عنوان مثال می‌خواهیم.



برش: Shear Force

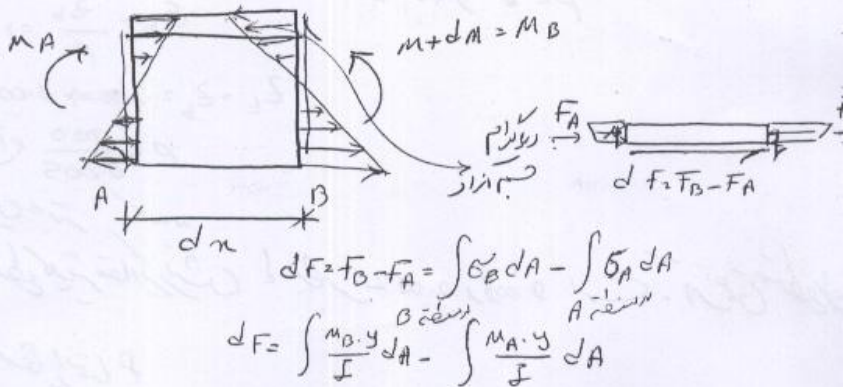
برش: $\frac{dM}{dx} = V$ → تغییرات حاصل از جريان در طول
برش: این نیرو در طول در طول dx همان تغییرات
در طول آن برش می‌باشد.

*** ماهیت مستقیم و در عمود
و البته در همان.



بردار برش و در برش برش
برش و در برش و در برش

تکثیر برش:



III

$$dF = \frac{(M_B - M_A)}{I} \int y dA = \frac{dM \cdot Q}{I}$$

$$\Rightarrow \frac{dF}{dn} = \frac{dM}{dn} \cdot \frac{Q}{I} = \frac{VQ}{I} = q$$

درجهان برین

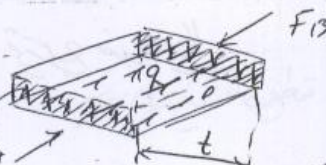
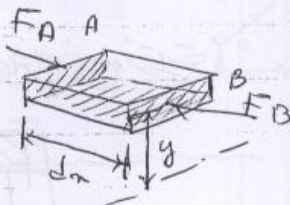
$$q = \frac{V \cdot Q}{I}$$

درجهان برین

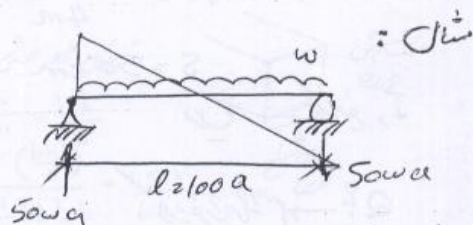
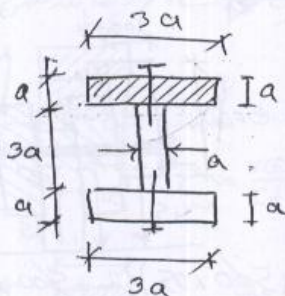
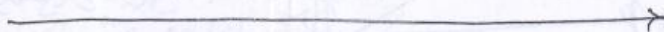
$$\tau = \frac{q}{t} = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t}$$

درجهان برین

درجهان برین

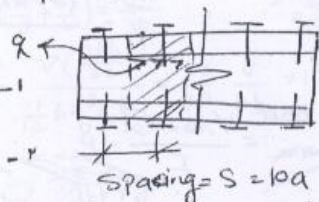


درجهان برین



$$S = 10a$$

درجهان برین



$$S_{0wa} = 10a$$

$$S_{0wa} = 10a$$

درجهان برین

$$q \propto S = F^{stud}$$

$$\frac{V_{max} \cdot Q}{I} \cdot S = F_{max}^{stud}$$

$$F_{max}^{stud} = \frac{S_{0wa} \cdot 6a^3}{17.75a^4} \cdot 10a = \frac{3800}{17.75} wa = 169wa$$

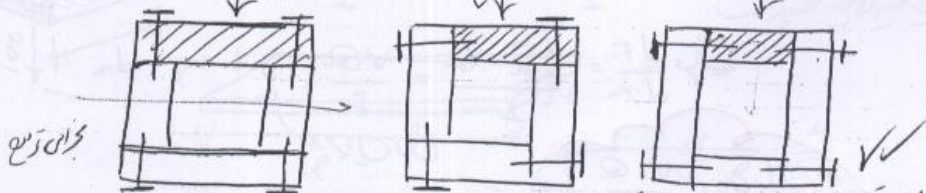
$$= \frac{1}{12} [2a(5a)^3 + 2a(3a)^3]$$

$$= \frac{213}{12} a^4 = \frac{71}{4} a^4 = 17.75a^4$$

$$T^{stud} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

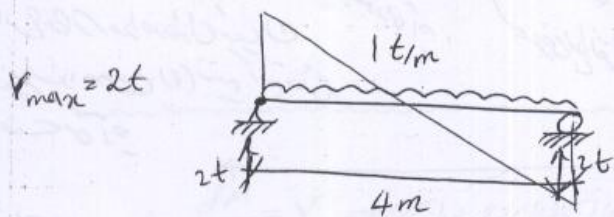
IV

مثال: جهت برقیتهای Σ در کدام حالت سیر در کتری در بخور را در نظر بگیرید. (در کدام حالت بخور از کتری خارج می‌شود و در کدام حالت نه)



این تریج به برای نشان دادن بخور است. چون Σ و Σ و Σ تا نهایت است، نقطه Q را همیشه در فاصله بخور در نظر بگیرید.

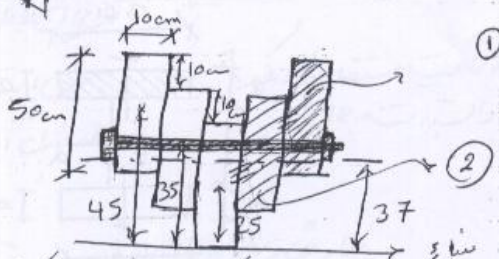
در کدام حالت بیشتر است؟ در کدام حالت است که از کتری بخور خارج می‌شود.



مثال: در کدام حالت سیر در کتری در بخور را در نظر بگیرید. (در کدام حالت بخور از کتری خارج می‌شود و در کدام حالت نه)

$\delta = 50 \text{ cm}$
تعیین I را در نظر بگیرید.

در نظر بگیرید Q را



$$\bar{y} = \frac{(500 \times 45 + 500 \times 35) \times 2 + 500 \times 25}{5 \times 500} = \frac{185}{5} = 37 \text{ cm}$$

$$F_{\text{bolt max}} = \frac{V_{\text{max}} \cdot Q}{I} \cdot \delta$$

$$\textcircled{1} : Q = 500(45 - 37) = 4000 \text{ cm}^3$$

$$\textcircled{2} : Q = 4000 + 500(35 - 37) = 3000 \text{ cm}^3$$

$$Q = 3000 \text{ cm}^3$$

در واقع جهت سیر در کتری در بخور را در نظر بگیرید. (در کدام حالت بخور از کتری خارج می‌شود و در کدام حالت نه)

حالت $\textcircled{1}$ در نظر بگیرید که برای کتری است.

$$F_{\text{bolt max}} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 4000 \times 50}{I} = \frac{4 \times 10^8}{I} \text{ kg}$$

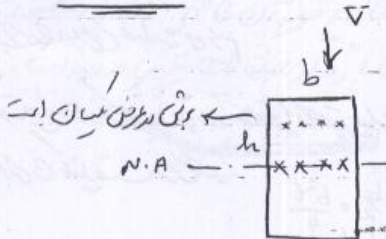
(V)

*** = ملته : هر ت در مقطع برابر شد Q باینه از آن مقطع است .

(I)

86, 11, 8

« محاسبه تنش برشی »



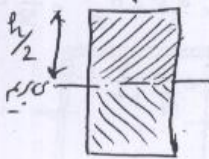
مقطع را تقسیم بندی می کنیم :

توپر (رخی)

جدار نازک باز

جدار نازک بسته

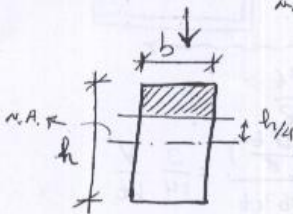
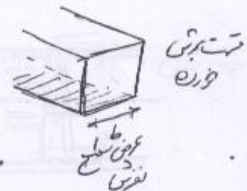
برای محاسبه تنش برشی در مقطع توپر و برای محاسبه تنش برشی در مقطع جدار نازک بسته و جدار نازک باز (برای محاسبه تنش برشی در مقطع یک ن است).



تنش در محاسبه :

$$Q = b \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{h}{4} = \frac{bh^2}{8}$$

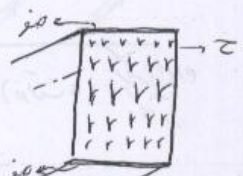
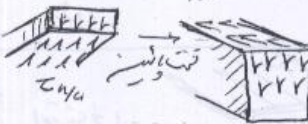
$$\tau = \frac{VQ}{NA \cdot I t} = \frac{V(\frac{bh^2}{8})}{\frac{1}{12}bh^3 \times b} = \frac{1.5 V}{bh}$$



$$Q = b \cdot \frac{h}{4} \left(\frac{h}{8} + \frac{h}{4} \right) = \frac{3bh^2}{32}$$

تنش در محاسبه :

$$\tau_{(h/4)} = \frac{VQ}{I t} = \frac{V(\frac{3bh^2}{32})}{\frac{1}{12}bh^3 \times b} = \frac{36}{32} \cdot \frac{V}{bh} = 1.125 \frac{V}{bh}$$



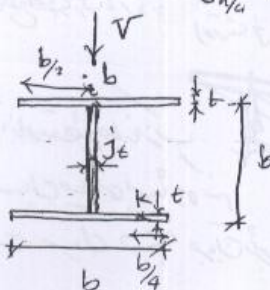
مقطع جدار نازک باز :

تنش برشی در محاسبه :

$$\tau_z ?$$

$$\tau_j ?$$

$$\tau_h ?$$

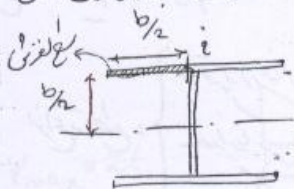


برای $I_{N.A}$ چون $\frac{b}{h} = 1$ است $I_{N.A} = \frac{bh^3}{12} = \frac{1 \times 1^3}{12} = \frac{1}{12}$

$$I_{N.A.} = bt \left(\frac{b}{2}\right)^2 \times 2 + \frac{1}{12} t b^3 = \boxed{\frac{7}{12} t b^3}$$

* **
نکته : در سطح حد فزاید ، از یک بزرگ جدول مختلف - بزرگ مقیاس و در صورت جدول خاص ، در هر یک
و این در صورت جدول می باشد :

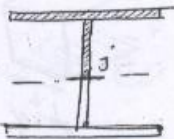
درست فاعل معلوم است (صاحب بار و صاحب) در وقت جدیده و بی غیبت از راه جنت غایت برون حدیث می توان گفت
برین ملاحظه است فرض کرد



$$Q_2 = \frac{b}{2} \times t \times \frac{b}{2} = \frac{b^2 t}{4}$$

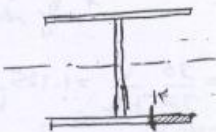
$$\tau_i = \frac{V Q_i}{I t_i} = \frac{V \left(\frac{b^2 t}{4} \right)}{\frac{7}{12} t b^3 \times t} = \frac{3}{7} \frac{V}{b t}$$

الحروف في اللغة العربية



$$Q_j = b t \frac{b}{2} + \frac{b}{2} t \frac{b}{4} = \frac{b^2 t}{2} + \frac{b^2 t}{8} = \frac{5}{8} b^2 t$$

$$\tau_j = \frac{V Q_j}{I t_j} = \frac{V \left(\frac{5}{8} b t^3 \right)}{\frac{7}{12} b t^3 \times t} = \frac{15}{14} \frac{V}{b t}$$

$$\frac{5}{x} \approx \frac{72}{7}$$


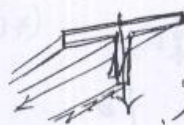
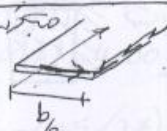
$$Q_k = \frac{b}{4} t \cdot \frac{b}{2} = \frac{b^2 t}{8}$$

$$T_j = \frac{V_{QK}}{I t_p} = \frac{V_i \left(\frac{12t}{8} \right)}{\frac{7}{12} t b^3 \times t} = \frac{3}{14} \frac{V}{bt}$$

تہ بنائی کے (مستطوع صلیب نما) : (نہایت 3)



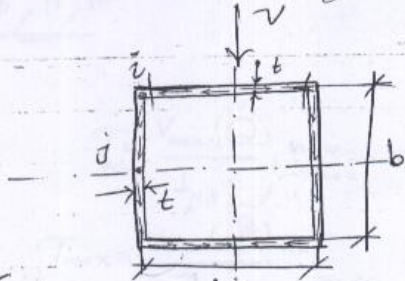
(نہایت 2) (نہایت 1)



*** علامہ ***
 لکھنے کے لئے اس طرح کا قلم
 ایک سیل میں بیکار نہ
 ہے کہ اس سیل کے جیون میں اسے



(III)



= "موقع مرکز ثقل" :

$$I = bt \left(\frac{b}{2}\right)^2 \times 2 + 2 \times \frac{1}{12} \times t \times b^3 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\right) tb^3$$

$$= \frac{2}{3} tb^3$$

*** در این حالت اگر فرض کنیم که این دوین در یک راستا قرار دارند و در یک راستا قرار دارند. در این صورت می‌توانیم که این دوین را به یک راستا قرار دهیم و در یک راستا قرار دهیم.



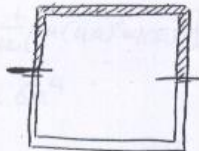
$$Q_z = bt \cdot \frac{b}{2} = \frac{1}{2} b^2 t$$

$$\tau_z = \frac{V \cdot Q_z}{I t_z} = \frac{V \left(\frac{1}{2} b^2 t\right)}{\frac{2}{3} tb^3 \times (2t)} = \frac{3}{8} \cdot \frac{V}{bt}$$

در این حالت اگر فرض کنیم که این دوین در یک راستا قرار دارند و در یک راستا قرار دارند.

*** نکته: در اینجا می‌توانیم که این دوین را به یک راستا قرار دهیم و در یک راستا قرار دهیم.

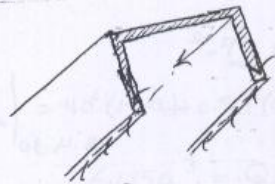
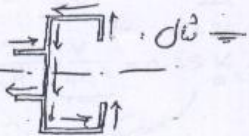
"مختصات"



$$Q_z = bt \cdot \frac{b}{2} + \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{4} \times 2 =$$

$$\frac{3}{4} b^2 t$$

$$\tau_z = \frac{V \cdot Q_z}{I t_z} = \frac{V \left(\frac{3}{4} b^2 t\right)}{\frac{2}{3} tb^3 \times (2t)} = \frac{9}{16} \cdot \frac{V}{bt}$$

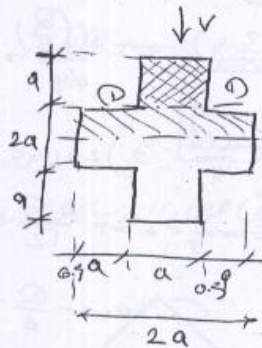


«تغییر کرنش در انتهای»

*** توزیع تنش:

$$T = \frac{V_{max} \cdot (Q)}{I_{NA} \cdot (t)} \rightarrow max$$

$$T_{max} = \frac{V_{max} \cdot (Q)}{I_{NA}}$$

- اگر در مقطعی ثابت باشد T_{max} در $N.A$ رخ دهد.(در صورت تغییر Q یا t در $N.A$ رخ دهد)

مثال: تنش برشی در انتهای کرنش (v)؟

چون تغییر در Q یا t در $N.A$ رخ دهد، در $N.A$ رخ دهد.کرنش Q در $N.A$ رخ دهد.

$$1-1: \left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{Q_1}{t_1} = \frac{a^2(1.5a)}{a} = 1.5a^2$$

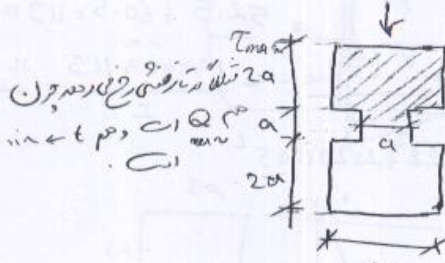
$$\left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{Q_2}{t_2} = \frac{a^2(1.5a) + 2a^2(0.5a)}{2a} = 1.25a^2$$

$$I_{NA} = \frac{1}{12} [a(4a)^3 + 2a^3] = 6a^4$$

$$T_{max} = \frac{V \cdot (Q)}{I} = \frac{V \cdot 1.5a^2}{6a^4} = \frac{V}{4a^2} = 0.25 \frac{V}{a^2}$$

در سطح 1-1، تنش برشی در $N.A$ رخ دهد.

$$T_{NA} = \frac{V(1.25a^2)}{6a^4} = 0.21 \frac{V}{a^2}$$

مثال: T_{max} ؟

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_{max} \Big|_{at N.A} = 4a^2(1.5a) + 0.5a^2(0.5a) =$$

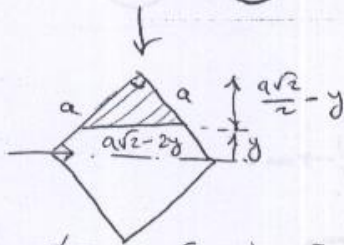
$$6.125a^3 = Q$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{6.125a^3}{a} = 6.125a^2$$

$$I_{NA} = \frac{1}{12} [2a(5a)^3 - a^4] = \frac{249}{12} a^4 = 20.75a^4$$

$$T_{max} \Big|_{at N.A} = \frac{V(6.125a^2)}{20.75a^4}$$

II

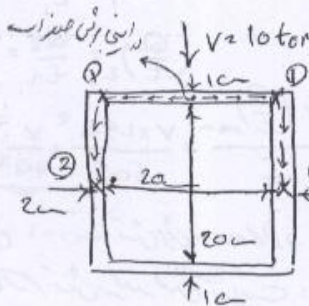


$$\left(\frac{Q}{t}\right) = \frac{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2} - y\right)^2 \left[\frac{1}{3} \left(\frac{a\sqrt{2}}{2} - y\right) + y\right]}{a\sqrt{2} - 2y}$$

$$= \left(\frac{a\sqrt{2}}{4} - \frac{y}{2}\right) \left(\frac{a\sqrt{2}}{6} + \frac{2}{3}y\right) = \frac{d\left(\frac{Q}{t}\right)}{dy} = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \left(\frac{a\sqrt{2}}{6} + \frac{2}{3}y\right) + \frac{2}{3} \left(\frac{a\sqrt{2}}{4} - \frac{y}{2}\right) = 0$$

$$-\frac{a\sqrt{2}}{12} - \frac{1}{6}y + \frac{a\sqrt{2}}{6} - \frac{y}{3} = 0 \Rightarrow \frac{a\sqrt{2}}{12} = \frac{2}{3}y \Rightarrow y = \frac{a\sqrt{2}}{8}$$



$$C_{ulmax} = \frac{Q}{t}$$

مثال: تحت بزرگترین

رابطه بزرگترین

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{20 \times 10.5}{2} = 105 \text{ cm}^2$$

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{20 \times 10.5 + 4 \times 2 \times 2 \times 5 \times 5}{4} = \frac{210 + 990}{4}$$

$$= 52.5 + 60.5 = 113 \text{ cm}^2 \checkmark$$

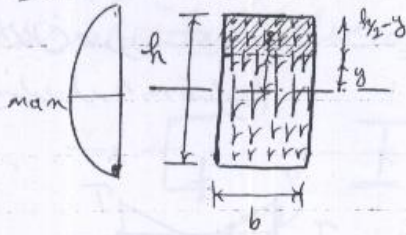
$$T_{max} / \text{at } N.A = \frac{V \cdot \left(\frac{Q}{t}\right)_{max}}{I} = \frac{10,000 \times 113}{I} = \frac{11.3 \times 10^5}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} [24(22)^3 - 20^4] = 2 \times \frac{1}{12} \times 2 \times 22^3 + 2 \times 20 \times 145^2$$

III

معمولاً تغییر تنش

توزیع تنش برشی:



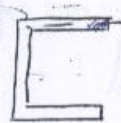
$$Q = b\left(\frac{h}{2} - y\right) \left[\frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} - y \right) + y \right]$$

$$Q = b\left(\frac{h}{2} - y\right) \times \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} + y \right)$$

$$Q = \frac{b}{2} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right)$$

$$T = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t} = \frac{V \cdot \frac{b}{2} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right)}{\frac{1}{12} b h^3 \cdot b} = \frac{6V}{b h^3} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right)$$

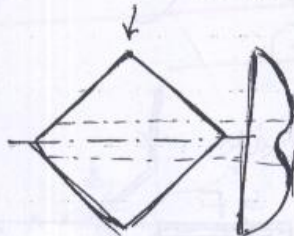
تغییر تنش Q تغییر تنش $A \bar{y}$ $t \times h \times y$ (در یک حالت) تغییر تنش



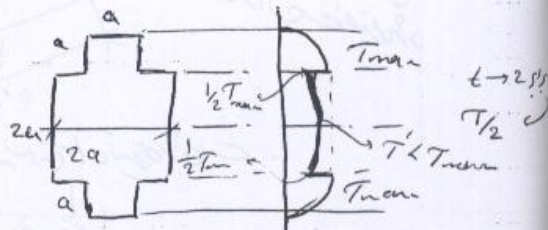
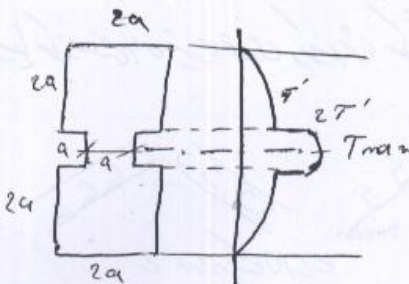
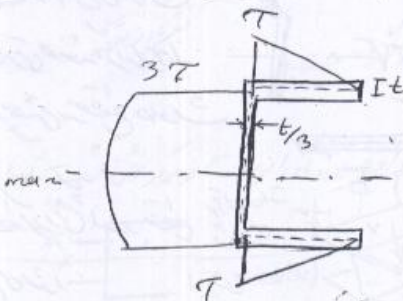
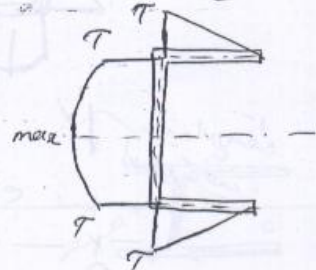
در (2)

$$t \times y \times y = A \bar{y} \quad y^2$$

برای این نوع مقاطع توزیع تنش در این مقاطع تغییر می کند



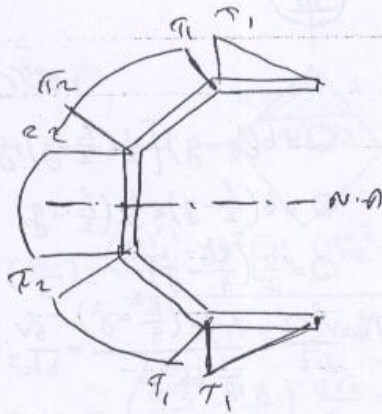
تغییر تنش در این مقاطع $A \bar{y}$ در این مقاطع



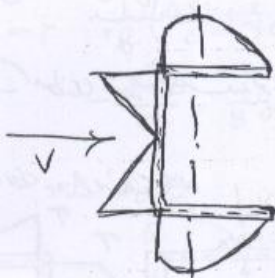
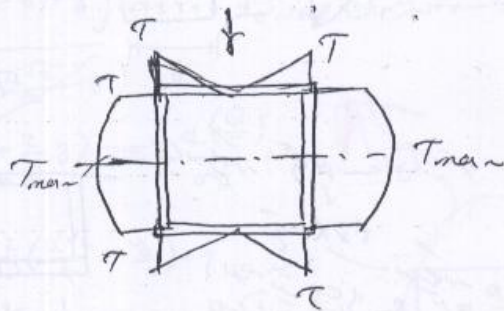
**

توزیع تنش

**
توزیع تنش

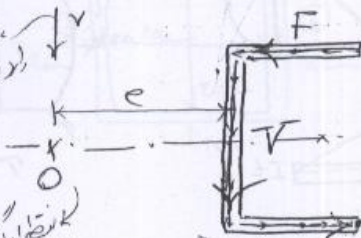


نقطه تاوانه است فرض می‌کنیم
 اینها همان محوری است
 نقطه میانه (در N.A. قرار دارد)



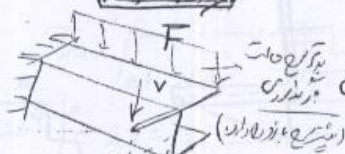
*** مرکز جاذب ***
 Shear Center

باید به این نکته
 در مورد تاوانه



مرکز جاذب نقطه است که اگر از آن
 نقطه بگذرد و محاسبه کنیم تاوانه از
 آن نقطه بگذرد یعنی در موقع حادث
 نشود

نقطه از تاوانه
 که آن نقطه تاوانه می‌شود



در واقع اگر از نقطه تاوانه بگذرد و
 محاسبه کنیم تاوانه از آن نقطه
 بگذرد یعنی در موقع حادث
 نشود

*** در واقع مرکز جاذب همان نقطه تاوانه است که اگر از آن
 نقطه بگذرد و محاسبه کنیم تاوانه از آن نقطه
 بگذرد یعنی در موقع حادث نشود ***



تاوانه تاوانه می‌شود

تاوانه تاوانه می‌شود

تاوانه تاوانه می‌شود
 تاوانه تاوانه می‌شود
 تاوانه تاوانه می‌شود

آمین

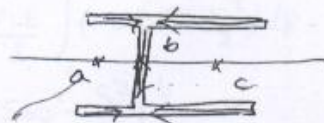
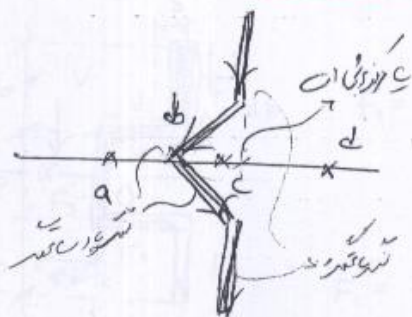
۱- مرکز بینایی و حسی-توان است. بصورت یک مربع از تالار دایره باشد که در وسط همان مرکز تالار است.



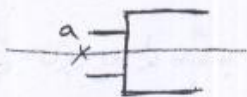
۲- اگر شخصی در این انجمن مساعف و ریب نباشد، باید نذره بپردازد و غیره می باشد.

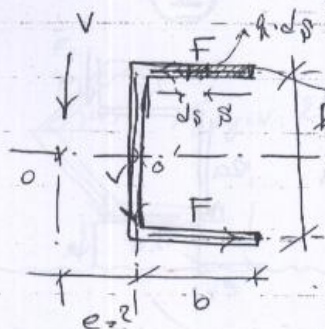


۳- (۱) استخوان از ترکیب نشتی استخوانی و نشتی استخوانی است. (۲) استخوان از ترکیب نشتی استخوانی و نشتی استخوانی است. (۳) استخوان از ترکیب نشتی استخوانی و نشتی استخوانی است.



پول والہ ہوس
بڑا تر تیرے (موقع در نامور میں) درگزریں ٹپ سادو میں کھڑے





نیز $q \cdot ds$ را
 خودی لایه
 این لایه
 از شیب
 آن

تعیین کن برش:

?

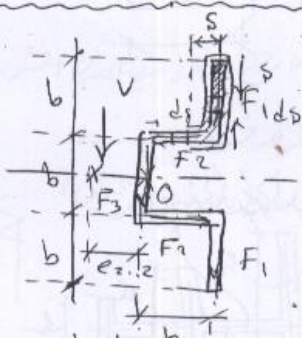
$$F = \int_0^b q \cdot ds = \int_0^b \frac{V \cdot Q}{I} ds = \frac{V}{I} \int_0^b Q ds$$

$$F = \frac{V}{I} \int_0^b S \cdot t \cdot \frac{h}{2} ds = \frac{V \cdot h \cdot t}{2I} \cdot \frac{b^2}{2} = \frac{V \cdot h \cdot b^2 t}{4I}$$

و چون $e = ?$

$$F \cdot h = V \cdot e \rightarrow \frac{V \cdot h \cdot b^2 t}{4I} \cdot h = V \cdot e$$

$$e = \frac{h^2 \cdot b^2 \cdot t}{4I}$$



$t = \text{constant}$

$$F_1 = \int q ds = \int_0^b \frac{V \cdot S \cdot t (1.5b - \frac{S}{2})}{I} ds = \frac{V \cdot t}{I} \int_0^b (1.5bS - \frac{S^2}{2}) ds$$

$$F_1 = \frac{Vt}{I} \left[0.75bS^2 - \frac{S^3}{6} \right]_0^b = \frac{Vtb^3}{I} \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{6} \right) = \frac{7}{12} \frac{Vtb^3}{I}$$

$$F_2 = \int q ds = \int_0^b \frac{V \cdot Q}{I} ds = \frac{V}{I} \int_0^b (bt \cdot b + St \cdot \frac{b}{2}) ds = \frac{V}{I} \left[b^2 t + \frac{b^2 t}{4} \right] = \frac{5}{4} \frac{Vtb^3}{I}$$

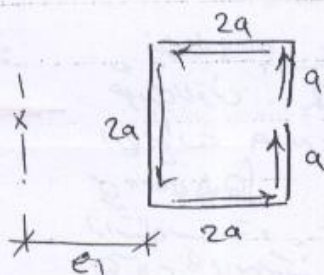
*** در اینجا F_1 و F_2 را
 چون در O داریم
 انبار خواهیم
 و F_3 را

$$T_0 = V \cdot e = 2F_1 \cdot b - F_2 \cdot b = V \cdot e$$

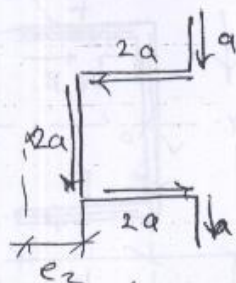
$$\frac{7}{6} \frac{Vtb^4}{I} - \frac{5}{4} \frac{Vtb^4}{I} = V \cdot e$$

$$e = \frac{28-30}{24} \frac{b^4 t}{I} = -\frac{1}{12} \frac{b^4 t}{I}$$

*** در واقع e اشتباه است
 *** چون e را در O داریم
 و F_3 را



II

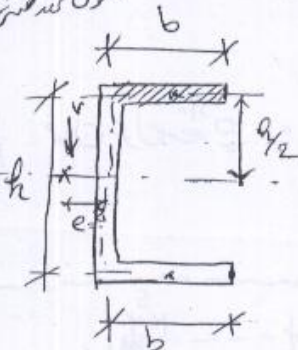


$e_1 < e_2$
 $e_1 > e_2$
 $e_1 = e_2$
 ناشی

فرمول آبی: همان انیس در سطح، مرکز برش تیس به جای مرکز برش درش از نصف است (I)
 فرم تقریبی:

$$\bar{x} = \frac{\sum I_{x_i} \bar{x}_i}{\sum I_{x_i}}$$

$$e = \frac{I_{x_1} \left(\frac{b}{2} \right)^2 \frac{b}{2} + I_{x_2} \left(\frac{h}{2} \right)^2 \frac{h}{2}}{I} = \frac{b^3 h^2}{4I}$$



فصل دوم
 مرکز ثقل
 مرکز ثقل
 مرکز ثقل

این انیس در سطح، مرکز برش تیس به جای مرکز برش درش از نصف است

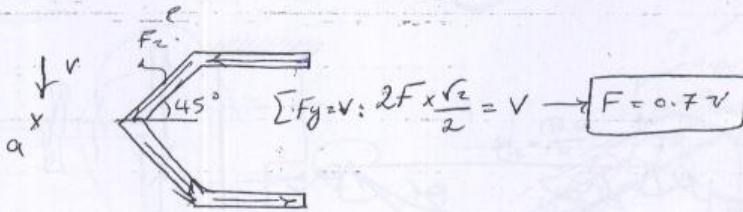
$$e_2 = \frac{\sum I_{x_i} \bar{x}_i}{\sum I_{x_i}}$$

$$e_2 = \frac{\frac{1}{12} t h^3 \cdot 3h + \frac{1}{12} t (2h)^3 \cdot 2h}{\frac{1}{12} t h^3 + \frac{1}{12} t (2h)^3 + \frac{1}{12} t (h)^3}$$

صند

$$e_2 = \frac{3+16}{1+8+27} h = \frac{19}{36} h$$

III



تشریحی ترکیب

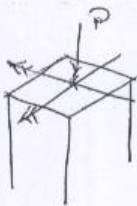
Compound Stresses

اصلی استرسها اجازه داریم از اصل قابلیت انتقال نیرو استفاده کنیم
 سه صلیب نبشی تقاطع در زمین یکدم انحراف ج در مقطع

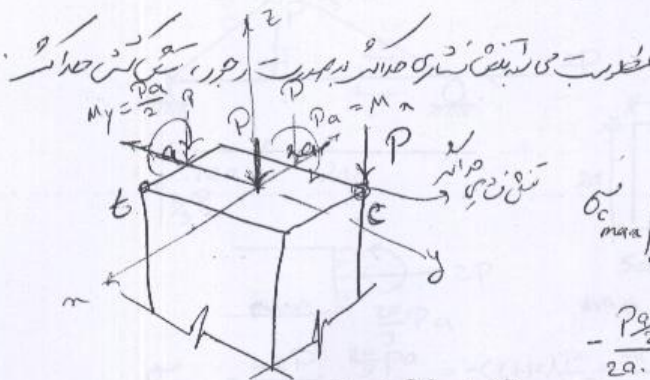


الینور از نیروی عمود بر روی تیران این انتقال دلا
 دره خونی ج هم انتقال در رسم بر این برین، بچین
 انتقال در رسم از سر و زویش ی سه ی سه

- 1- نیروی فکری خارج از مرکز (نیروی جری + فشن)
- 2- فکری کج (در فشن)
- 3- برش خارج از مرکز (برش + فکری)
- 4- بزرگای ترکیب



1- نیروی فکری خارج از مرکز:

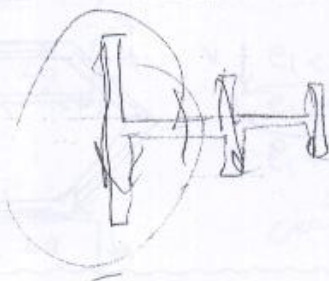
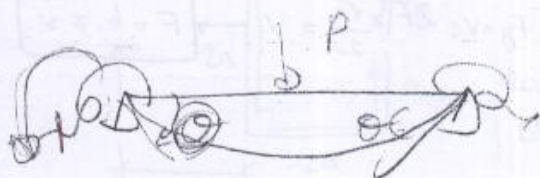


$$\sigma_c \bigg|_{at \ c} = \frac{-P}{2a^2} - \frac{M}{a(2a)} = \frac{-P}{2a^2} - \frac{M}{2a^2}$$

$$= \frac{-\frac{Pa}{2}}{2a \cdot a^2} = \frac{-3.5P}{a^2}$$

$$\sigma_t \bigg|_{at \ T} = \frac{-P}{2a^2} + \frac{1.5P}{a^2} + \frac{1.5P}{a^2} = 2.5 \frac{P}{a^2}$$

IV



$M_{ab} = M_{ba}$

$$\frac{2EI}{l}(2\theta - 0) + \frac{Pl}{8} = -\frac{EI}{l}\theta$$

$$\frac{2EI}{l}(-2\theta + 0) + \frac{Pl}{8} = +\frac{EI}{l}\theta$$

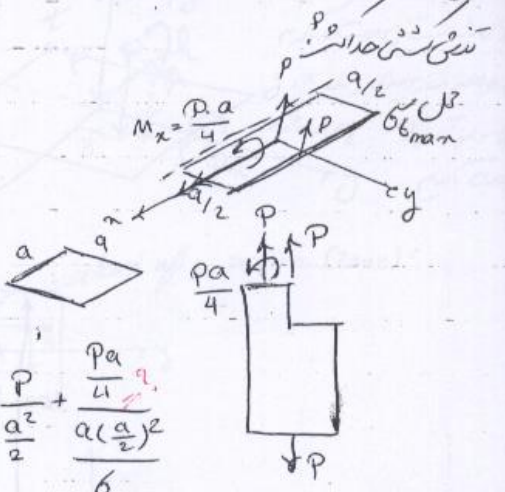
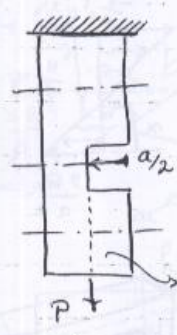
$\theta =$

$-KG$

86, 11, 15

(I)

« نظارت صالح »



$$\sigma_{tmax} = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{S_x} = \frac{P}{\frac{a^2}{2}} + \frac{\frac{Pa}{4}}{\frac{a(\frac{a}{2})^2}{6}}$$

$$= \frac{8P}{a^2}$$

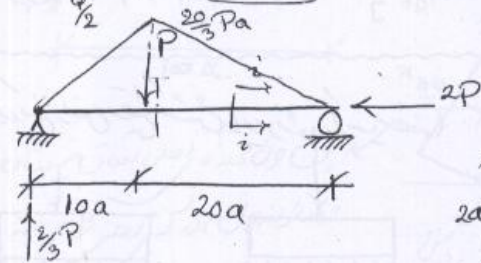
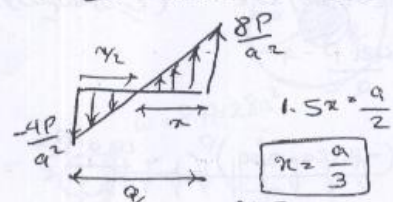
در صورت وجود تنش کششی (حدی) حدی است.

چون توان همان $\frac{Pa}{4}$ به برآورد P است که در صورت وجود تنش کششی:

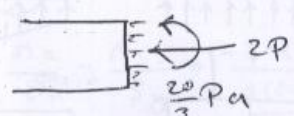
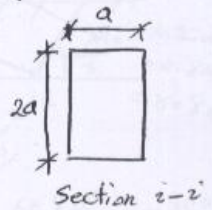
$$\sigma_{cmax} = (2-6) \frac{P}{a^2} = -\frac{4P}{a^2}$$

توقیف آنرا میسر نیست. در صورتی خاص از تنش سطح محدود کند.

راش به این دلیل است.



$$-P = \sigma_{max}$$

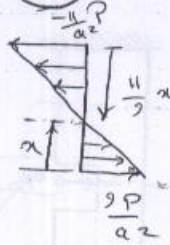


$$\sigma_{cmax} = \frac{-2P}{2a^2} - \frac{\frac{20}{3}Pa}{a(2a)^2} = -(1+10) \frac{P}{a^2} = -\frac{11P}{a^2}$$

چون نیروی کششی در بخش است

$$\sigma_{tmax} = (-1+10) \frac{P}{a^2} = \frac{9P}{a^2}$$

II

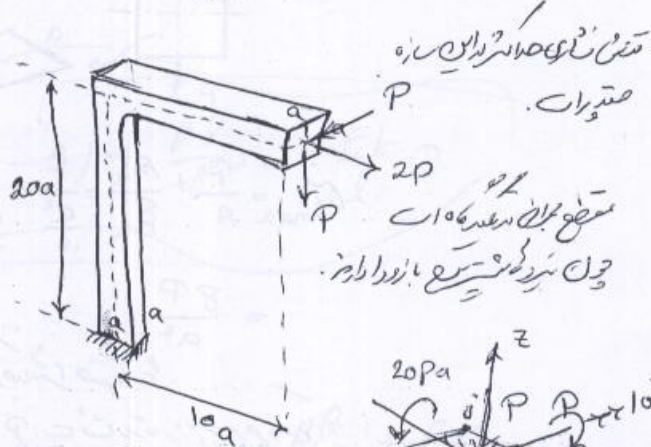


موقعی تا نصف

$$\frac{11}{9} a + a = 2a$$

$$\frac{20}{9} a = 2a$$

$$a = 0.9a$$



$$\sigma_{max} / at i = \frac{-P}{a^2} - \frac{50Pa}{a^3} - \frac{20Pa}{a^3}$$

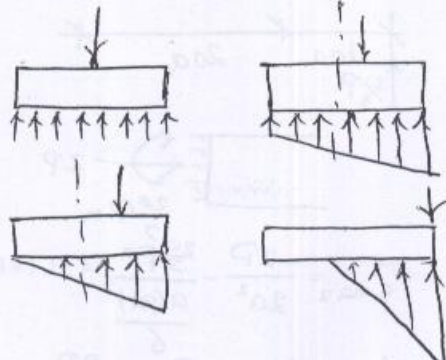
$$= -(1+120+300) \frac{P}{a^2}$$

$$= -\frac{421 P}{a^2}$$

بیشترین است (موجب است) در این نقطه
کوچکترین است (منفی است) در این نقطه

$$\sigma_{tmax} / at j = (-1+120+300) \frac{P}{a^2} = \frac{419 P}{a^2}$$

هسته مقطع : هسته مرکزی در این نقطه است (بسیار مهم)

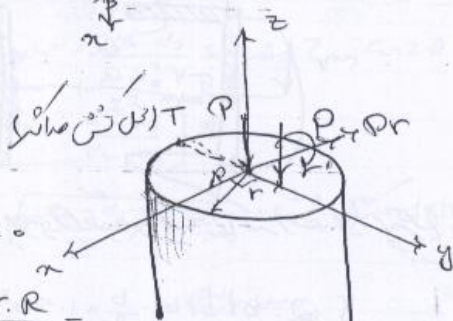
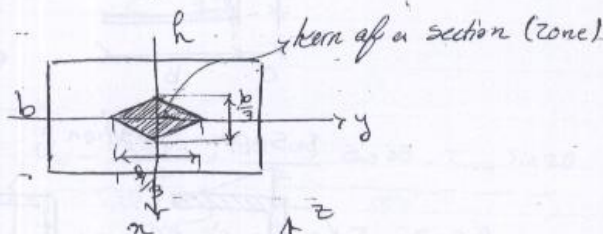
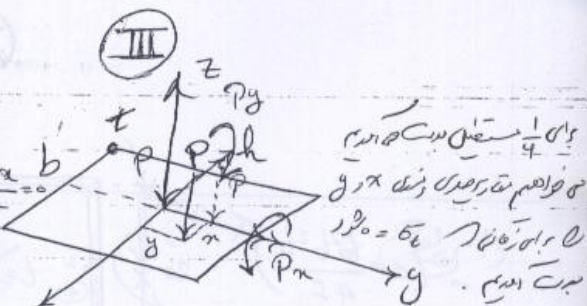


"kern of a section"

مکان هندسی است که در آن مرکز ثقل قرار دارد و در آن نقطه است که در آن مرکز ثقل قرار دارد

$$\sigma_T = 0 \Rightarrow -\frac{P_D}{b \cdot h} + \frac{P \cdot y}{b \cdot R^2} + \frac{P \cdot x}{h \cdot b^2} = 0$$

$\frac{x}{6/6} + \frac{y}{5/6} = 1$ سركيس



$$\frac{-P}{A} + \frac{M.C}{I} = 0$$

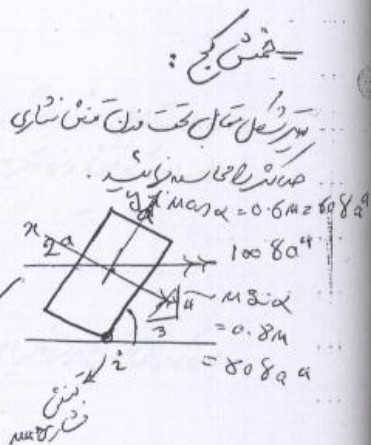
$$\sigma_{tmax} = \frac{-P}{\pi R^2} + \frac{P \cdot R}{\frac{\pi}{4} R^4} = 0$$

$$r_2 \frac{R}{4}$$



$$108a^4 = \frac{28a^2(10a)^2}{2} = \frac{we^2}{2}$$

سید جان قول محمد کے اصلی آستان نیست نہ ابنِ محمدی درینہ سید ابرا
ہ بدو کہنے قول محمد کے اصلہ خزانہ ہے

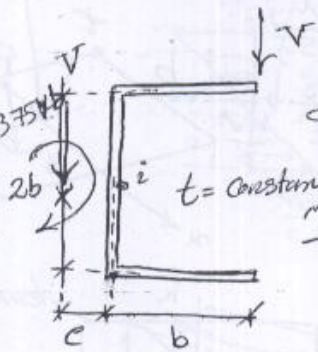


$$G_{c \max} / a_i = -\frac{M_x}{S_x} - \frac{M_y}{S_y} = -\frac{808 a^4}{\frac{\alpha(2a)^2}{6}} - \frac{608 a^4}{\frac{2a(a)^2}{6}} = -\frac{3008 a}{-}$$

IV

= بیش خارج از مرکز:

$$(e = \frac{t^2 b^2 t}{4I})$$

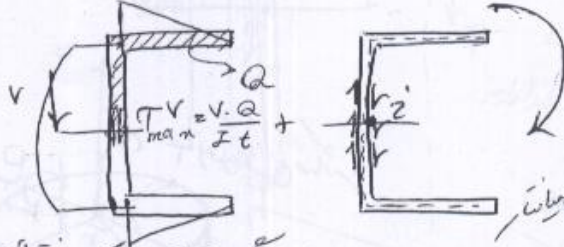


اول محاسبه می‌کنیم
که $\frac{1}{12} b h^3$ است
(این فرمول را می‌توانیم)

$$I = 2bt \cdot b^2 + \frac{1}{12} t (2b)^3 = (2 + \frac{2}{3}) b^3 t = \frac{8}{3} b^3 t$$

$$e = \frac{(2b)^2 \cdot b^2 t}{4 \times \frac{8}{3} b^3 t} = \frac{3}{8} b = 0.375b$$

« Supper position »



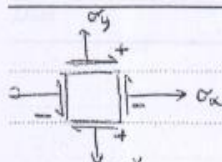
$$T = \frac{2T}{a + t^2} = \frac{T \cdot t}{\frac{1}{3} a t^2}$$

محاسبه می‌کنیم که (نقطه z) نیز به سمت راست

$$\begin{cases} Q = bt \cdot b + bt \cdot \frac{b}{2} = 1.5 b^2 t \\ a = 4b \end{cases}$$

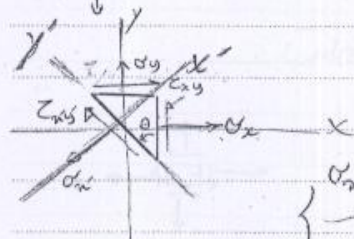
$$T_{max} \Big|_{at \cdot z} = \frac{VQ}{It} + \frac{2T}{a + t^2} = \frac{V \cdot 1.5 b^2 t}{\frac{8}{3} b^3 t} + \frac{3(1.775 V b)}{4 b t^2}$$

$$= \left[\frac{4.5}{8} + \frac{3(1.775)}{4} \right] \frac{V}{bt} = 1.6 \frac{V}{bt}$$



نشی
 τ $\frac{a+b}{2}$

رای فوهر:



$$\begin{cases} \sigma_{x'} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta \\ \tau_{x'y'} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta \end{cases}$$

$$\frac{d\sigma_{x'}}{d\theta} = 0 \rightarrow \tan 2\theta_p = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

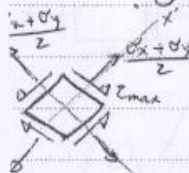
$$\begin{cases} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{cases} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

در مختصات اصلی تنش های عمود بر هم
 در تنش برشی ضریب است.

در مختصات اصلی

$$\frac{d\tau_{x'y'}}{d\theta} = 0 \Rightarrow \tan 2\theta_s = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2\tau_{xy}}$$

* در مختصات اصلی تنش برشی ضریب است تنش عمود بر هم در مختصات آن این دو تنش اصلی است.
 * در مختصات اصلی تنش عمود بر هم است تنش برشی ضریب است.



$$\sigma_{x'} = \sigma_{y'} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

این دو تنش در آن تنش عمود بر هم است و تنش برشی ضریب است و تنش عمود بر هم است.

$$2\theta_s = 2\theta_p + \frac{\pi}{2} \rightarrow \theta_s = \theta_p + \frac{\pi}{4}$$

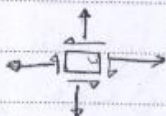
نکته:

۱. در این تنش‌های اصلی تنش برشی صفر است.

۲. در این تنش برشی حداکثر تنش برشی روی محور و به این ساری است.

۳. این تنش‌های اصلی با این تنش برشی حداکثر زاویه 45° می‌سازد.

۴. جمع تنش‌های نرمال در یک این صحت است.



$$\sigma_x + \sigma_y = \sigma_{x'} + \sigma_{y'} = \sigma_{x''} + \sigma_{y''} = \sigma_1 + \sigma_2$$

تنش‌های اصلی

* جمع تنش‌های عمود بر این.

$$\sigma^2 + \tau^2$$

$$(\sigma_x - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2})^2 + \tau_{xy}^2 = (\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2})^2 + \tau_{xy}^2$$

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$$

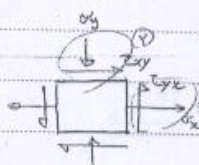
$$0 \mid \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

قطر دایره

$$R = \sqrt{(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2})^2 + \tau_{xy}^2}$$

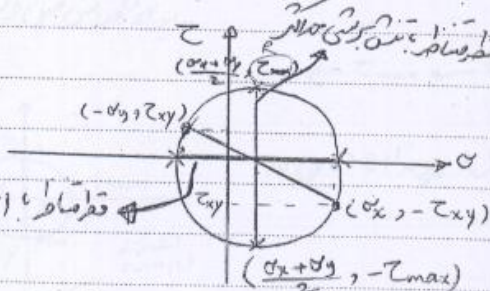
* تنش‌های برشی در این روی یک دایره حرکت می‌کند.

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$$



تنش‌های عمود بر یک نقطه خاص می‌تواند پس از این هر دو هم ثابت بماند. (بدانیم تنش‌های در وجه عمود بر یک دایره و به این خاصیت در هر نقطه دایره صحت است.

* این تنش‌های عمود بر این دایره به این خاصیت می‌کنند.

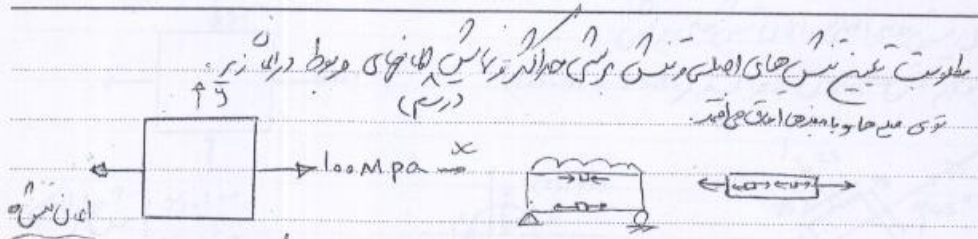


قطر دایره: این تنش‌های اصلی

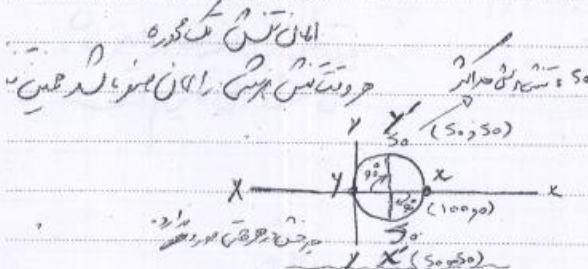
* اگر این اندازه 0 باشد نقطه این به اندازه 20 می‌رسد.

* یعنی زاویه 45° به این نقطه، حاکم است نصف آن به این می‌رسد.

* اگر این دایره در هر کجاست تنش‌های در وجه عمود بر این می‌تواند.

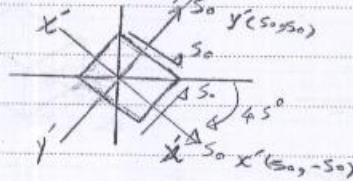


uniaxial stress



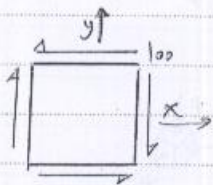
تنج که در این میله ها در این

چون قطر 9 میله این 4 میله



چون زاویه بین تنج برشی و تنج عمود برشی در این میله ها در این

نصف آن به این دلیل که این میله ها در این



این تنج یک محوره

محور تنج برشی این میله ها در این

این تنج یک محوره

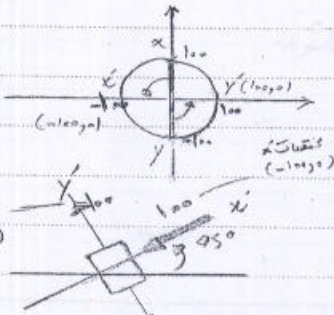
دری که تنج حالت در این میله ها در این

چون $\sigma_{max} = 100$

در این تنج حالت در این

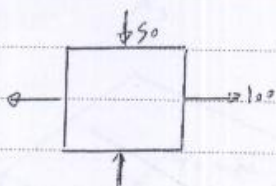
و در این میله ها در این

تنج برشی در این



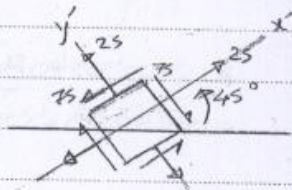
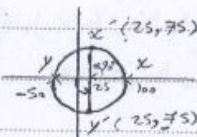
چون قطر 9 میله این 4 میله

تنج عمود برشی

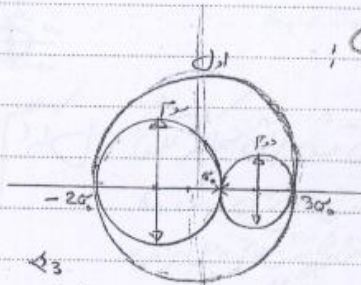
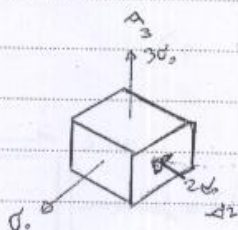


این تنش‌های اصلی و این تنش‌های برشی
به هم تنش‌های اصلی برابرند $(100 - 50 \pm 25, 25)$

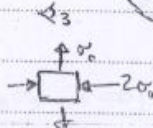
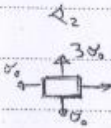
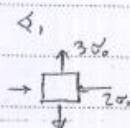
این تنش‌ها یکی
۵۰، ۱۰۰
۵۰، ۲۵



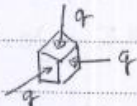
چون تنش برشی صفر است و این تنش‌ها یکی
این تنش‌ها یکی برابر است



Δ_1



در صفحه‌ای در جهت این‌ها برشی صفر است و این تنش‌ها یکی برابر است
تنش برشی صفر است و این تنش‌ها یکی برابر است

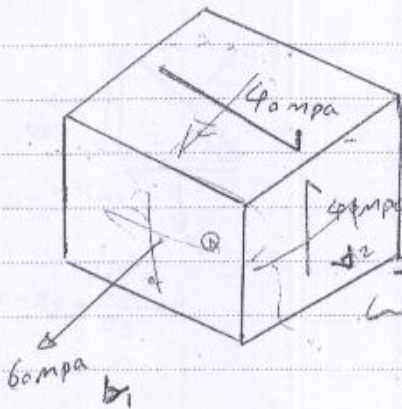


→

همه در یک نقطه هستند

A₃

در این شکل مقادیر تنش‌های اصلی را بیابید



* در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 40$ ، $\sigma_y = 40$ و $\tau_{xy} = 60$ است.

در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 40$ ، $\sigma_y = 40$ و $\tau_{xy} = 60$ است.

$$\sigma_1 = 40 + 60 = 100$$

$$\sigma_2 = 40 - 60 = -20$$

$$\sigma_3 = 0$$

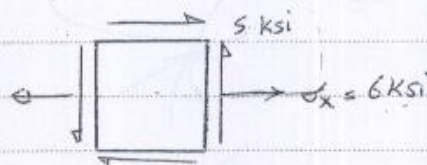
$$\sigma_1 = 100$$

$$\sigma_2 = -20$$

در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 40$ ، $\sigma_y = 40$ و $\tau_{xy} = 60$ است.

در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 40$ ، $\sigma_y = 40$ و $\tau_{xy} = 60$ است.

در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 40$ ، $\sigma_y = 40$ و $\tau_{xy} = 60$ است.



$$\sigma_1 = 6 + 5 = 11$$

$$\sigma_2 = 6 - 5 = 1$$

$$\sigma_3 = 0$$

$$\sigma_1 = 11$$

$$\sigma_1 = 11$$

$$\sigma_2 = 1$$

$$\tau_{max} = ?$$

در این مسئله برای پیدا کردن تنش‌های اصلی می‌توانیم از فرمول $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ استفاده کنیم. در اینجا $\sigma_x = 6$ ، $\sigma_y = 6$ و $\tau_{xy} = 5$ است.

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sqrt{\left(\frac{6 - 6}{2}\right)^2 + 5^2} = \sqrt{0 + 25} = 5$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

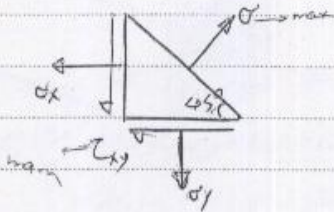
$$= \frac{6 + 6}{2} \pm \sqrt{0 + 25} = 6 \pm 5$$

$$\sigma_1 = 11$$

$$\sigma_2 = 1$$

subject _____
date _____

در نظام و ضعیف تنش و فشار است نسبت $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ را باید



- * در این تنش ها اصل تنش و فشار است
- * در این تنش و فشار حد اکثر تنش و فشار در جهه اول است.
- * در این تنش ها اصل به این تنش و فشار حد اکثر تنش و فشار در جهه اول است.

$\sigma_x = \sigma_y \rightarrow \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = 1$



۱۷، ۱۸، ۱۹

سایر

حدس



بی بی

