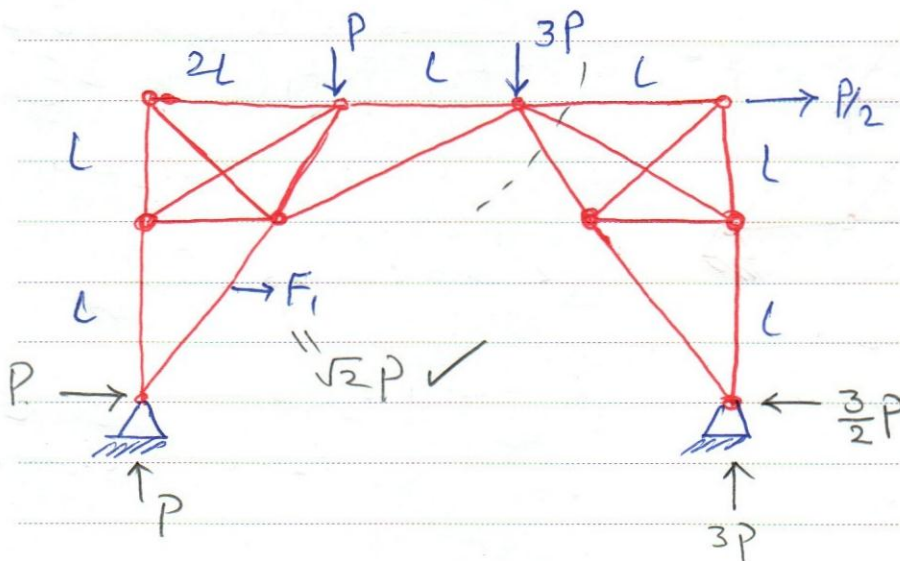


سازوهای محوری / خرابی / روش های سخت / سازگاری / تشابه تیر / حرارت / خطای ساخت /
اثر وزن / ضربه ای مشغوری / تحلیل تنش کرنش / دایره ی موهر / انواع المان / قانون هوک / تنش سه محوره
تانسور تنش / اثر کرنش واحد حجم / پیچش / مقاطع مدور / غیر مدور / جدار نازک / مقاطع غیر همگن /
وسایل اتصال پیچشی / روش سخت و سازگاری تشابه تیر / خمش خالص / تار خمش / المان انیترسی / محوری
اصلی / خمش غیر همگن / خمش دو محوره / خمش دو محوره / خمش مرکب / سازوهای تحت خمش / برش /
مقاطع غیر جدار نازک و جدار نازک / المان ابتدایی / مقاطع غیر همگن / مرکز برش / سازوهای تحت بارگذاری

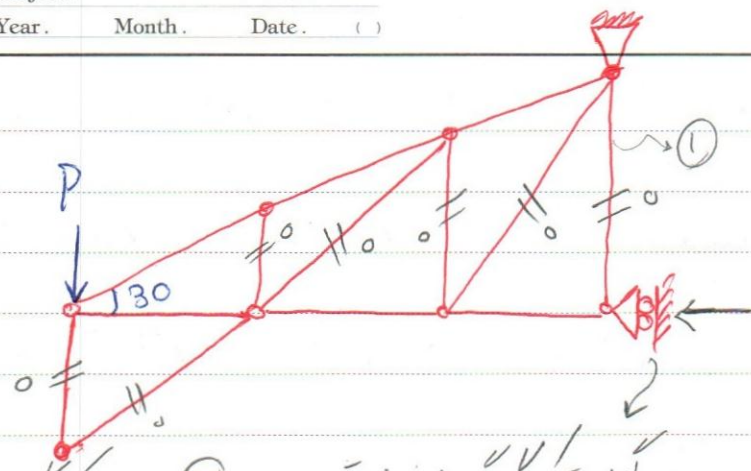


عرضی / وسایل اتصال
 $F_1 = ?$ مثال

Subject :

Year . Month . Date . ()

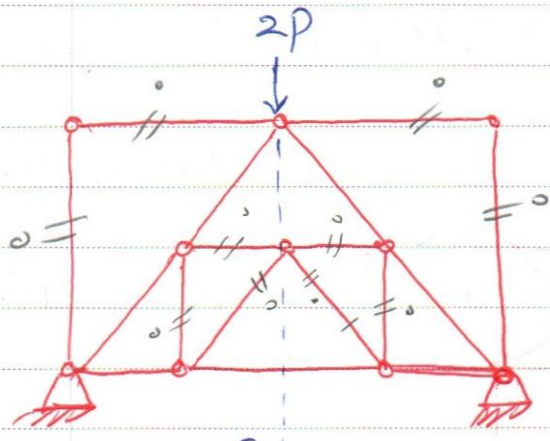
مثال ۱



اگر این قطعه را به گیردار فرض شود میله ی ① بین دو تکیه گاه نمی تواند Δ داشته باشد پس

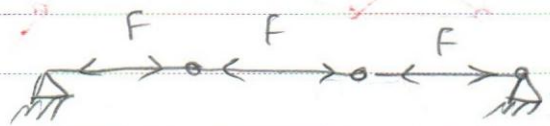
$$\Delta = \frac{FL}{EA} = 0 \rightarrow F = 0$$

مثال ۲ چند عضو نیروی ؟



ممبر تقارن

با دقت تقارن و تقارل
و حالتی که در دوین
 $F_1 = F_2 = 0$



$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0 \rightarrow \{ F \text{ اتران } F \}$$

$F = 0$ عضو نهی اهدی

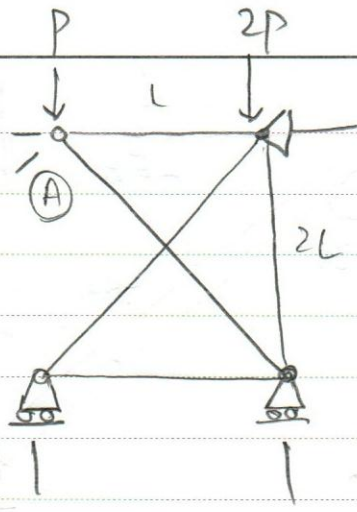
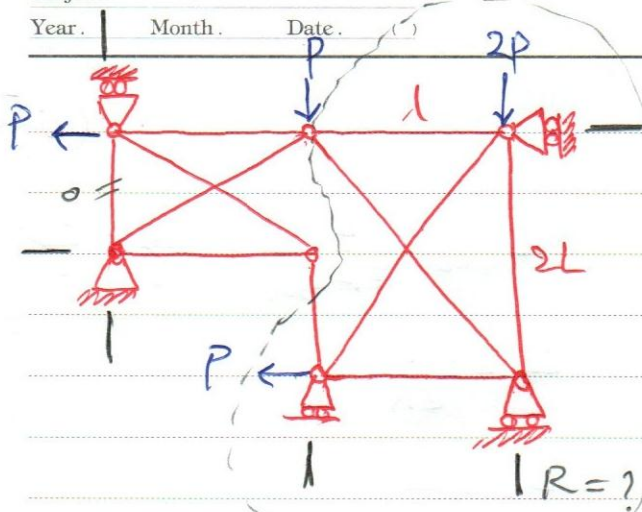
لذا بازه ۱۱ عضو نیروی دارد

Subject:

Year:

Month:

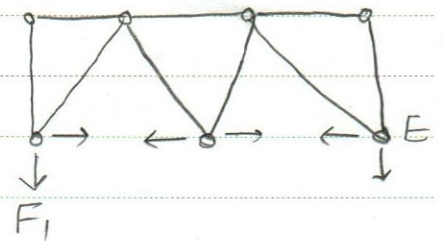
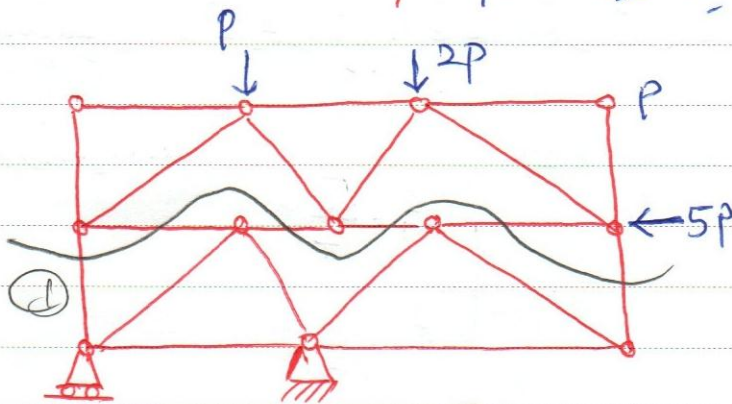
Date:



مشابه

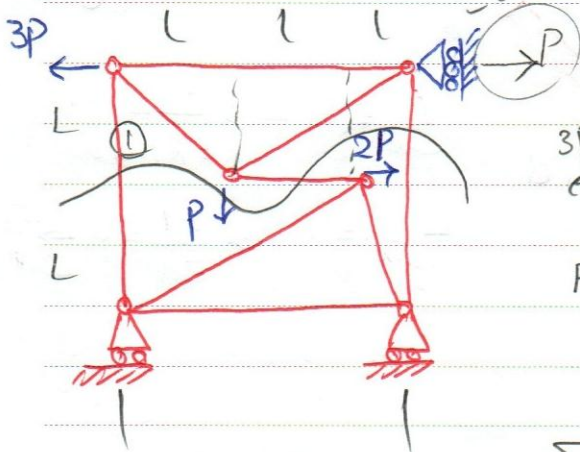
$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_A = 4P \checkmark$$

مثال تغییر طول متری ① با ضریب مورس EA کدام است؟

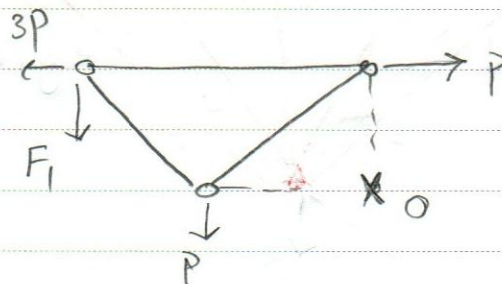


$$\sum M_E = 0 \quad F_1 = \frac{3}{2}P$$

بیت مورس



$$\Delta_1 = \frac{3}{2} \frac{PL}{EA} \quad \text{تغییر طول}$$



$$\sum M_O = 0 \rightarrow F_1 = \frac{4}{3}P$$

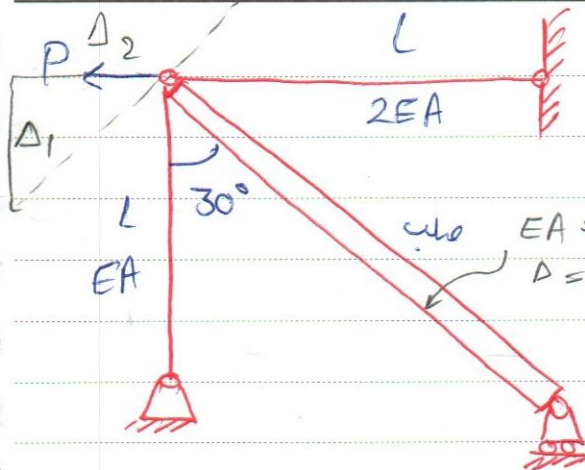
Subject:

Year:

Month:

Date:

①



مثال

$$\Delta_{\text{صلب}} = \frac{FL}{EA} = 0 \rightarrow F \text{ در این عضو صفر باشد}$$

$$\Delta_1 = \frac{F_1 L}{EA}$$

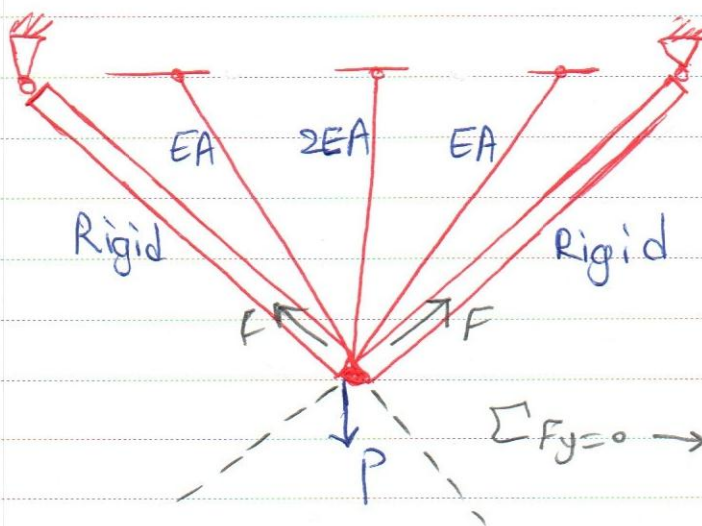
$$\Delta_2 = \frac{F_2 L}{2EA}$$

برای نشان دادن تغییر طول میله‌ی مورب در این نقطه‌ی جدید در نمودار تغییر شکل سازه به راستای اولیه میله‌ی مورد نظر می‌کنیم. آنچه که در این راستای اولیه باقی می‌ماند همان تغییر طول میله‌ی مورد نظر است.

$$\tan 30 = \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \rightarrow F_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} F_2$$

$$\begin{cases} F_1 = \frac{\sqrt{3}}{7} P \\ F_2 = \frac{6}{7} P \end{cases}$$

مورد نظارت



مثال

$$\Delta_{\text{صلب}} = 0 \rightarrow \frac{F L}{EA} = 0 \rightarrow F = 0$$

$$\Delta_{\text{الاستیک}} = 0 \rightarrow \frac{F L}{EA} = 0 \rightarrow F = 0$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow 2F \cos 45 = P \rightarrow F = \frac{\sqrt{2}}{2} P$$

نیروی عضو صلب

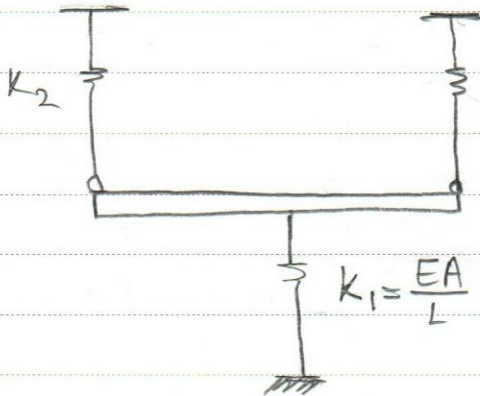
Subject:

Year. Month. Date. ()

در سازه ای که نیروی موجود از تعادل استاتیکی بدست نمی آید. آنگاه مشخصات هندسی و جنس

اعضاء در محاسبه نیروی سازه وارد عمل می شوند.

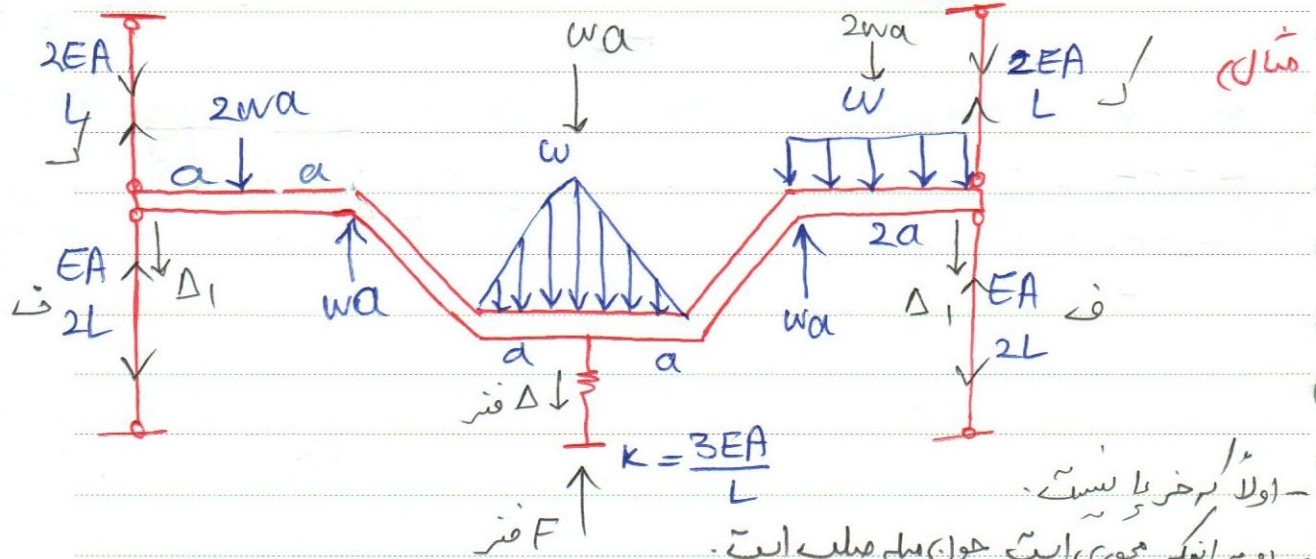
حل مثال قبلی از روش سختی



$$k_2 = \frac{EA \cos^2 30}{L}$$

$$F_1 = \frac{k_1}{k_1 + 2k_2} P = \frac{P}{(1 + \frac{3}{2} \frac{A_2}{A_1})}$$

$$F_2 = \left[\frac{k_2}{k_1 + 2k_2} P \right] / \cos \theta$$



2 مهار در 5 مجهول

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta \text{ فنر}$$

$$\frac{F_1(2L)}{EA} = \frac{F_2 L}{2EA} = \frac{F_{\text{فنر}}}{K}$$

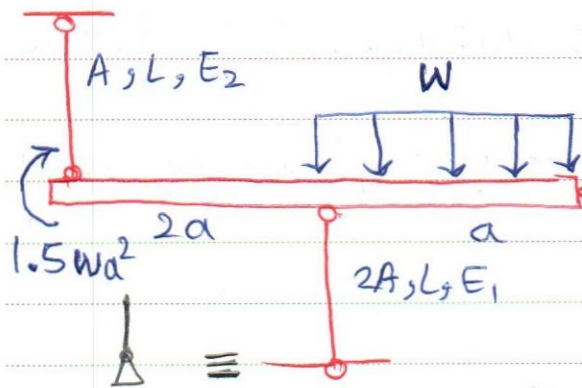
$$x(3wa) = \frac{9}{8} wa$$

$$F_{\text{فنر}} = \frac{K_{\text{فنر}}}{2K_1 + 2K_2 + K}$$

$$\begin{cases} F_1 = \frac{3}{16} wa \\ F_2 = \frac{3}{4} wa \\ F_3 = \frac{9}{8} wa \end{cases}$$

Subject:

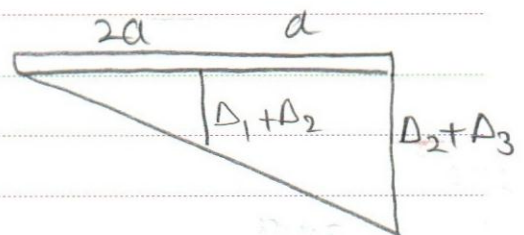
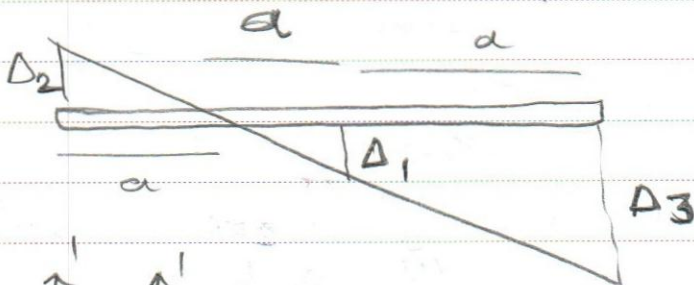
Year. Month. Date. ()



مثال: نسبت $\frac{E_1}{E_2}$ پیدا باشد تا انرژی ذخیره شده در میل ① دو برابر میل ② شود.

معین است و به راحتی بدست می آید.

$$U_1 = 2U_2 \rightarrow \frac{(2wa)^2 L}{2E_1 \times 2A} = 2 \times \frac{(wa)^2 \times L}{2E_2 \times A} \rightarrow \frac{E_1}{E_2} = 1$$



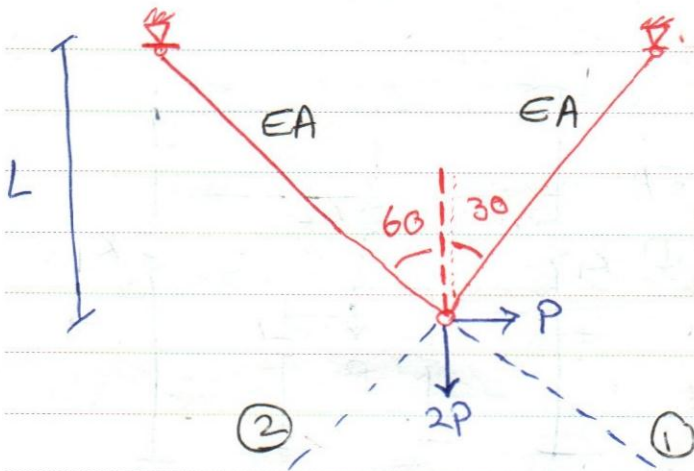
$$\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{\Delta_3 + \Delta_2} = \frac{2}{3} \rightarrow \Delta_3 = 2 \rightarrow \Delta_3 = \frac{(2wa)L}{EA} \checkmark$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

۱۵۳، ۲۱
۴۰۹
۹
فصل اول

امروز ← معین



$$\sum F_{1y} = 0$$

$$F_1 = 2P \cos 60 + P \cos 30$$

$$\rightarrow F_1 = \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) P \quad \text{کشش}$$

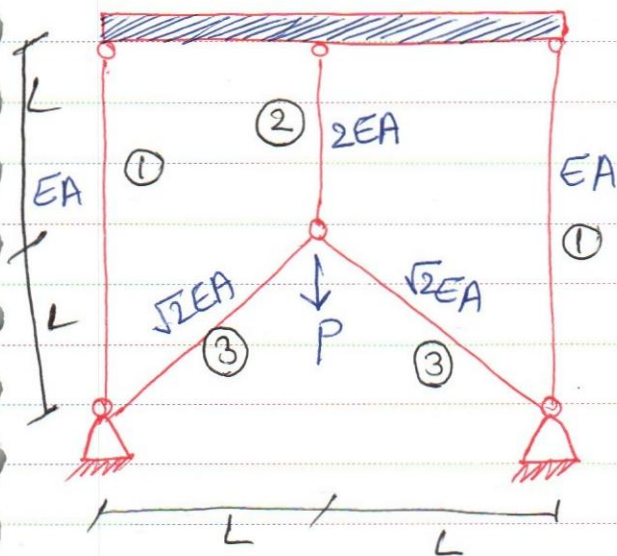
$$\sum F_2 = 0 \quad F_2 + P \cos 60 = 2P \cos 30$$

$$F_2 = \left(\sqrt{3} - \frac{1}{2}\right) P \quad \text{کشش}$$

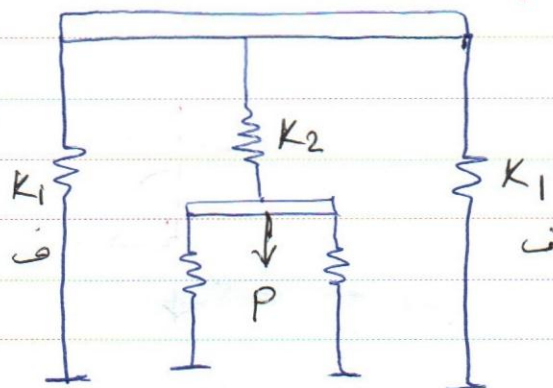
افقی $\Delta H_A = ?$

عمودی $\Delta V_A = ?$

از روش هندسی و کار مجازی می توان محاسبه کرد.

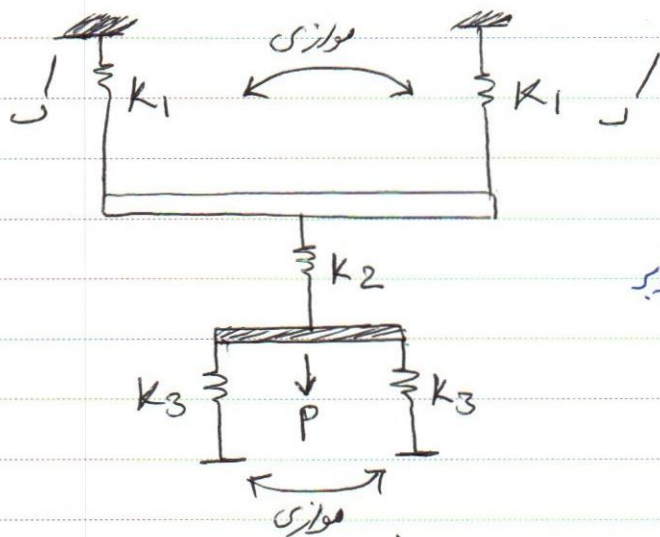


مثال

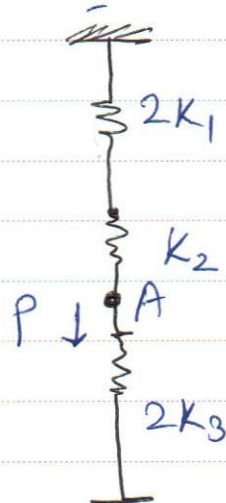


یک فنر را که یک سر آن به زمین متصل است می توان 180° دوران داد ولی باید دقت نمود به علامت نیرو حاصل

شده عکس حالت اولیه است.



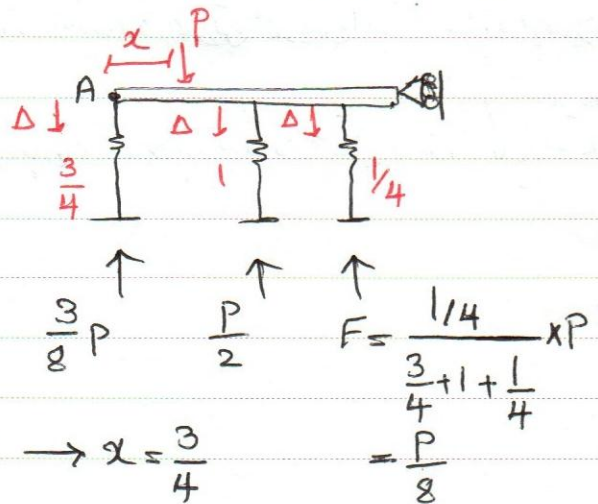
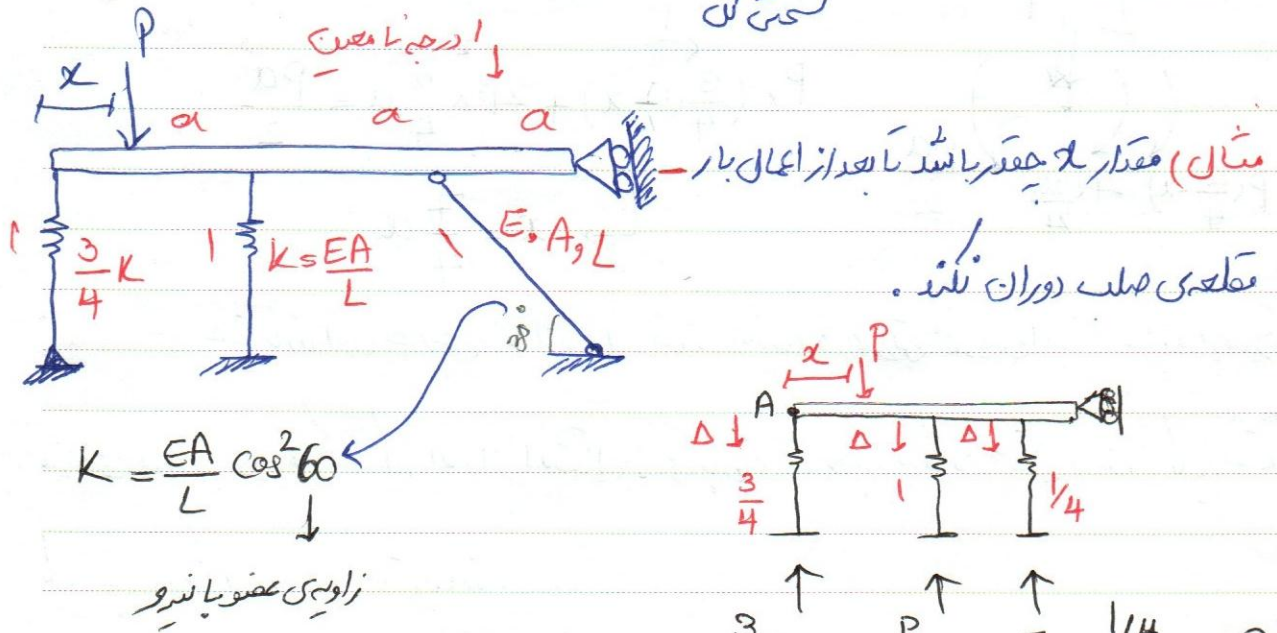
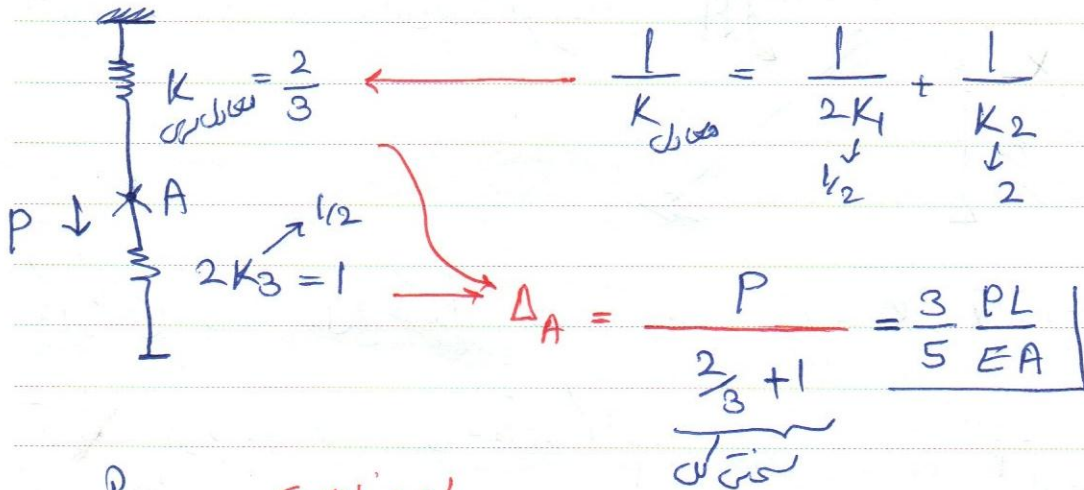
مهری
نیروی برابر



$$K_1 = \frac{EA}{2L} \rightarrow \frac{1}{2}$$

$$K_2 = \frac{2EA}{L} \rightarrow 2$$

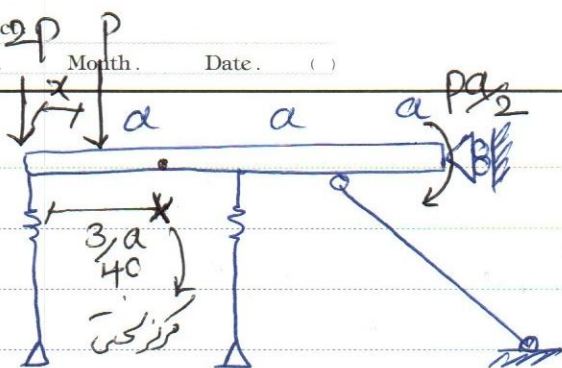
$$K_3 = \frac{\sqrt{2}EA}{\sqrt{2}L} \times \cos^2 45 \rightarrow \frac{1}{2}$$



$$\sum M_A = 0 \rightarrow P \times x = \frac{P}{2} \times a + \frac{P}{8} \times 2a \rightarrow x = \frac{3}{4}a$$

روش دوم : مرکز گشتی

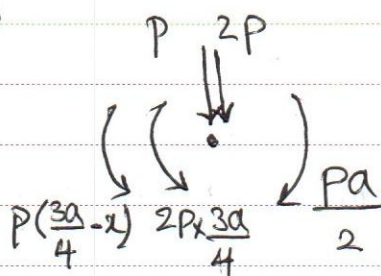
$$\bar{x} = \frac{\sum k_i \times \bar{x}_i}{\sum k_i} = \frac{(\frac{3}{4} \times 0) + (1 \times a) + (\frac{1}{4} \times 2a)}{\frac{3}{4} + 1 + \frac{1}{4}} = \frac{3}{4}a$$



مجدداً x را برای سازهی متعادل بدست آورید.

مرکز ثقل سازه مستقل از بارگذاری خارجی می باشد و فقط w و k و x مربوط است.

تمامی بارها را به مرکز ثقل سازه منتقل می کنیم.



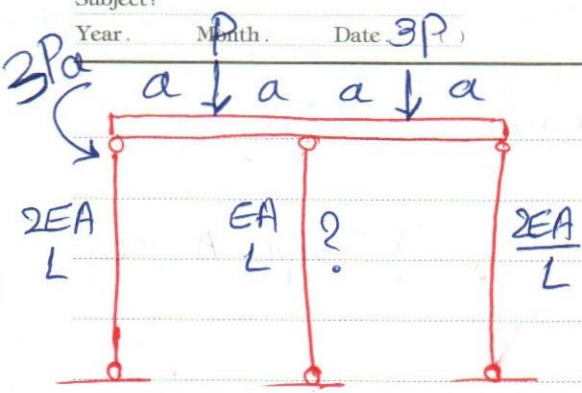
$$P \times \left(\frac{3}{4}a - x \right) + 2P \times \frac{3}{4}a = \frac{Pa}{2}$$

$$\rightarrow x = \frac{7}{4}a$$

نکته: اگر چند بارگذاری خارجی به سازه وارد شده باشد، در صورتی مجموعی اعضای سازه به صورت

فشرده می گوییم که بعد از انتقال همگی بارهای خارجی به مرکز ثقل سازه، این نقطه یک نیروی فشرده خارجی باقی بماند.

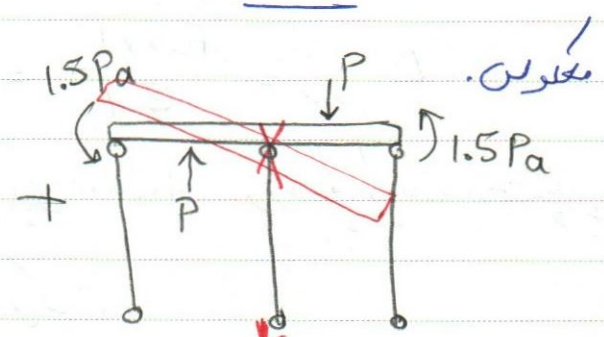
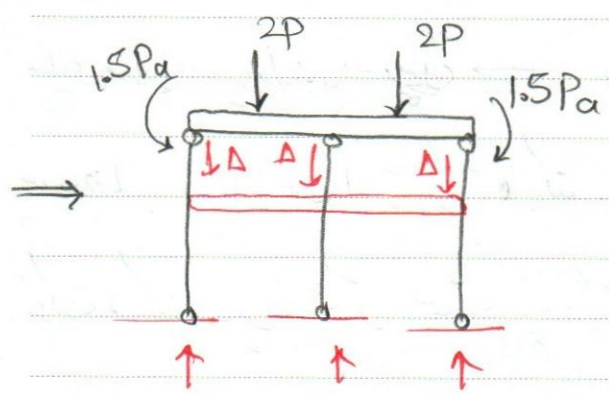
نسبت 34 و 45 فصل 1
تت شماره 4 ص 476



شکل نیروی عضو وسطی قدر است؟

از روش سختی نمی توان حل کرد زیرا این ۳ عضو برابر نیستند.

نکته: هر سازه متقارن را با هر بارگذاری می توان به دو سازه تبدیل نمود یکی مستقیم و یکی معکوس.



تقارن مستقیم

معادله معکوس

چون جایابی ندارد نیروی آن صفر است.

$$F_{\text{وسط}} = \frac{1}{2+1+2} \times 4P = \frac{4}{5}P \quad \checkmark$$

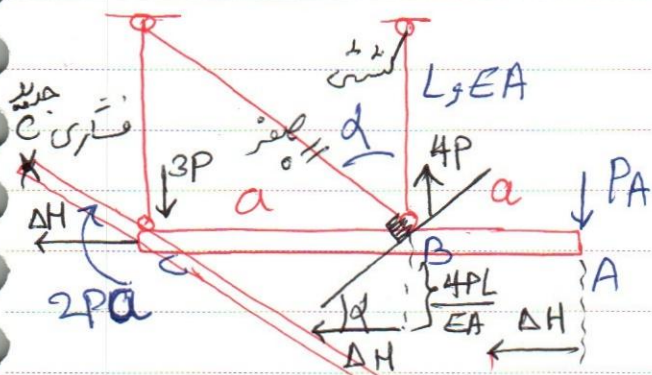
Subject :

Year .

Month .

Date .

()



مثال) میله‌ها به آند، تغییر مکان افقی

نقطه‌ی A کدام است؟

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{\text{مورب}} \times \sin \alpha = 0 \rightarrow F_{\text{مورب}} = 0$$

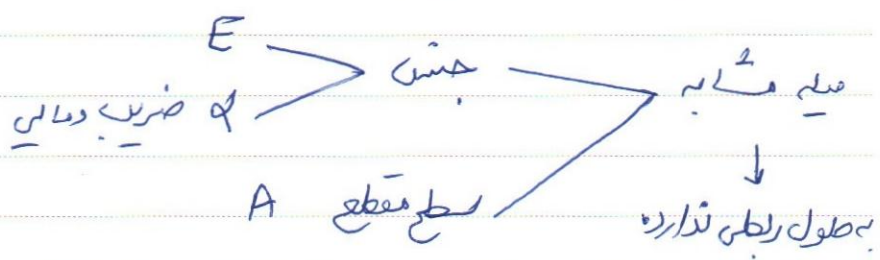
$$\Delta_{\text{مورب}} = \frac{F_{\text{مورب}} \times L}{EA} = 0 \rightarrow \text{میله‌ی مورب تغییر طول نمی‌دهد}$$

عضو صلب در راستای افقی حرکت می‌کند. میله‌ی صلب است و زمانیکه یک نقطه به سمت چپ حرکت می‌کند سایر نقاط همگی به سمت چپ حرکت می‌کنند.

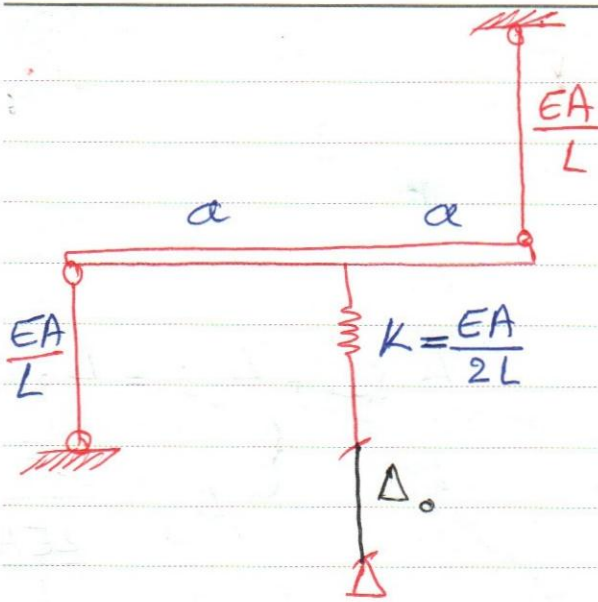
برای محاسبه Δ از نقطه‌ی جدید بر راستای قدیم عمود می‌کشیم و سپس Δ را بدست می‌آوریم

$$\cot \alpha = \frac{\Delta H}{\frac{4PL}{EA}} \rightarrow \Delta H = \frac{4PL}{EA} \times \cot \alpha$$

تست 15 و 75 از فصل اول زده شود.



این سوال به دلیل این بود که می‌توان با روش کار مجازی نیز حل کرد (۲ ثانیه‌ای)



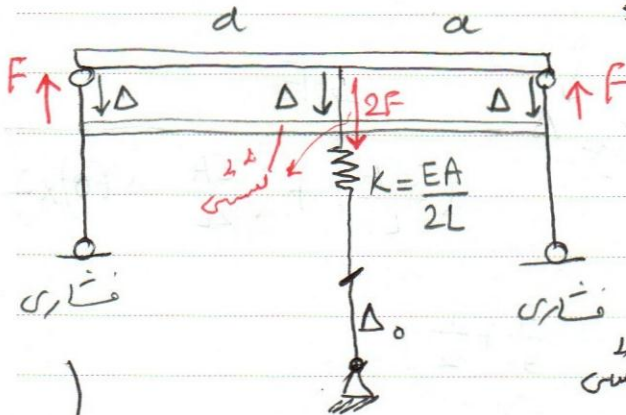
مثال خطای ساخت ۱

نیروی فنر بعد از نصب کدام است ؟

هیسر است ۳ مجهول ۲ معادله

می توان یک فنر را ۱۸۰ درجه چرخاند.

حال می توان با روابط سازگاری F را بدست آورد.



فروضتی از بالا Δ بایست آمده است و در بایست Δ کشیده است.



$$\Delta = \Delta_0 - \Delta$$

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

$$\Delta = \frac{2F}{k_{\text{فنر}} = \frac{EA}{2L}}$$

$$F = \frac{1}{5} \frac{EA}{L} \Delta_0$$

$$2F = \frac{2}{5} \frac{EA}{L} \Delta_0$$

تت ۵ صفحه ۴۴۱

Subject :

Year .

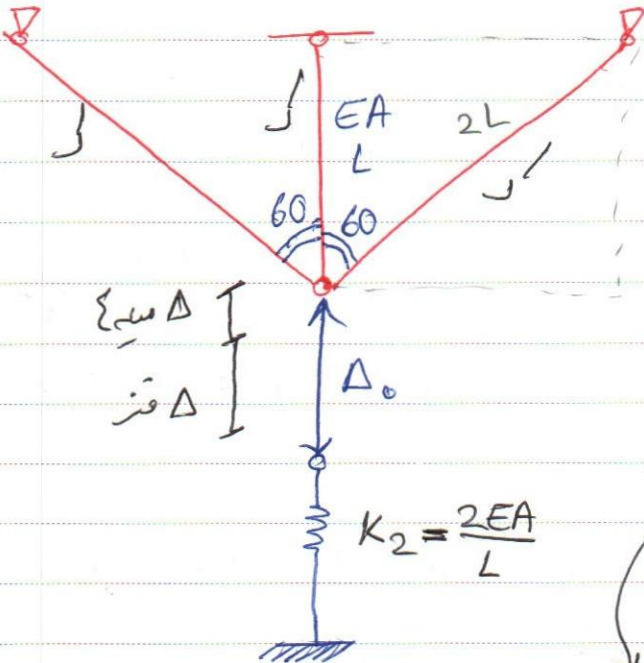
Month .

Date .

()

۱۳

مثال (



$$\Delta_{\text{مستقیم}} + \Delta_{\text{مغزی}} = \Delta_0$$

$$\Delta_{\text{مغزی}} = \frac{F_{\text{مغزی}}}{K_{\text{مغزی}}} = \frac{F_{\text{مغزی}}}{\frac{2EA}{L} \cos^2 60^\circ}$$

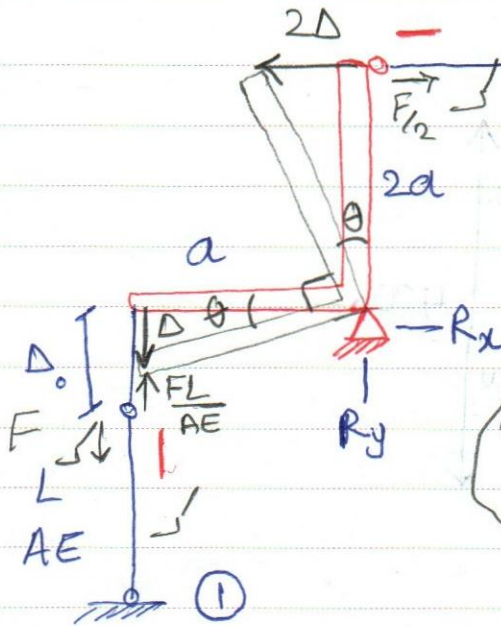
$$\Delta_{\text{مستقیم}} = \frac{F_{\text{مغزی}}}{\left(\frac{EA}{L}\right) + \left(\frac{EA}{2L} \cos^2 60^\circ\right) \times 2}$$

$$F_{\text{مغزی}} = \frac{10}{13} \frac{EA}{L} \Delta_0$$

$$\left(\frac{4}{5} + \frac{1}{2}\right)$$

نسبت ۱۱/۲ / نسبت

مثال تست سال ۹۳



به دلیل تغییرات دمای و خطای ساخت در سازه می‌تواند نیرو ایجاد می‌شود.

$$\Delta_0 = \Delta + \frac{FL}{AE}$$

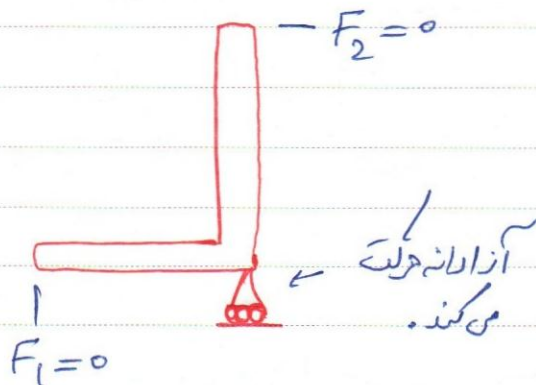
$$(2\Delta) = \frac{(F_1/2)L}{AE} \rightarrow \Delta = \frac{1}{4} \frac{FL}{AE}$$

$$F = \frac{4}{5} \frac{\Delta_0 EA}{L}$$

نکته: در سازه‌های اینر و استاتیک با معین عوامل مانند خطای ساخت، حرارت و نشست

تکیه‌گاه، هرگز باعث ایجاد نیرو در اعضا و عکس العمل نمی‌شوند، بعضی سازه‌های

اینر و در برابر این عوامل آزادانه جابجا می‌شوند. بعضی نیرویی در داخل آنها نمی‌افتد.



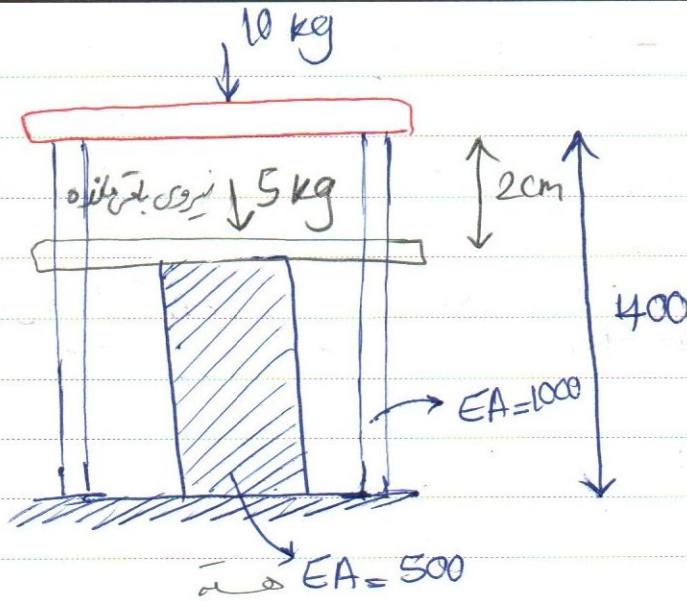
Subject:

Year:

Month:

Date:

()



مسابره ۹۵

$$\Delta = \frac{F \times L}{(EA)_2} = \frac{10 \times 400}{1000} = 4 \text{ cm} > 2 \rightarrow \text{در سقف به هم می رسند}$$

$$2 \text{ cm} = \frac{F'_{\text{غلاف}} \times 400}{1000} \rightarrow F'_{\text{غلاف}} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{نیروی باقی مانده} = 10 - 5 = 5 \text{ kg}$$

$$\left\{ \begin{aligned} F_{\text{هسته}} &= \frac{500}{1000 + 500} \times 5 = \frac{5}{3} \text{ kg} \\ F_{\text{غلاف}} &= \frac{1000}{500 + 1000} \times 5 = \frac{10}{3} \text{ kg} \end{aligned} \right.$$

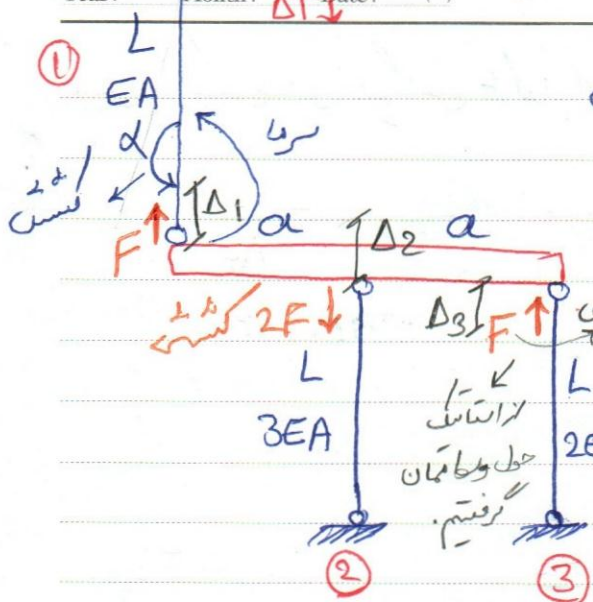
$$F_{\text{غلاف}} = 5 \text{ kg} + \frac{5}{3} = \frac{25}{3} \text{ kg} \quad F_{\text{هسته}} = \frac{5}{3} \text{ kg}$$

۵۲۵ v

۵۵۴ I

۵۷۱ ۵

①



مسئله (۱) اگر دمای میل به ۱ را به اندازه ΔT کاهش

دهیم نیروی ایجاد شده در میل به کدام است؟

سازه همبر است که تغییر درجه حرارت داشته و نیست

و خطای باعث ایجاد نیرو در سازه می گردد.

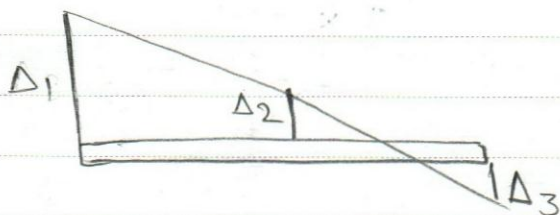
سوالیات حرارتی را نمی توان از سختی محل کرد و فقط از روشی که سازگاری می توان محل کرد.

$$\Delta_1 = \alpha \Delta T L - \frac{FL}{EA}$$

کوچکتره - بزرگتره

$$\Delta_2 = \frac{2FL}{3EA}$$

$$\Delta_3 = \frac{FL}{2EA}$$



$$\Delta_2 = \frac{-\Delta_3 + \Delta_1}{2}$$

و خطی نیست

$$F = \frac{6}{17} \alpha \Delta T EA$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

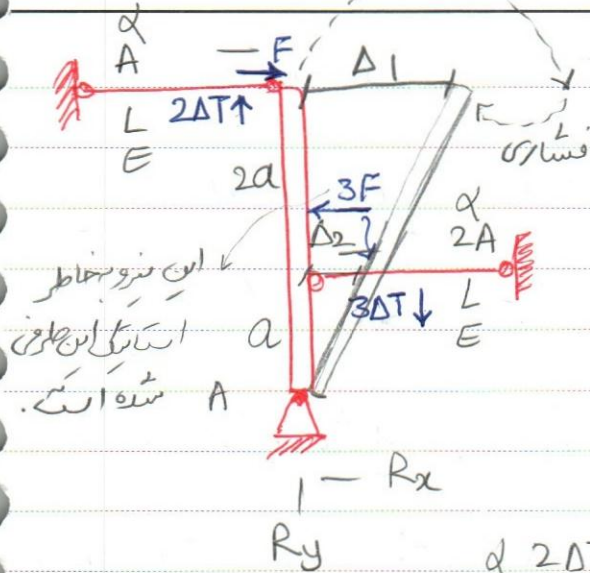
()

گرمی

تست 1 = 475 فصل

18

مثال: عکس العمل تکیه گاه A کدام است



$$\Delta_1 = \alpha (2\Delta T) L - \frac{FL}{AE}$$

$$\Delta_2 = \alpha (3\Delta T) L + \frac{3FxL}{2Ax E}$$

$$\frac{\Delta_2}{\Delta_1} = \frac{1}{3} \quad \Delta_1 = 3\Delta_2$$

$$\alpha 2\Delta T L - \frac{FL}{AE} = 9\alpha \Delta T L + \frac{9FL}{2AE}$$

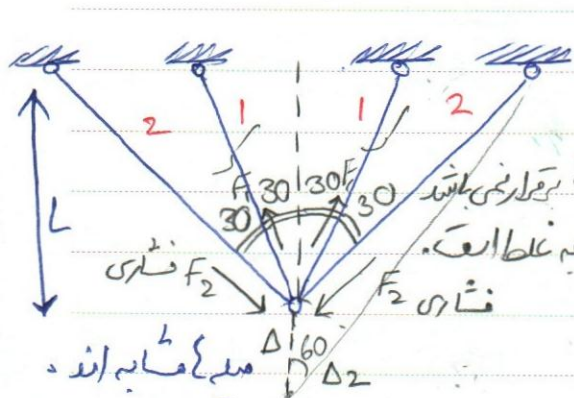
$$F = \frac{-14}{11} \alpha \Delta T A E \quad \leftarrow \quad -\frac{11}{2} \frac{FL}{AE} = 7\alpha \Delta T L$$

منفی شد پس جهت شروع را برگردانیم

$$R_x = 3F - F = 2F \rightarrow$$

$$R_x = \frac{28}{11} \alpha \Delta T A E \rightarrow$$

مثال: دمای تمام میل‌ها را به طور یکسان افزایش می‌دهیم، کدام تیریند صحیح می‌باشد؟



۱- میل‌ها از آزادانه حرکت کرده و در آنها تنش ایجاد نمی‌شود.

۲- در تمام میل‌ها نیروی فشاری ایجاد می‌شود. $\theta = 30^\circ$ و $F_1 = F_2$ و تیریند باشد در نتیجه غلط است.

۳- میل‌های یک فشاری و میل‌های دو کششی

۴- میل‌های دو فشاری و میل‌های یک کششی

چنین سطح مقطع را برابر است.

یک جهت برای فشار و تنش لحاظ می‌کنیم و با همان جهت در رسم آورده شد درکت بوده است، در غیر این صورت جهت نیروها برعکس است.

$$\Delta = \frac{\Delta_2}{\cos 60} = \frac{\Delta_1}{\cos 30}$$

$$\Delta_2 = \alpha \Delta T L_2 - \frac{F_2 L_2}{EA}$$

$$\Delta_1 = \alpha \Delta T L_1 + \frac{F_1 L_1}{EA}$$

$$L_1 = \frac{L}{\cos 30}$$

$$L_2 = \frac{L}{\cos 60}$$

تغییر و سازش $F_1 \& F_2 > 0$ گزینہ 4

روشن دوم

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{1} \Delta_{\text{حرارت}} = \alpha \Delta T L_1 \\ \textcircled{2} \Delta_{\text{حرارت}} = \alpha \Delta T L_2 \end{array} \right\} \Delta_1 < \Delta_2$$

باید با همی 2 مبارزه گردد. $\leftarrow$ میل‌های 2 فشاری

Subject:

Year:

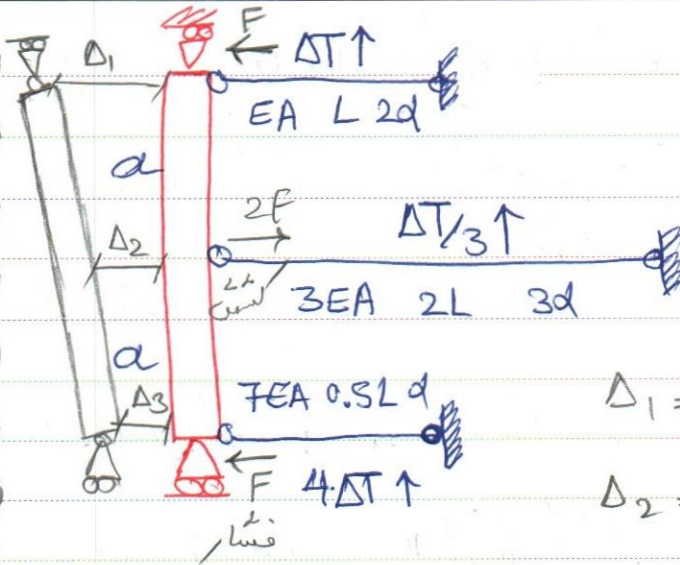
Month:

Date:

()

11

20



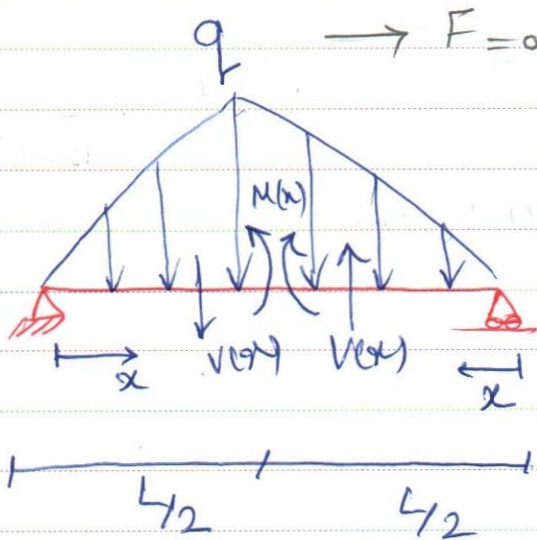
$$\Delta_2 = \frac{\Delta_1 + \Delta_3}{2}$$

(مساكن)

$$\Delta_1 = 2\alpha \Delta T L - \frac{FL}{EA}$$

$$\Delta_2 = 3\alpha \left(\frac{\Delta T}{3}\right) (2L) + \frac{2FL}{3EA}$$

$$\Delta_3 = \alpha (4\Delta T) (0.5L) - \frac{F(0.5L)}{7EA}$$



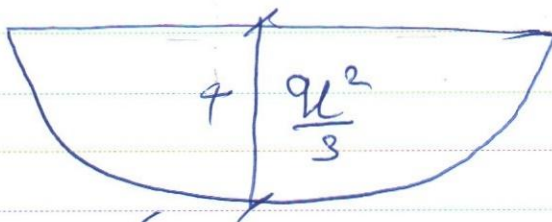
$$0 \leq x \leq L$$

(مساكن)

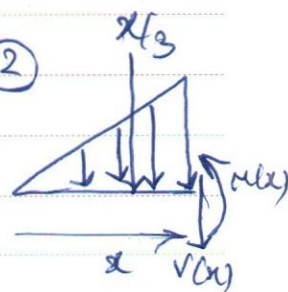
$$M(x) = \frac{qL}{2}x - \frac{qx^2}{2}$$

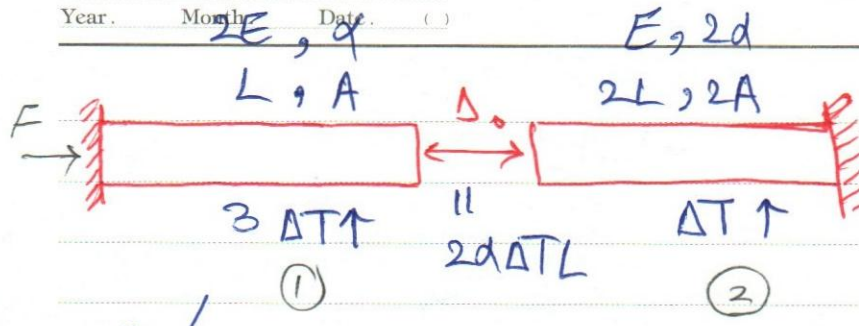
① محاسبه نیروها

② نمودار نیروها



نیروی خرد





شکل ۱-۱-۱: عملیات؟
از روش سختی نمی شود رفت

عکس العمل

زیرا نیروی متوازن بوده اند

چون دو طرف محدود است $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_0 = 0$ از برای

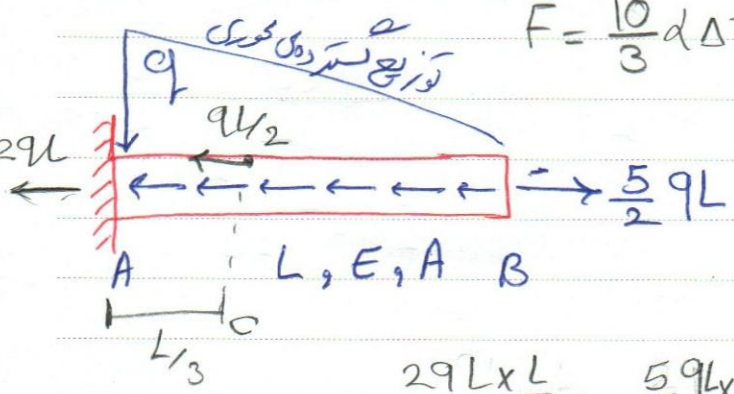
جهت F را به سمت راست و خودمان یک طرفه فرض می کنیم

در سمت چپ $\Delta(3\Delta T)L \uparrow \frac{FL}{2EA}$

در سمت راست $\Delta(2\Delta T)L \leftarrow$

$\rightarrow + (2\Delta)\Delta T(2L) - \frac{F(2L)}{E \times 2A}$

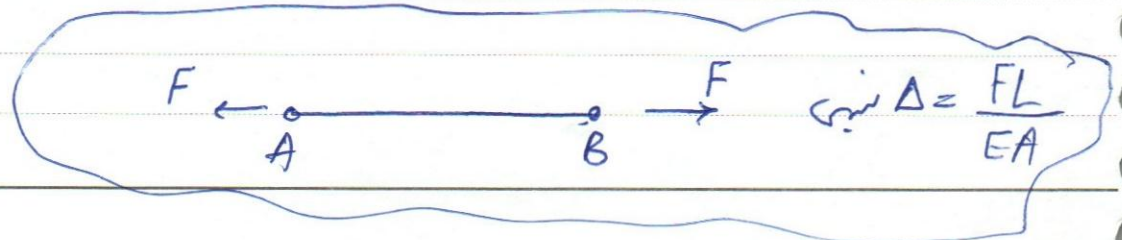
$F = \frac{10}{3} \Delta \Delta T EA$



شکل ۱-۱-۱: عملیات؟

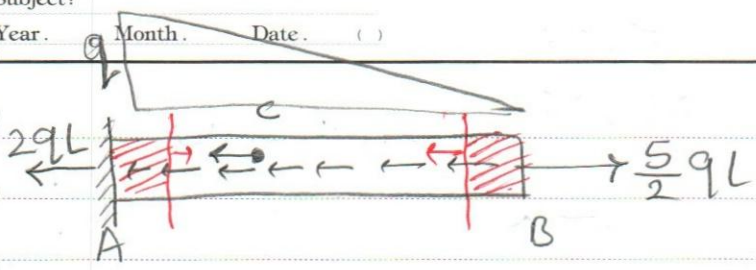
تست ۱۴، ۶۶، ۶۷

$$\frac{29L \times \frac{L}{3}}{EA} + \frac{\frac{5}{2}9L \times \frac{2L}{3}}{EA} = \frac{7}{3} \frac{qL^2}{EA}$$



Subject :

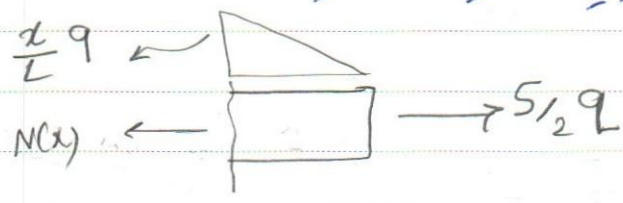
Year . Month . Date . ()



$$\Delta_B = \Delta_{B/A} = \Delta_{B/C} + \Delta_{C/A}$$

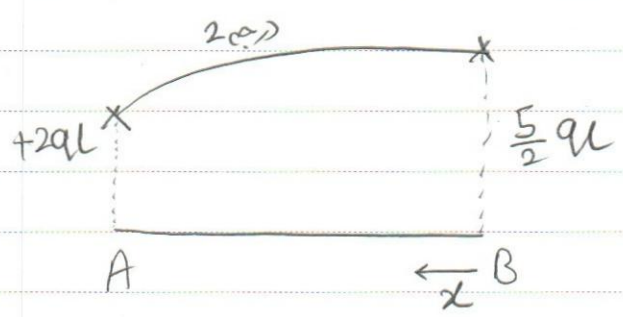
- ① برای رسم نمودار نیروی محوری نمی توان بارهای گسترده ی خارجی را با نیروی متمرکز داخلی جایگزین نمود.
- ② تنها برای محاسبه ی شکل العمل ای تکیه گاهی و تغییر مکان های دو انتهای میل و یا نقاطی خارج از محدوده می توان به جای بارهای گسترده ی خارجی از متمرکز معادل استفاده نمود.

- ③ روشی دیگر شده برای گسترده ی نیروی یکنواخت و نیروی برشی ضریب دارد می باشد.



$$N(x) + \frac{(x) (\frac{x}{2} q)}{2} = \frac{5}{2} qL$$

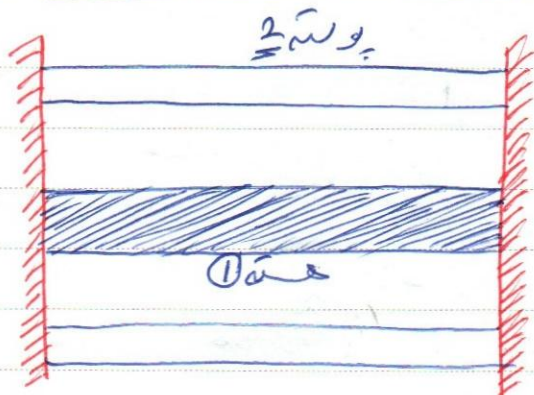
$$N(x) = \frac{5}{2} qL - \frac{q x^2}{2L}$$



نمودار نیروی محوری

تمرین (جایابی و تطبیق ؟)

کشی کل ۴۲۰ نش دهه



$$A_2 = \frac{1}{2} A_1 = A$$

$$d_2 = 2d_1 = d$$

$$E_2 = E_1 = E$$

پتانسیل
۱۰۷، ۳۳۵
فصل اول

بررسی شلایچهی رطوبت به جهت نداشتن خواص

مدان نه انزایش طول داره اند

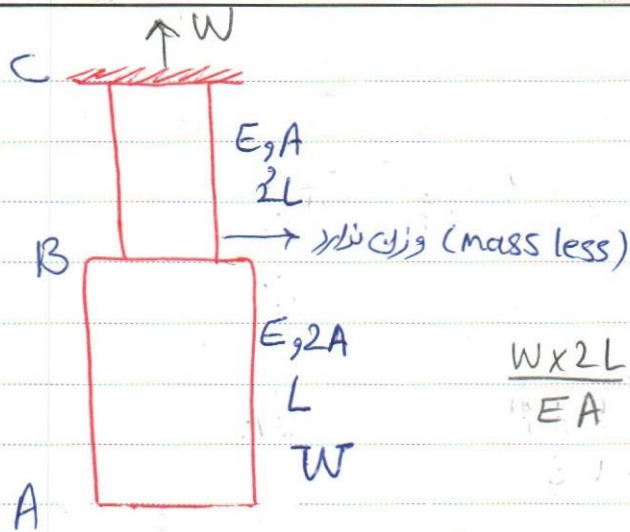
برای محاسبه تنش در عضو ۱ باید وقت کرد که ولایت عضو ۱ را

$$-\frac{F_1 L}{E_1 A_1} + \int_0^L \alpha_1 \Delta T(x) dx = 0$$

طول داره ولایت
 $d/2$

$$\alpha_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{1}{6} d \Delta T_0 E$$

تکثیر (تنش در عضو ۲) ؟

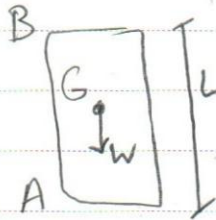


سازه از دو قسمت است و این قسمت‌ها هم W

$$\frac{W \times 2L}{EA} + \int_0^L \frac{\left(\frac{Wx}{L}\right) dx}{E \times 2A}$$

$$\frac{1}{4} \frac{WL}{EA}$$

$$\Delta_{A/B} = \frac{1}{4} \frac{WL}{EA}$$

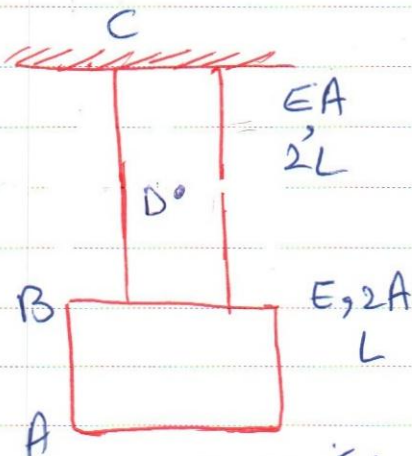


هر توان وزن را در مرکز جرم سازه قرار داد

$$\Delta_{A/B} = \Delta_{A/G} + \Delta_{G/B}$$

$$\frac{W \times \left(\frac{L}{2}\right)}{E \times 2A} = \frac{WL}{4EA}$$

$$\Delta_{A/C} = \frac{2WL}{EA} + \frac{1}{4} \frac{WL}{EA} = \frac{9}{4} \frac{WL}{EA}$$

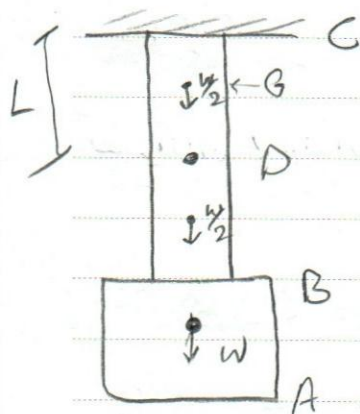


سوال تغییر مکان وسط BC

با توجه به اینکه در این سوال تغییر مکان نقطه D یعنی

وسط BC مورد سوال است می توان وزن میلی BC

را متمرکز محال نمود و من بایست با از روش انتقال گوی استفاده نمود و یا

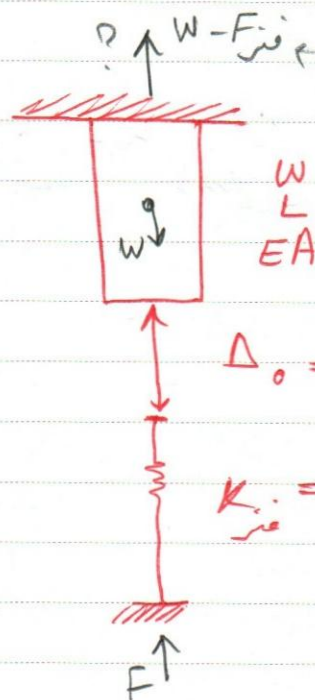


به روش زیر عمل نمود

$$\Delta_D = \Delta_{D/C} = \Delta_{D/G} + \Delta_{G/C}$$

$$\frac{(\frac{3}{2}W) \times \frac{L}{2}}{E \times A} + \frac{(2W) \times \frac{L}{2}}{EA}$$

$$= \frac{7WL}{4EA}$$



تقریب (و در AB)

$$F_{فر} + ? = W \rightarrow ? = W - F_{فر}$$

نست این ۱۲ و ۲۵ و ۴۸

جری

$$\Delta_o = \frac{WL}{8EA}$$

$$K_{فر} = \frac{EA}{L}$$

$$\Delta_{فر} + \Delta_o + \Delta_{ش} = 0 \Rightarrow F =$$

$$\frac{-F_{فر}}{K_{فر}} + \frac{-WL}{8EA} + \frac{(W - F_{فر}) \frac{L}{2}}{EA} = 0$$

$$F = \frac{3}{16} W$$

Subject:

Year:

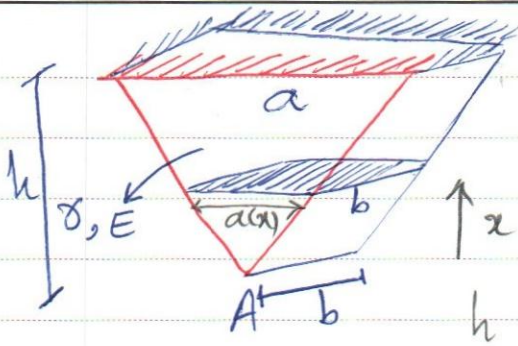
Month:

Date:

()

۲۸، ۴۴۰، ۳

۲۴



مثال) پهنی میله در ارتفاع آن ثابت می باشد.

تغییر مکان A کدام است؟

$$\Delta A = \Delta A_{\text{وحدت}} = \int_0^h \frac{w(x) dx}{E A(x)} = \int_0^h \frac{\delta}{2E} x dx = \frac{1}{4} \frac{\delta h^2}{E}$$

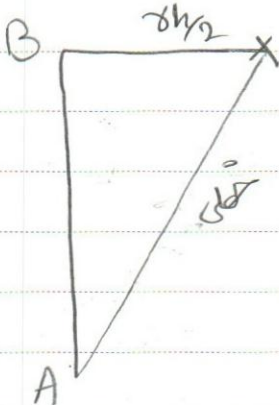
$$\rightarrow a(x) \times b$$

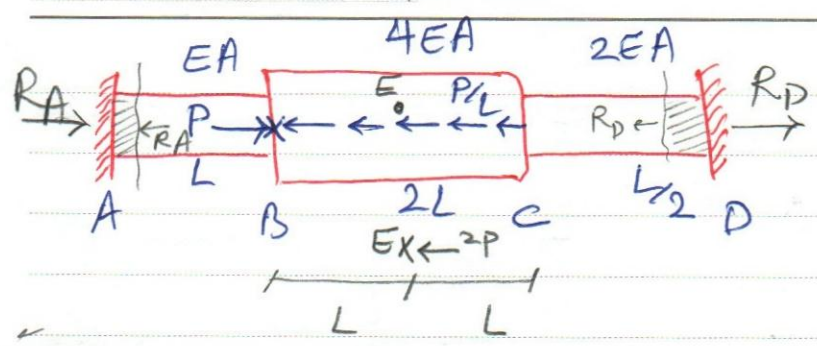
$$\downarrow$$

$$\frac{x}{h} \times a$$

میدان تنش را در مقطع های مختلف رسم کنید.

$$\sigma(x) = \frac{w(x)}{A(x)} = \frac{\delta \left[\frac{a(x) \times x}{2} \times b \right]}{a(x) \times b} = \frac{\delta x}{2} \quad 0 \leq x \leq h$$





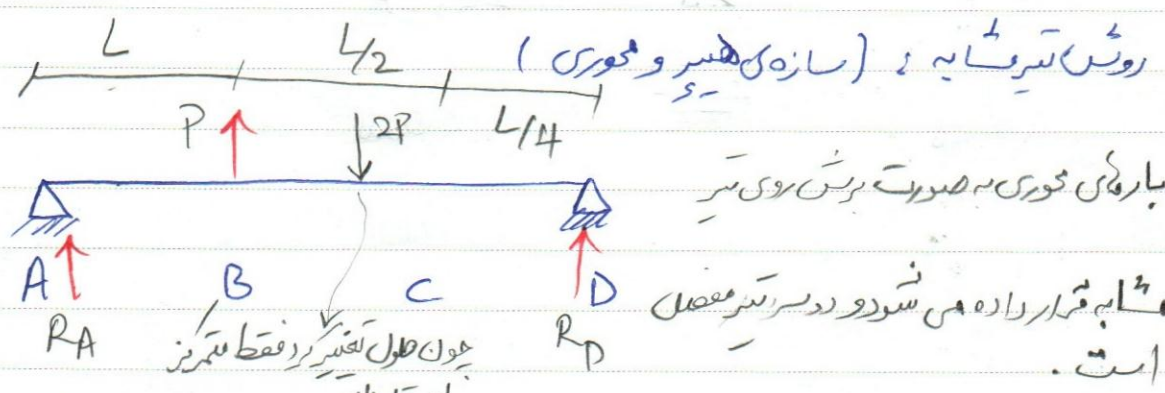
سؤال

$\Delta_{A/B} + \Delta_{B/C} + \Delta_{C/D} = 0$

$R_A + R_D = P$

$$\frac{-R_A \times L}{EA} + \frac{(R_D - 2P) \times L}{4EA} + \frac{R_D \times L}{4EA} + \frac{R_D \times \frac{L}{2}}{2EA} = 0$$

$R_A = \frac{1}{7}P \quad R_D = \frac{6}{7}P$



برای استفاده از تیر شتاب اگر گشتی مسافتات بود به نحوی با طول باز می کنیم به نحی که گشتی یکسان گردد.

$$\frac{EA}{L} \quad \frac{4EA}{\left(\frac{2L}{4}\right)} \quad \frac{2EA}{\left(\frac{0.5L}{2}\right)}$$

طول یکی را برای تیر شتاب برابر می دهیم.

$$\sum M_D = 0 \rightarrow R_A = \frac{P}{7}$$

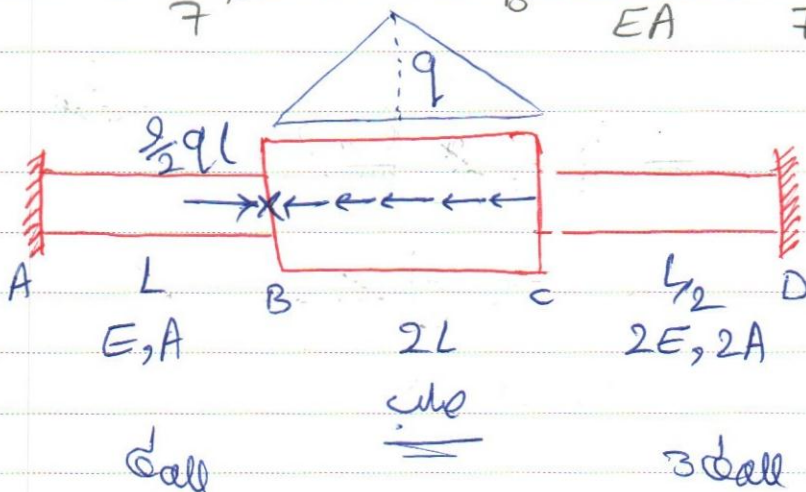
$$R_B = \frac{6P}{7}$$

تست 44 و 58 و 87 و 93

تمرین Δ_B از روش تیرها به دست بیایید.

$$M = \frac{P}{7} \times L$$

$$\Delta_B = \frac{M_B}{EA} = \frac{PL}{7EA}$$



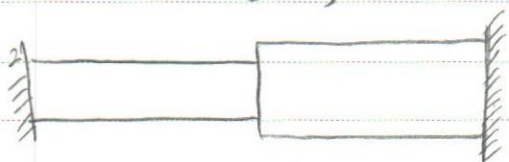
تست 8 صفت 441
100
49% صفت 4

9 مجاز حد است؟

چون دو سر میلی صلب به یک اندازه جایجا می شود می توان میلی صلب را حذف کرد و فقط

در B میلی می شد و بار در آنجا برایش تیر می کشید.

$$\frac{7}{2} qL$$



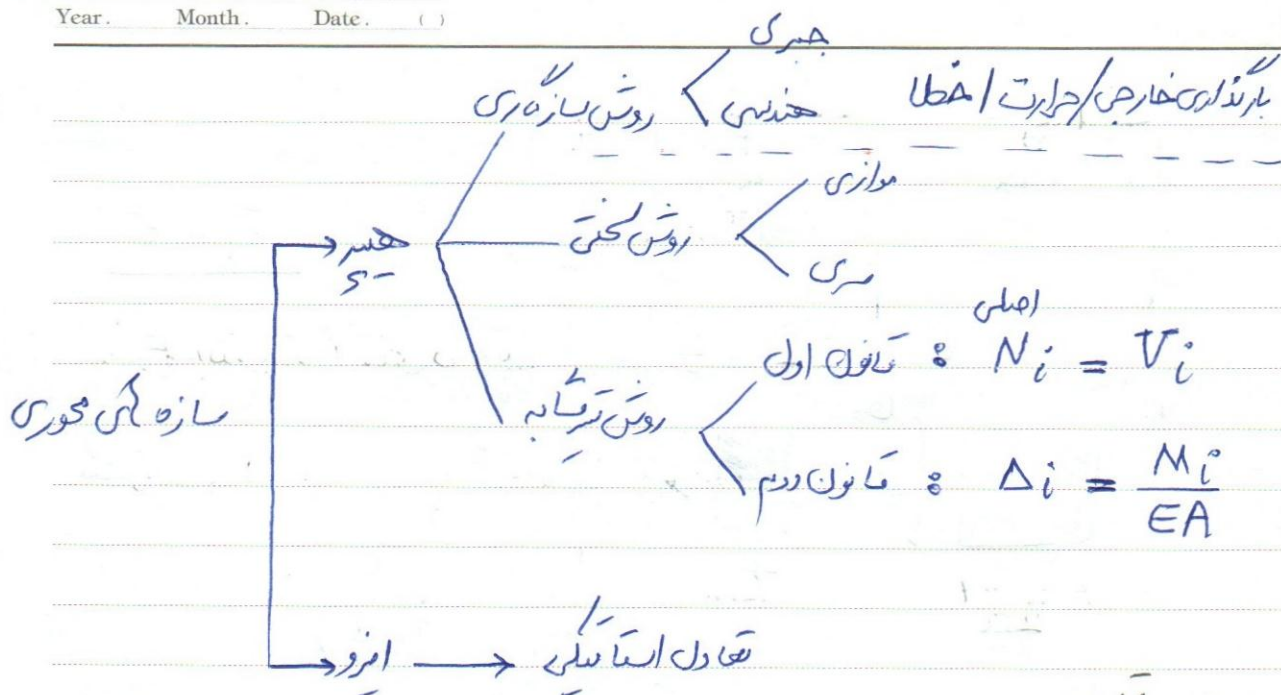
$$\rightarrow |\Delta_{AB}| = |\Delta_{CD}|$$

نیروی اعضا به نسبت کنده آنهاست.

$$R_A = \frac{1}{1+8} \times \frac{7}{2} qL = \frac{7}{18} qL$$

$$\rightarrow AB : \frac{7}{18} qL \leq \delta_{all}$$

$$R_B = \frac{8}{1+8} \times \frac{7}{2} qL = \frac{28}{9} qL \rightarrow CD : \frac{28}{9} qL \leq 3\delta_{all}$$



$$\rightarrow q \leq \frac{18}{7} \frac{\sigma_{all} A}{L}$$

$$\rightarrow q \leq \frac{27}{14} \frac{\sigma_{all} A}{L} \quad \checkmark$$

ادامه صحت

Subject:

Year:

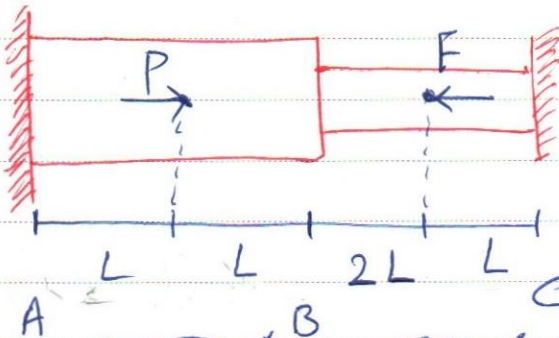
Month:

Date:

()

ت 8, 25

۳۵

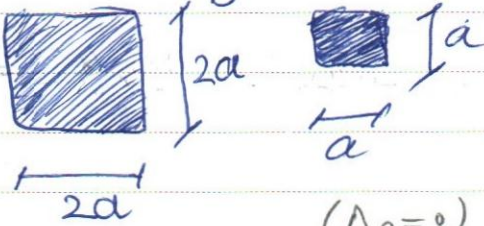


مثال ۱ $F = ?$

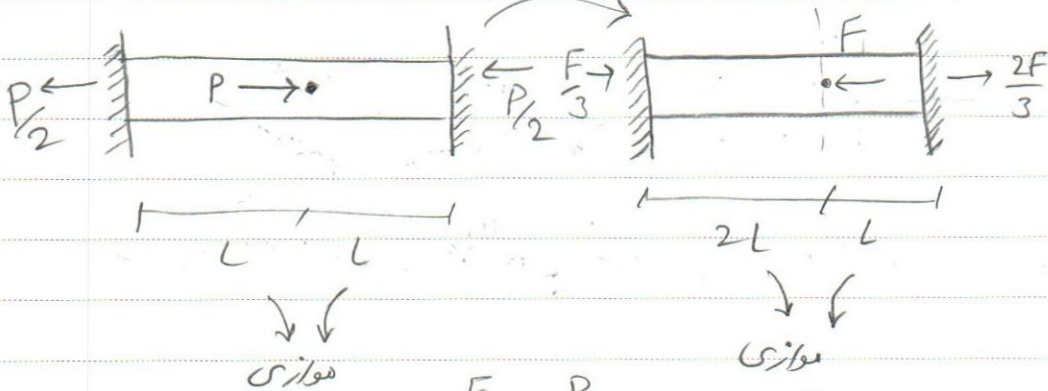
E ثابت

مقدار F چقدر باشد تا نقطه B تغییر نکند

مکان ندهد؟



$(\Delta_B = 0)$



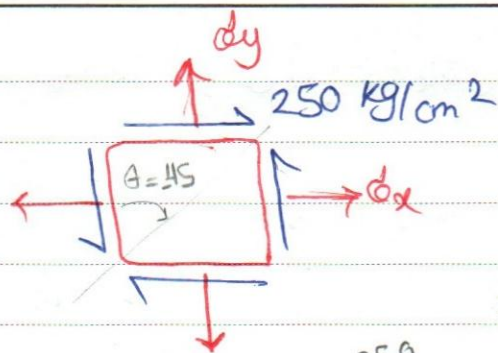
$$\frac{F}{3} = \frac{P}{2} \rightarrow F = \frac{3}{2}P$$

تست های پایانی فصل

62 57 16 46
43 40 26 7 9

← با هم بزن 110 86 44 28

نزن! ← 55 38 32 22
← روشن ای تحلیل سازه ای دارد

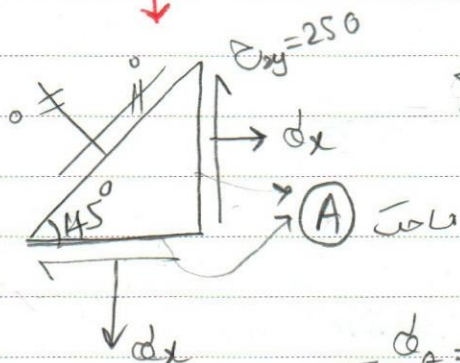


مثال ۱) مقدار σ_x و σ_y چقدر باشد تا تنش در

مغزی واقع بر قطر المان مربعی ایجاد نشود.

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \sigma_x \times A = 250 \times A \rightarrow \sigma_x = 250$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow \sigma_y \times A = 250 \times A \rightarrow \sigma_y = 250$$

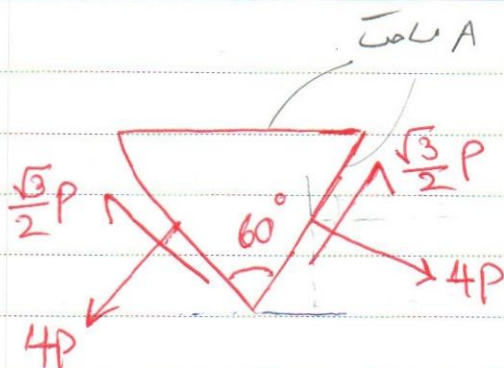


روشن نشود.

$$\begin{aligned} \sigma_\theta = 0 &= \sigma_x \times \frac{1}{2} + \sigma_y \times \frac{1}{2} - \tau_{xy} \times (-1) \\ \sigma_\theta = 0 &= \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} (-1) + \tau_{xy} \times \cos 90^\circ \rightarrow \sigma_x = \sigma_y \\ \sigma_x = \sigma_y &\rightarrow \sigma_x = -\tau_{xy} = -(-250) = +250 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Subject :

Year . Month . Date . ()



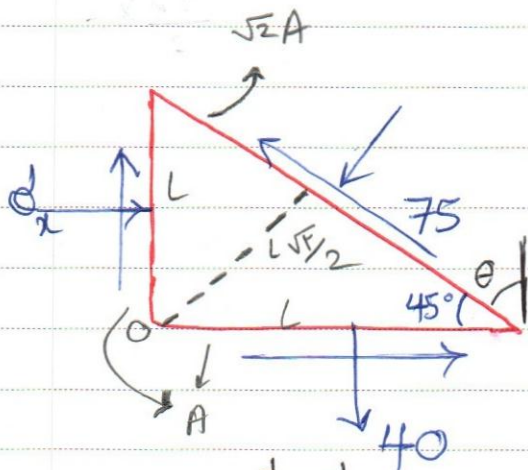
تت: مقدار تنش در صفحه افقی کدام است.

ماعت همگ صفحات برابر است پس تعادل نیرو تنش یکسان است.

$$2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} P \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 2 \times 4P \times \sin 30 = \frac{5P}{2}$$

$$\frac{3}{2}P - 4P$$

۴۵، ۵، ۱۲



→ جهت مثلثی + است.

روشن اول: نرمال

$$\sum \sigma_{\theta} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin(2 \times 45) + \tau_{xy} \times \cos(2 \times 45)$$

$$-75 = \frac{\sigma_x - 40}{2} \sin 90 \rightarrow \sigma_x = -10$$

پایدار است

روشن دوم:

$$\sum M_o = 0 \rightarrow (\sigma_x \times A) \times \frac{L}{2} + (40 \times A) \times \frac{L}{2} = (75 \times A \sqrt{2}) \times \frac{L \sqrt{2}}{2}$$

$\sigma_x = +110 \rightarrow$ در جهت زمین نرمال شده در واقع با همگ صفحات برابر است.

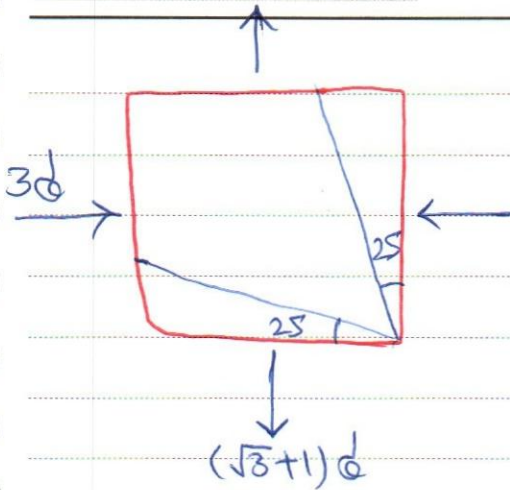


Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()

Subject :

Year . Month . Date . ()

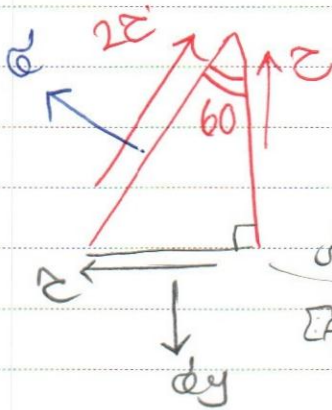


مثال

$$\frac{\sum_1}{\sum_2} = ?$$

$$\frac{\sum_1}{\sum_2} = \frac{\left(\frac{dx-dy}{2}\right) \sin(2 \times 25) + \cancel{\sum_{xy}} \cos 50}{\left(\frac{dx-dy}{2}\right) \sin(2 \times 65) + \cancel{\sum_{xy}} \cos 130}$$

$$= \frac{\sin 50}{\sin 130} = +1$$



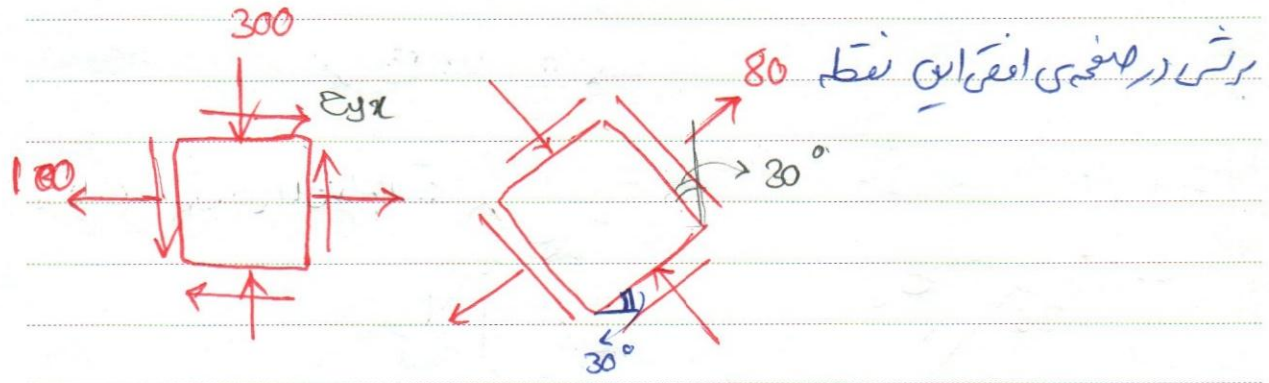
مثال

این ضلع را رسم کرده و دستگاهی روی آن را می‌گذاریم. $\sum F_x = 0$ و $\sum F_y = 0$ برقرار است و طبق مقیاس کوشی $\sum$ در صفحه کشیده شده مقدار و جهتش را (این مورد در سوال) صفحات برقرار است.

$$\sum F_x = 0 \quad (d \times A) \cos 60 + \left(2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} A\right) = (2c \times A) \times \cos 30$$

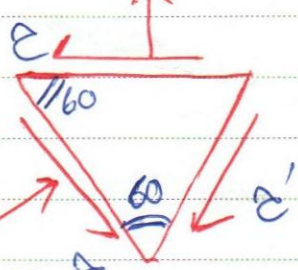
$$\Rightarrow \frac{d}{c} = \sqrt{3}$$

مثال: دو المان نشان داده شده مربوط به المان جسم می باشد، مطلوب است مابین تنش



$$\sigma_{\theta} = \sigma_x \cos^2 \theta + \sigma_y \sin^2 \theta - \tau_{xy} \sin 2\theta$$

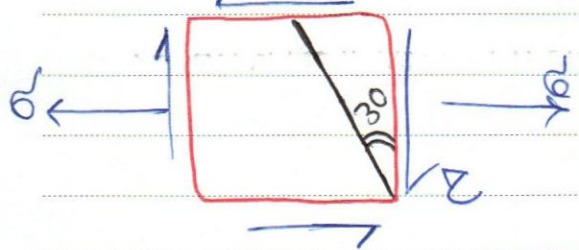
$$80 = +100 \frac{\cos^2 30}{\frac{3}{4}} + (-300) \frac{\sin^2 30}{\frac{1}{4}} - \tau_{xy} \times \sin 60 \rightarrow \tau_{xy} = \frac{-160}{\sqrt{3}}$$



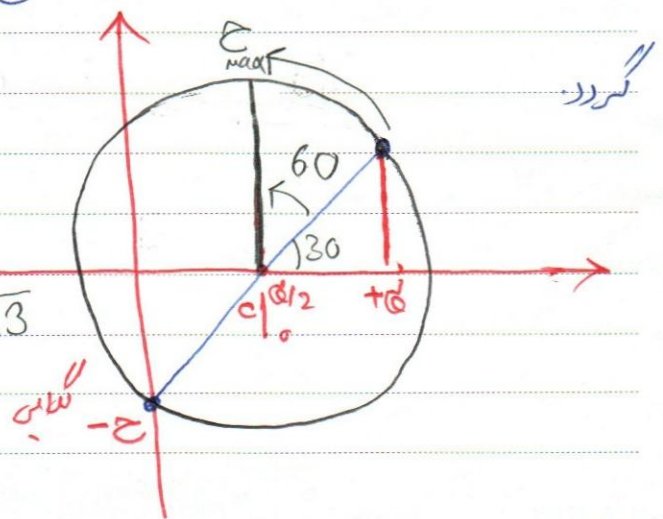
$$\sigma \times \frac{1}{2} = \tau \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sigma}{\tau} = \sqrt{3}$$

در المان تنش سطح نشان داده شده نسبت $\frac{\sigma}{\tau}$ چقدر باشد؟ در صفحه 30 مقدار تنش برش همالتر



$$\tan 30 = \frac{\tau}{\sigma \frac{1}{2}} \rightarrow \frac{\sigma}{\tau} = 2\sqrt{3}$$



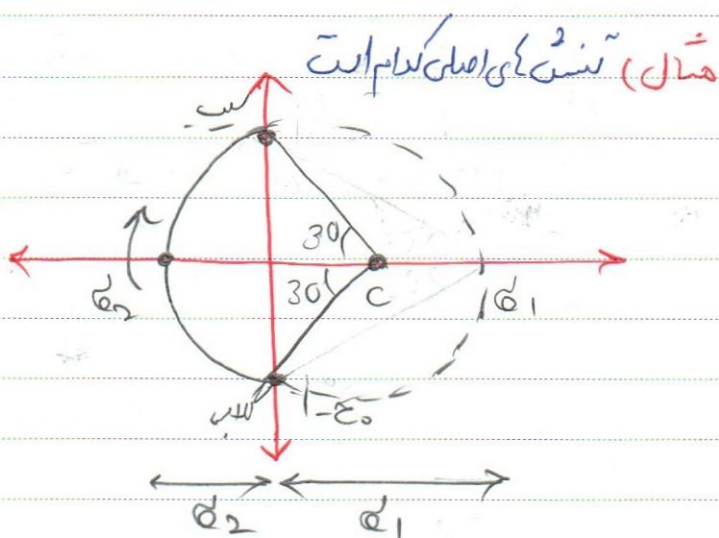
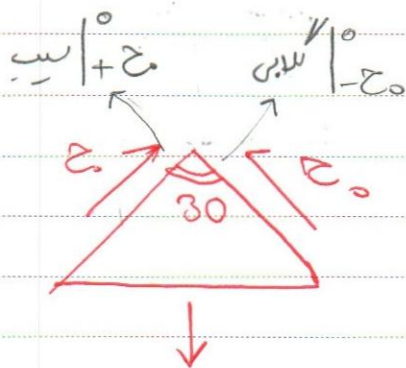
Subject :

Year . Month . Date . ()

$$d_{a-a} = d_{\theta} = d_x \cos^2 30 + d_y \sin^2 30 - 2x_y \sin 60$$

$\frac{d}{2} \quad + d \cdot \frac{3}{4}$

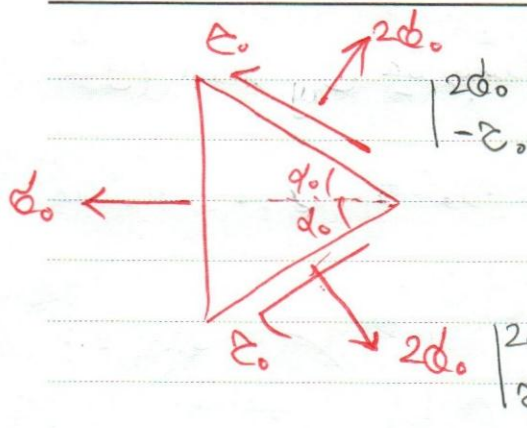
$$\rightarrow \frac{d}{2} = 2\sqrt{3} \checkmark$$



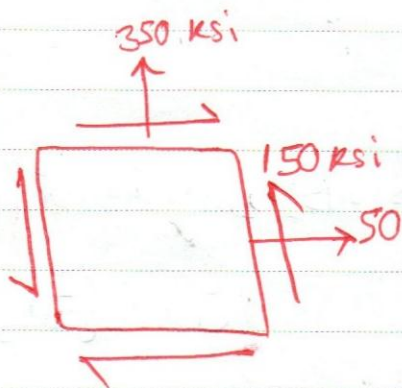
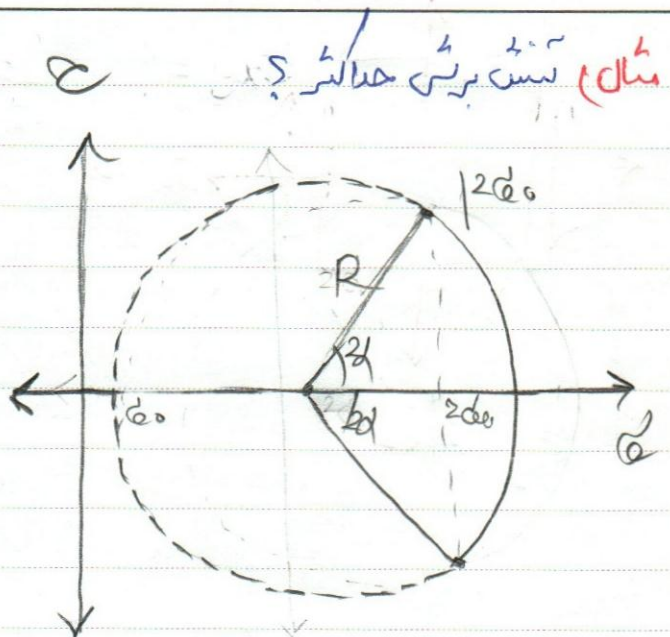
$$\begin{cases} d_1 = R + R \cos 30 = +(2 + \sqrt{3}) z_0 \\ d_2 = R - R \cos 30 = -(2 - \sqrt{3}) z_0 \end{cases}$$

$$d_2 = R - R \cos 30 = -(2 - \sqrt{3}) z_0$$

۱۷ ۲۰ ۳۲ ۴۵ ۵۶ ۶۷ ۷۸



$$\sigma_{max} = R = \frac{\sigma_0}{\sin 2\alpha}$$



مثال ۱ در همان نشان داده شده وضعیت اصلی تنش

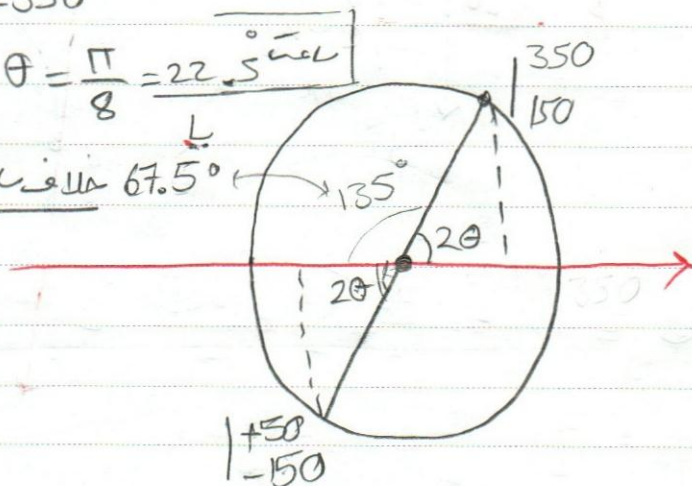
نسبت به وضعیت نشان داده شده با دوران

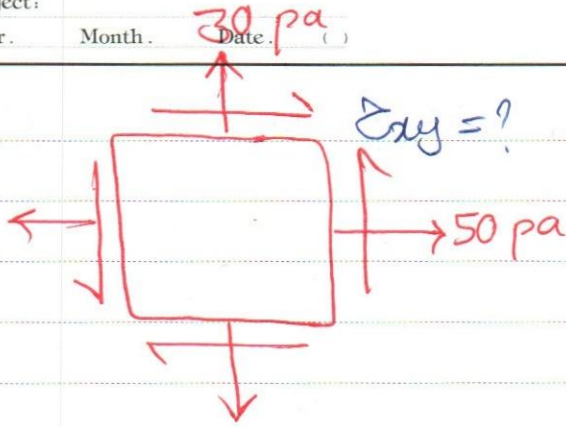
حاصل می شود جهت

$$\tan 2\theta = \frac{-150 \times 2}{50 - 350} = +1$$

$$2\theta = \frac{\pi}{4} \quad \theta = \frac{\pi}{8} = 22.5^\circ$$

67.5° خلاف جهت



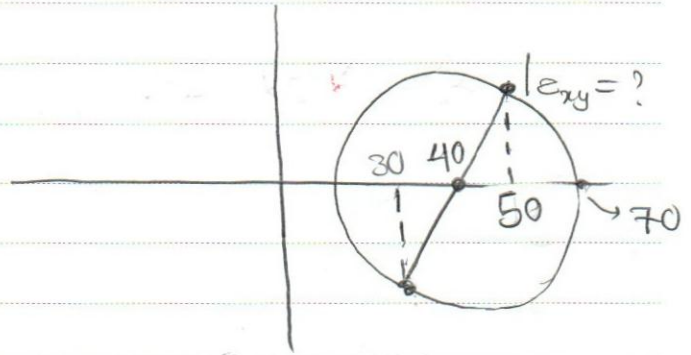


$$\sigma_{xy} = ?$$

مثال) مقدار σ_{xy} چقدر باشد تا

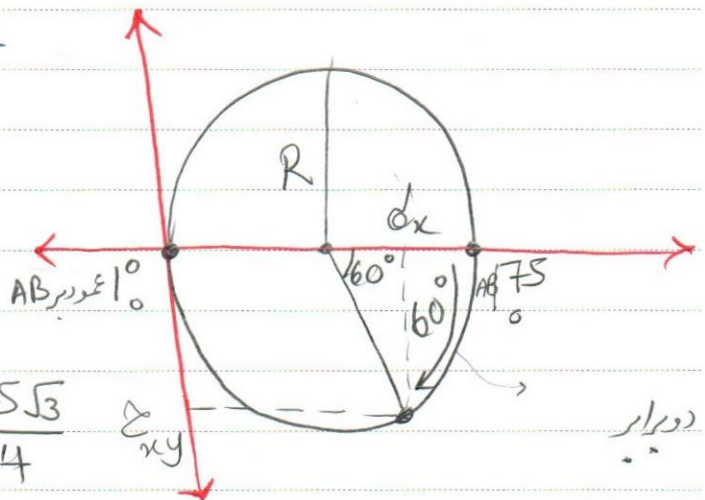
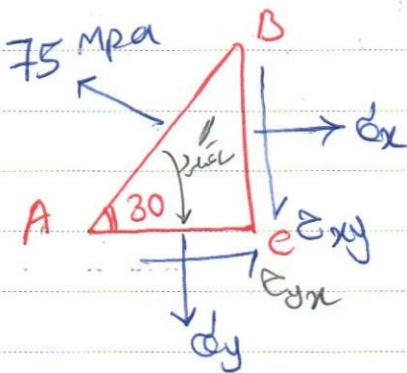
محال نشود غرضی 70 pa شود.

$$\sigma_{xy} = 20\sqrt{2}$$



مثال) اگر در صفحه‌ای عمود بر AB هیچ تنش وجود نداشته باشد، آنگاه مقدار تنش در

صفحه‌ای افقی کدام است؟



$$\sigma_{xy} = R \sin \theta = \frac{75}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{75\sqrt{3}}{4}$$

$$\sigma_x = \frac{75}{2} + \frac{75}{2} \cos 60 = \frac{3}{4} 75$$

دو برابر

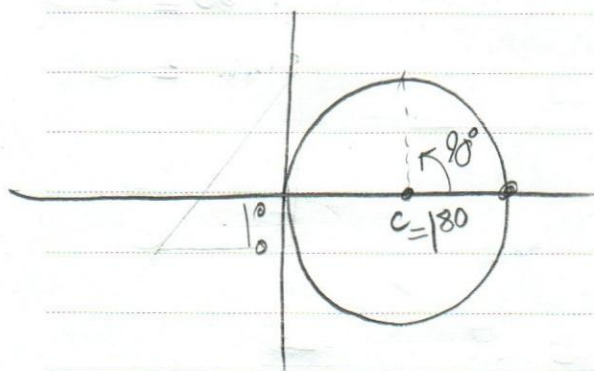
$$\sigma_x + \sigma_y = 75 + 0 \rightarrow \sigma_x = \frac{75}{4} \checkmark$$

$\downarrow$
 $\frac{3}{4} \times 75$

با در نظر گرفتن همان تنش مسطح از یک نقطه از سطح آزاد جسم، تنش عمودی در صفحه ای که

با صفحه اصلی زاویه 45° می سازد برابر 80 Mpa است. مقدار حداکثر تنش عمودی در

این نقطه از جسم کدام است ؟



$$\sigma_{\max} = 80 \times 2 = 160$$

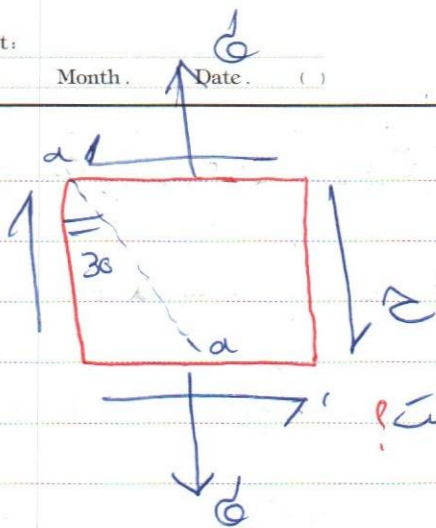
در سطح آزاد جسم تنش صفر است.

در سطح آزاد $\sigma = 0$ و $\tau = 0$

در سطح آزاد $\sigma = 0$ و $\tau = 0$

در سطح آزاد $\sigma = 0$ و $\tau = 0$

80, 77, 75

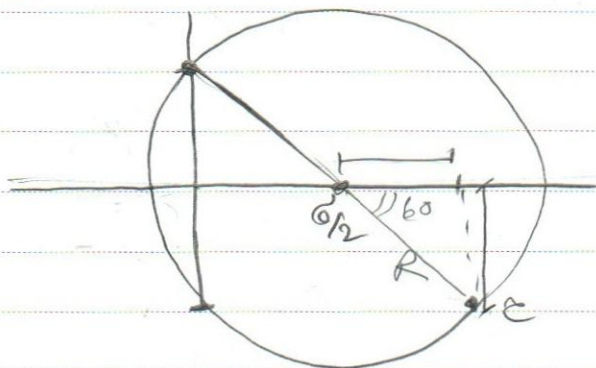


$21 \overline{) 29} = ?$

10² 10¹ 10⁰

الرد في البيان بشأن داده شده، صفحہ ۵ دارا

نشان اصلی خداوند باشد، نسبت ح به ه کدام است؟



$$R \cos 60 = d - \frac{d}{2}$$

$$R \sin 60 = z$$

$$\frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{y}} = \frac{\frac{2}{x}}{\frac{1}{y}}$$

$$\frac{17}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}$$

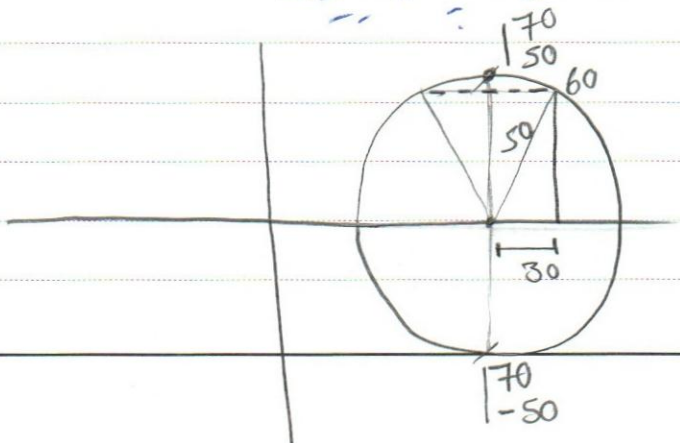
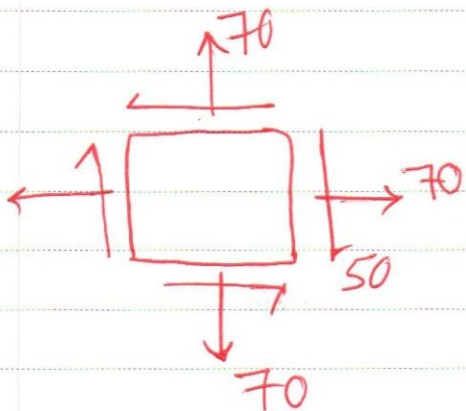
$$\frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

روش ۲

$$Z_{aa} = Z_{\theta=0} = \frac{Z_{xx} - Z_{yy}}{2} \underbrace{\sin 60}_{\frac{\sqrt{3}}{2}} + Z_{xy} \underbrace{\cos 60}_{\frac{1}{2}} \rightarrow \frac{Z}{\sigma} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

اگر همان نشان داده شده را مقدار بجای بیاوریم تا مقدار تنش برشی آن 10 psi تغییر کند، آنگاه

۲۳۰
نفس عمودی المقدس بخیر می کند.



Subject :

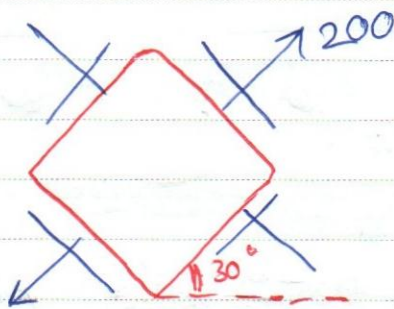
Year . Month . Date . ()

پوش 2

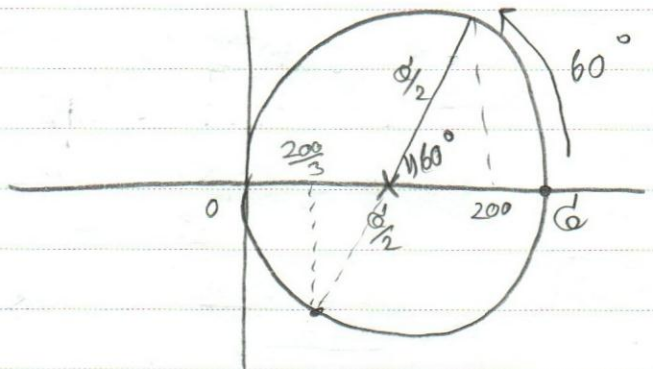
$$R = \sqrt{\left(\frac{70-70}{2}\right)^2 + 50^2} = 50 = \sqrt{\left(\frac{(70+x)-(70-x)}{2}\right)^2 + (40)^2}$$

$$\Rightarrow 50^2 = x^2 + 40^2 \rightarrow x = 30$$

شأن) در المان های نشان داده شده مربوط به یک نقطه از جرم می باشد و حد اکثر تنش برشی

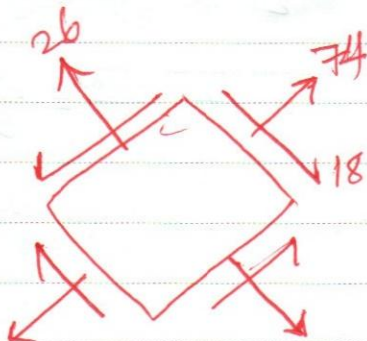


در این نقطه از جرم کدام است ؟



$$\frac{d}{2} + \frac{d}{2} \times \cos 60 = 200$$

$$d = \frac{800}{3} \rightarrow \tau_{max} = \frac{400}{3}$$

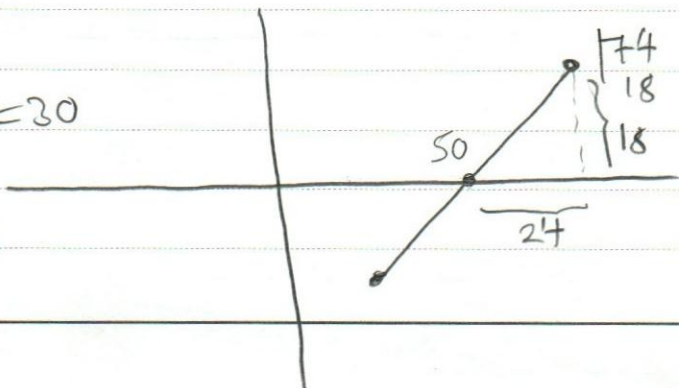


شأن) در المان های نشان داده شده حد اکثر مقدار نسبت تنش

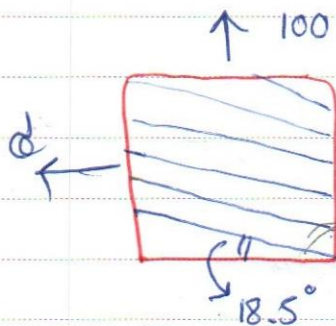
برشی به تنش عمودی در صفحات مختلف المان کدام

$$R = \sqrt{18^2 + 24^2} = 30$$

$$\frac{\tau_{max}}{\sigma_{min}} = \frac{30}{20} = \frac{3}{2}$$



مسئله: حد الاستیک مقدار تنش σ چقدر باشد تا آب لوله بشکند؟



تنش برش مجاز $\tau_w = 50 \text{ MPa}$

$$\sin^2 \theta = \frac{6}{10}$$

$$\left(\frac{100 - \sigma}{2} \right) \times \sin(2 \times 71.5) = 50$$

$$100 - \sigma = 50 \times \frac{10 \times 2}{6} \rightarrow \sigma = 100 - \frac{1000}{6} = \frac{5000}{6} \times$$

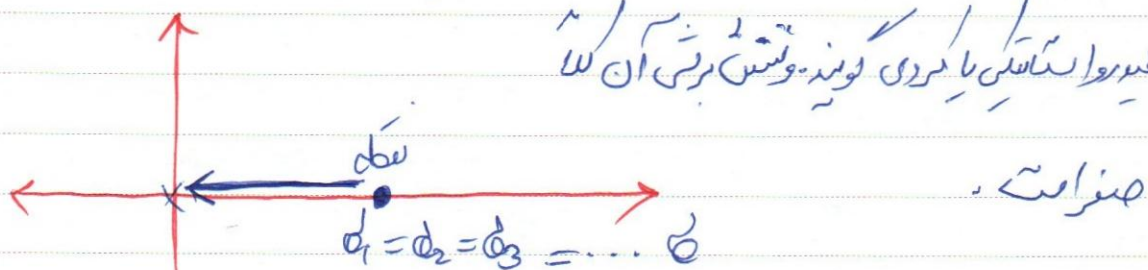
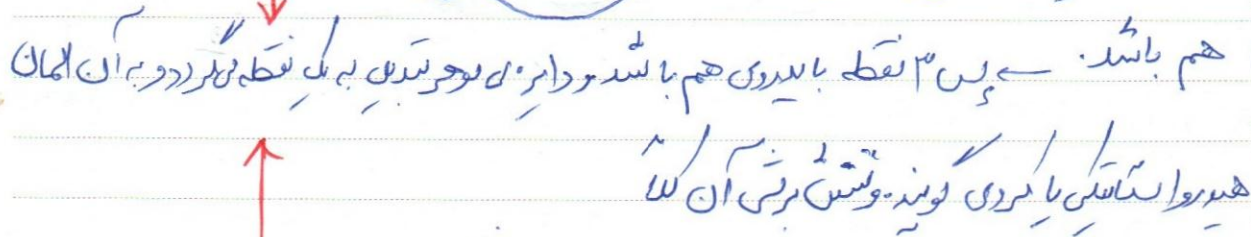
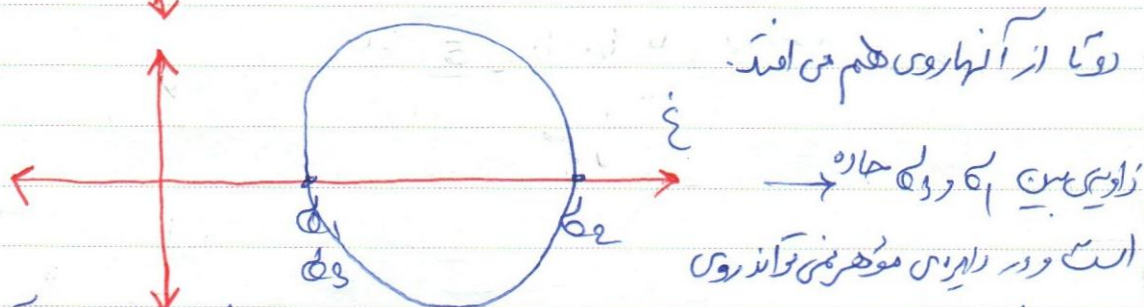
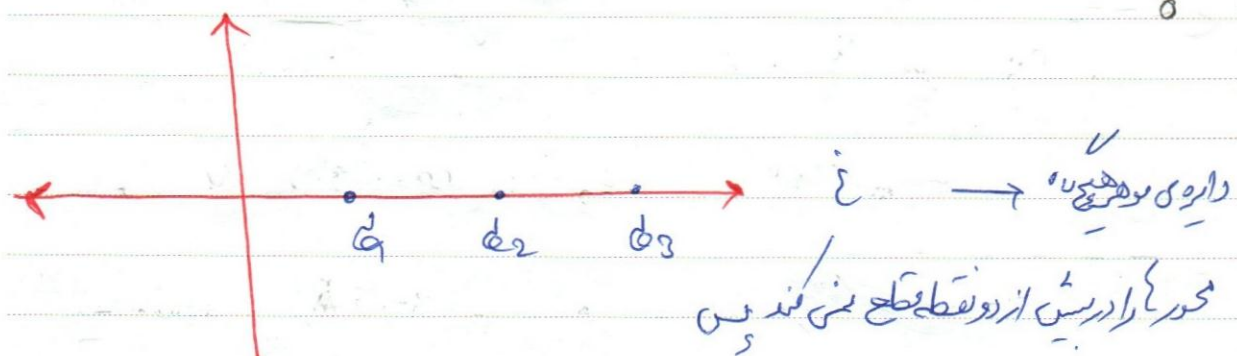
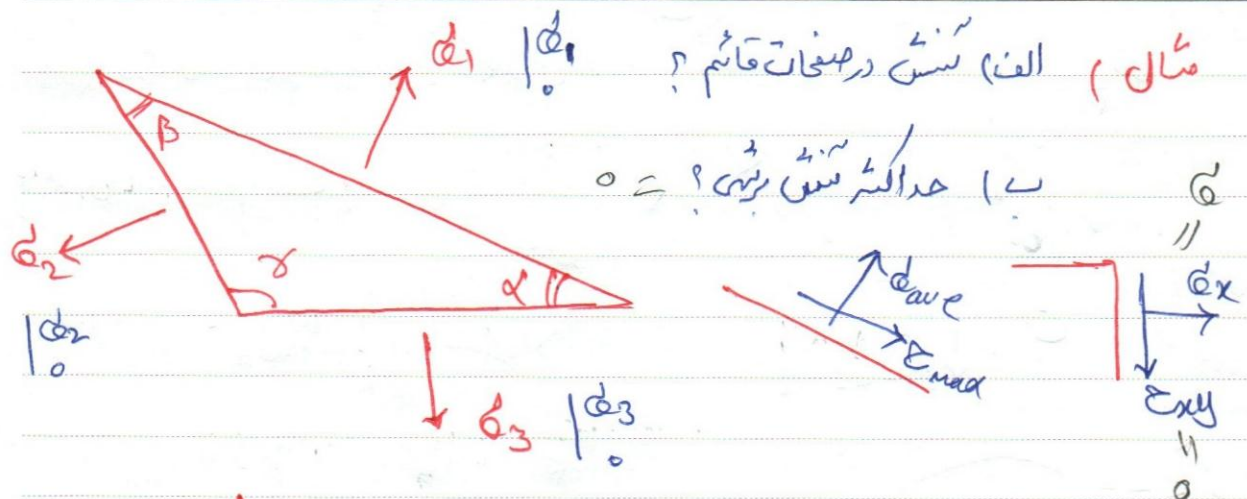
$$\sigma - 100 = \frac{1000}{6} \rightarrow \sigma = 100 + \frac{1000}{6} = \frac{1600}{6} = \frac{800}{3}$$

$$\sigma_\theta = \sigma_x \cos^2 \theta + \sigma_y \sin^2 \theta - \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\tau_\theta = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta = \frac{\sigma_x - 100}{2} \times \sin 2 \times 71.5 = 50$$

$$\sigma_x = 100 + \frac{1000}{6} = \frac{1600}{6} = \frac{800}{3}$$

پس جواب و حوض و سطح انتقال برش هـ



در المان هدیه و استایل به شش برش در تمام صفحات صفر می باشد. دایره موهری به نقطه تبدیل می شود

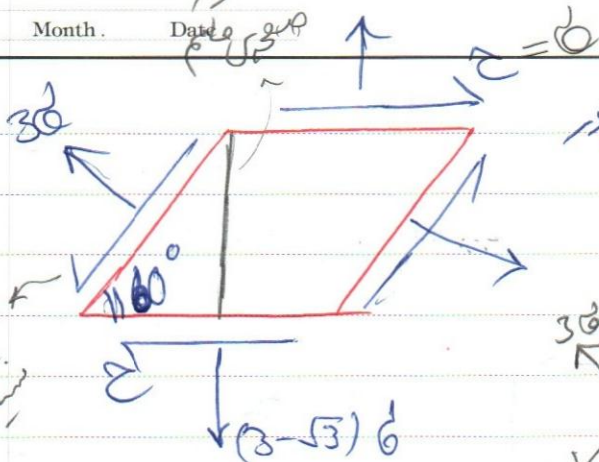
Subject:

Year:

Month:

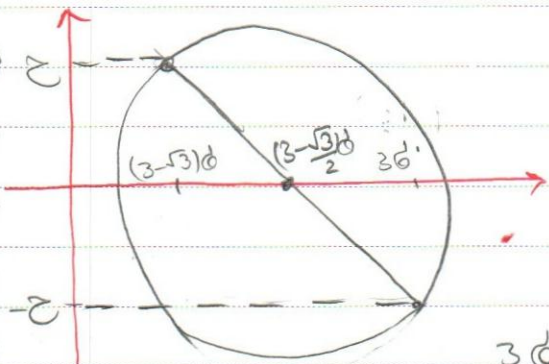
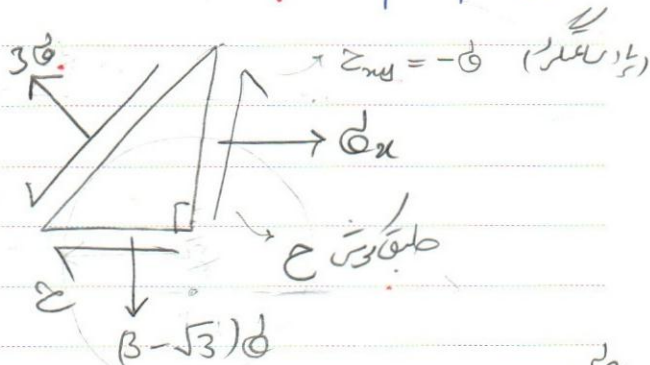
Date:

7 / 7 / 1397



مثال) در همان نشان داده شده، تنش عمودی در

صفحه قائم کدام است؟



$$d_\theta = d_x \cos(-30) + d_y \sin(-30) - \frac{d}{2y} \sin(-60)$$

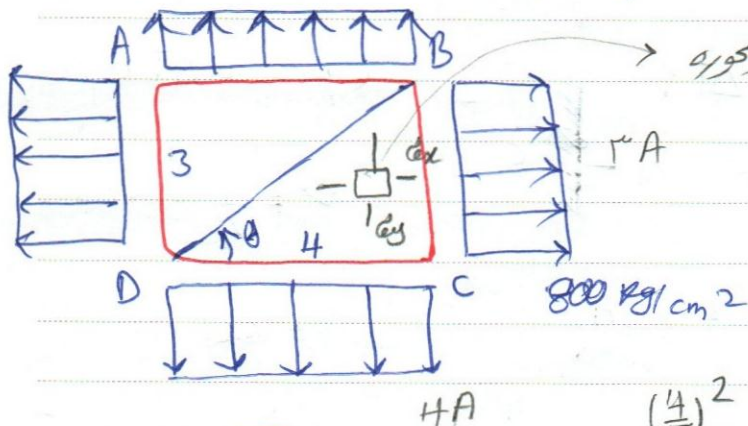
$$3d = d_x \frac{3}{4} + (3-\sqrt{3})d_x \frac{1}{4} + d_x \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$d_x = \frac{4}{3} \left(3d - \frac{(3-\sqrt{3})d}{4} + \frac{\sqrt{3}d}{2} \right)$$

$$= 4d - \frac{(1-\sqrt{3})d}{3} + \frac{\sqrt{3}d}{6}$$

$$= 4d \frac{(-6+2\sqrt{3}+\sqrt{3})}{6} = 3d + \frac{\sqrt{3}}{2}d$$

مثال) در ورق فلز نشان داده شده یک عنصر با طول افق ورق تغییر نلند



$$\nu = 0.25$$

$$\left(\epsilon_{BD} = \frac{\Delta BD}{BD} = 0 \rightarrow \epsilon_{\theta} = \epsilon_x \cos^2 \theta + \epsilon_y \sin^2 \theta - \frac{\gamma_{xy}}{2} \sin 2\theta = 0 \right)$$

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y)$$

$$+800 \quad \downarrow \quad \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{4}$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu \sigma_x)$$

$$\downarrow 800$$

$$\epsilon_{\theta} = 0 \quad (800 - \frac{1}{4} \sigma_y) \times \frac{16}{25} + (\sigma - \frac{800}{4}) \times \frac{9}{25} = 0$$

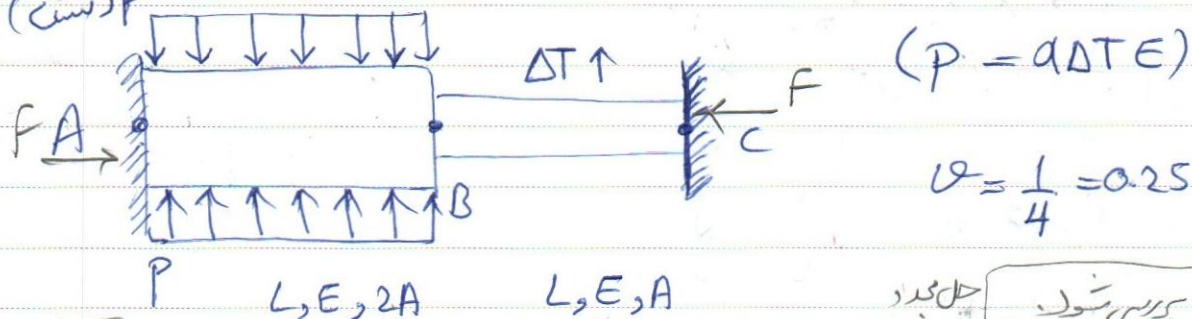
$$16 \times 800 - 4 \sigma_y + 9 \sigma - 200 \times 9 = 0$$

$$12800 + 5 \sigma - 1800 = 0 \quad \sigma = \frac{1100}{5} = 2200$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

مثال) اگر دمای سیم BC را به اندازه ΔT افزایش دهیم عکس العمل طبیعی سیم به کدام است؟
(تشت) P



$$\left(\nu \frac{P}{E} \right) L + \frac{FL}{E \times 2A} - \left(\alpha \Delta T L - \frac{FL}{EA} \right) = 0 \quad \frac{3}{2} \frac{FL}{EA} = \alpha \Delta T L + \nu \alpha \Delta T L$$

ریشه $\times$ طول ریشه $\times$ طول

$$F = \frac{2}{3} \left(\alpha \Delta T E + \nu \alpha \Delta T E \right) L$$

$$= \frac{5}{6} \alpha \Delta T E$$

روشن زرقام

$$\Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} = 0$$

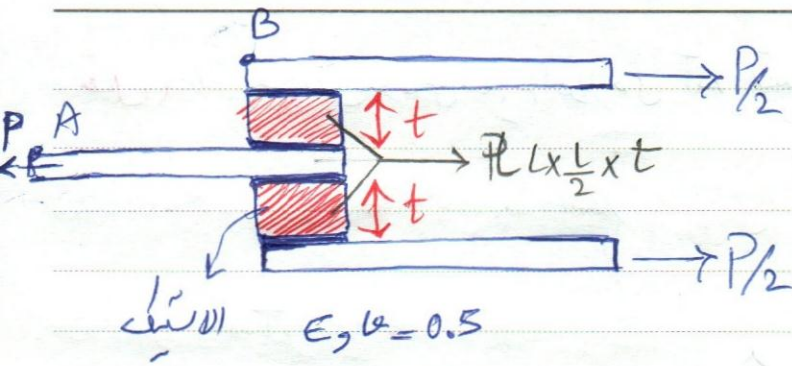
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{FL}{EA} + \alpha \Delta T L \\ \Delta x = \epsilon_x \times L = \left(\frac{\sigma_x}{E} + \alpha \Delta T \right) \times L \end{array} \right.$$

$$\Delta x = \epsilon_x L = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_x) \times L$$

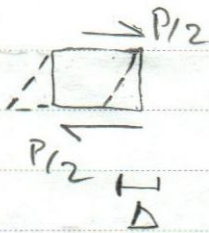
$$\frac{F}{A} + \alpha \Delta T E = \left(\frac{F}{2A} + \nu \alpha \Delta T E \right) = 0$$

روشن نشان

$$\frac{F}{2A} = -3 \quad F = -\frac{5}{6} \alpha \Delta T EA$$



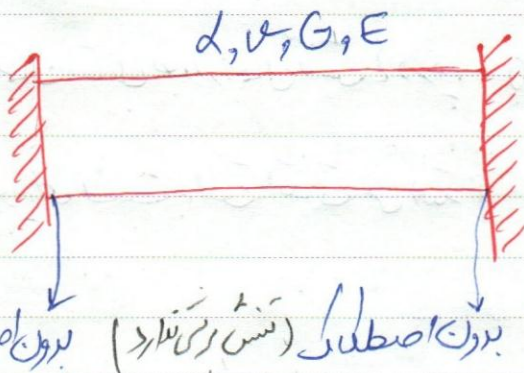
$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{E}{3}$$



$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} = \frac{P/2 / (L/2)}{E/3} = 3 \frac{P}{EL^2}$$

$$\Delta = \gamma_{xy} \times t = 3 \frac{Pt}{EL^2}$$

آر ۵ و ۱۶



$$\frac{E}{G} \times \Delta T \times R$$

مثال

برای اثر انقباضی کششی استخوانی به اندازه ΔT

بدون اصطکاک (کشش برش ندارد) بدون اصطکاک

تغییر شعاع میله هم ضریب انقباضی است؟

$$\Delta T \times K = \frac{FL}{EA}$$

$$\frac{-F}{A} = -\Delta T E$$

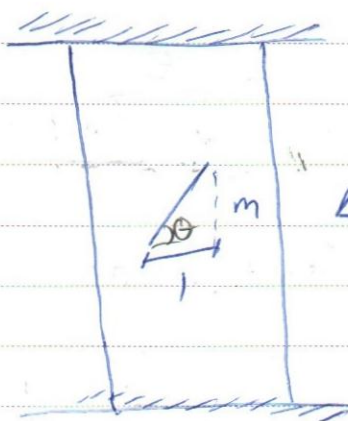
$$\epsilon_y = \frac{-\sigma_x}{E} \times \Delta T E + \Delta T R \Rightarrow \Delta R = (1+\nu) \Delta T R$$

$$\nu = \left(\frac{1}{2} \frac{E}{G} - 1 \right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} \left(\frac{E}{G} \right) - 1 \right) \Delta T + \Delta T$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{E}{G} \right) \Delta T$$

مثال) بر اثر افزایش دمای سطح انداز دای ΔT شب خط علامت زده تقریباً چقدر می شود.



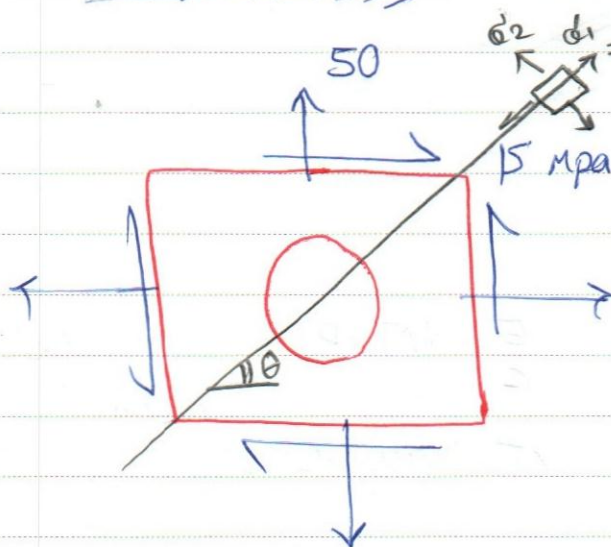
از سوال می باشد

$$\Delta R = (\nu + 1) \Delta T \cdot \alpha \cdot R$$

$$\epsilon_x = (\nu + 1) \Delta T \cdot \alpha$$

نسبت جدید = $\frac{m}{1 + \epsilon_x \times 1} \times \frac{\text{نرخ}}{\text{خرج}} = \frac{m(1 - \epsilon_x)}{1 - \epsilon_x^2}$

$$\phi_2 \phi_1 = m(1 - \epsilon_x) = m(1 - (\nu + 1) \alpha \Delta T \cdot R)$$



مثال) بزرگترین قطر یعنی ایجا ر شده در

المان مقابل بعد از اعمال تنش σ_x درجه 80

زاویه ای نسبت به افق اتفاق می افتد؟

$$67.5^\circ$$

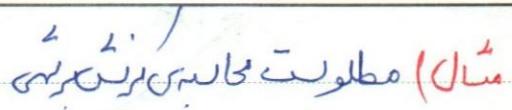
افتدار تنش کی اصلی و تنش کی اصلی همواره با یکدیگر یکسان می باشد.

$$|\tan 2\theta_1| = \frac{\tau_{xy}}{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)}{2}} = \frac{15}{\frac{(80 - 50)}{2}} = 1 \rightarrow 2\theta_1 = 45^\circ$$

$$\theta_1 = 22.5^\circ$$

در شکل این زاویه با محور قائم است با محور افقی 67.5° درجه می شود

۵۸ ۸۹ ۸۸ ۸۵ ۲۰ ۵۰ ۶۰


$$\gamma_{\text{eff}} = \frac{\tau_{\text{eff}}}{G}$$

باشد. صغری عمود بر آن 180° روی دایره ی موهر چرخیده و رأس دایره ی موهر است و سطح

اسے .

ہوڑ قطعہ برای

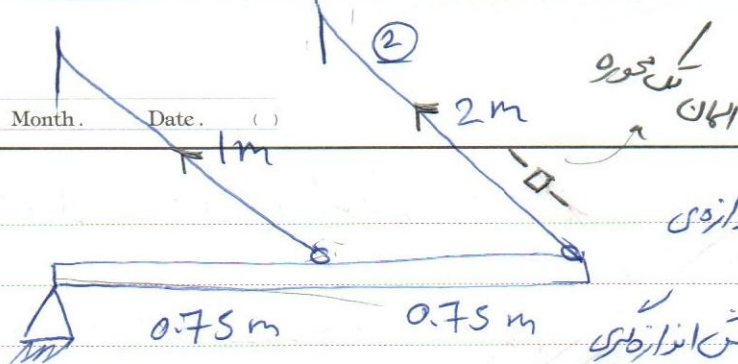
صفحات مقامہند

→ 16b

36

نرس / جی

$\delta \leftarrow$ هوربرس $\delta = \frac{\sigma}{G}$, $\sigma = G\delta$

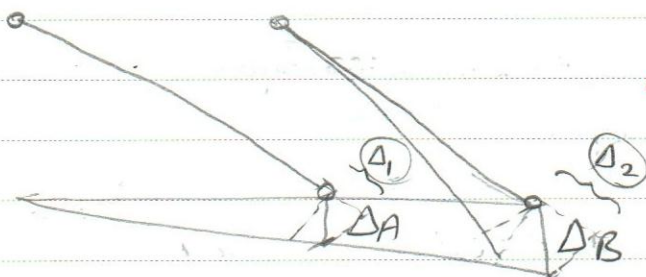


مثال ۱: دمای میل ۲ را به اندازه ی

ΔT افزایش می دهیم، اگر کرنش اندازگی

شده توسط کرنش پنج نصب شده در راستای میل ۲، $2.5 \times 10^{-5} \frac{m}{m}$ باشد تنش میل ۱ کدام

است؟ $E = 2 \times 10^{+6} \text{ kg/cm}^2$



$$\Delta_B = 2\Delta_A$$

$$\Delta_2 = E_2 \times L_2 = 2.5 \times 10^{-5} \times 200 = 5 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\frac{\Delta_2}{\sin \theta} = 2 \frac{\Delta_1}{\sin \theta}$$

$$\Delta_2 = 2\Delta_1$$

$$\Delta_1 = \frac{\Delta_2}{2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta_1}{L_1} = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{100} = 2.5 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_1 = E \epsilon_1 = 2 \times 10^{+6} \times 2.5 \times 10^{-5} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

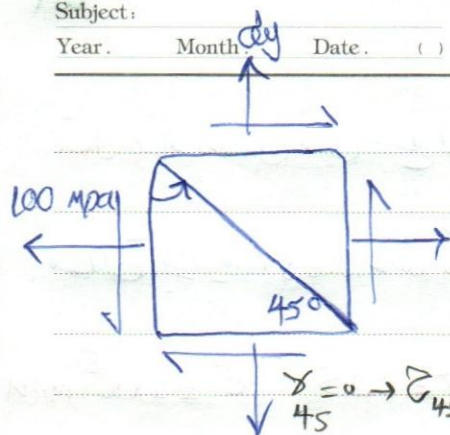
چاپی در سوال میل تنش کرنش عدالت در میل ۱ کدام است؟ ۲۵ kg/cm^2

Subject:

Year. Month. Date. ()

۹۴، ۵، ۱۹

مثال) اگر تنش عمودی و برشی در راستای قطر المان منفی باشد

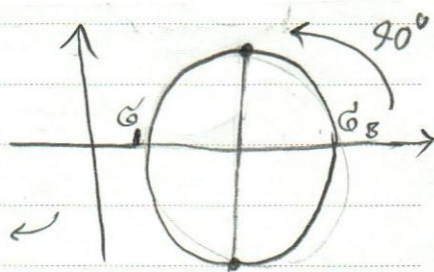
آنگاه $\epsilon_{45} = ?$ $\tau_{xy} = 0.25$ 

$$\tau_{45} = 0 \rightarrow \tau_{45} = 0 \rightarrow \tau_{\theta=45} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 90 + \tau_{xy} \cos 90 = 0$$

$$\sigma_x = \sigma_y = 100 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{45} = 0 \rightarrow \begin{cases} \frac{1}{E} (\sigma_1 - \nu \sigma_2) = 0 \\ \sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_x + \sigma_y = 100 + 100 = 200 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 40 \text{ MPa} \\ \sigma_2 = 160 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{\max} = \frac{160 - 40}{2} = 60 \text{ MPa}$$

یعنی ۹۰° می‌خورد بر روی محور اصلی پس $100 = \sigma_y = \sigma_x$

راه دوم

$$\epsilon_{45} = 0 = \epsilon_x \cos^2 45 + \epsilon_y \sin^2 45 - \frac{\gamma_{xy}}{2} \sin 90$$

$$\downarrow$$

$$\frac{1}{E} (100 - \nu_x 100) + \frac{1}{E} (100 - \nu_x 100) - \frac{\tau_{xy}}{G} \rightarrow \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$\rightarrow \tau_{xy} = 60 \text{ MPa} \checkmark$$

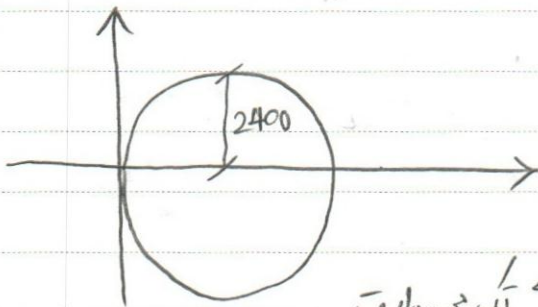
مثال ۱ اگر در المان تنش مسطح از یک سازه روی سطح آزاد آن قرار گرفته است، حداکثر کرنش برشی مطلق برابر 0.03 rad باشد. آنگاه حداکثر کرنش قائم ایجاد شده در این نقطه کدام است؟

$$\tau_{\max} = G \times \gamma_{\max}$$

$$\nu = 0.25 \quad E = 2 \times 10^5 \text{ mpa}$$

$$\frac{\tau_{\max}}{2(1+\nu)} = \frac{2 \times 10^5}{2(1+0.25)} = 0.8 \times 10^5 \text{ mpa}$$

در سطح آزاد تنش ای عمودی و برشی صفر می باشد و نه کرنش آن صافه یا سطح



$$\sigma_y = 4800$$

$$\epsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} = \frac{4800}{2 \times 10^5} = 2.4 \times 10^{-2} = 0.024$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu \sigma_x) = \frac{\sigma_y}{E}$$

مثال ۲ در یک المان صفحاتی کرنش ای اندازه گیری شده در دو راستای عمود بر هم برابر 20×10^{-6} و 10×10^{-6}

می باشد. اگر حداکثر تنش عمودی در این المان 600 kg/cm^2 باشد. آنگاه حداکثر تنش برشی در این

$$\nu = 0.5, E = 6 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_x + \sigma_y = \frac{E}{1-\nu} (\epsilon_y + \epsilon_x) = 60$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_x + \sigma_y \rightarrow \sigma_2 = -540$$

$$\tau_{\max} = R = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{600 - (-540)}{2} = 570 \text{ kg/cm}^2$$

مثال) در روی یک سطح دیوار مقدار کرنش در دو امتداد متعامد 6×10^{-4} و -0.0012 اندازه گیری شده است. با فرض اینکه روی سطح دیوار بار خارجی وارد نشود. مقدار کرنش در جهت عمود بر این دیوار

$$\left\{ \begin{aligned} \epsilon_x &= 0.0006 \\ \epsilon_y &= -0.0012 \end{aligned} \right.$$

لایم است؟ $E = 20 \text{ Mpa}$

$$\nu = 0.25$$

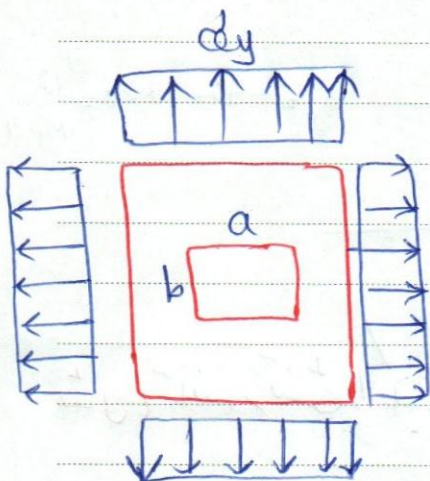
(جابجایی) -0.016

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} (\sigma_z - \nu (\sigma_x + \sigma_y)) \rightarrow \epsilon_z = 0.002$$

0.25

$$\sigma_x + \sigma_y = \frac{E}{1-\nu} (\epsilon_x + \epsilon_y) = \frac{20 \times 10^6}{1-0.25} (0.0006 - 0.0012)$$

$$\sigma_x + \sigma_y = -0.016$$



مثال) اگر در ورق مستطیل شکل نازک مقادیر تغییر ابعاد مشخص

ساخته صفحه مستطیل ثابت بماند. آنگاه کدام کرنش

$$\epsilon_A = \frac{\Delta A}{A} = 0$$

صحیح است؟

$$\epsilon_A = \frac{1-\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y) = 0 \rightarrow \sigma_x + \sigma_y = 0$$

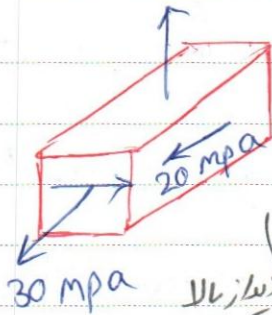
$$\epsilon_A = \epsilon_x + \epsilon_y = 0$$

$$\sigma_x + \sigma_y = 0 \quad (۲) \quad \checkmark$$

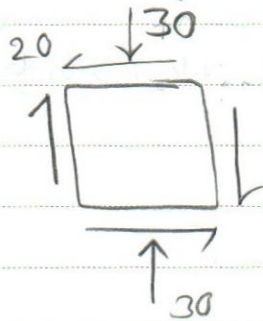
$$0 = a \epsilon_x + b \epsilon_y \quad (۱)$$

$$\nu = \frac{1}{2} \quad (۳)$$

$$\sigma_x + \sigma_y = 0 \quad (۳)$$



(باز بالا)



مثال اگر در این مقابل تنش برشی حداکثر برابر 26 MPa

باشد آنگاه کدام است؟

$$\sigma_{ave} = \frac{-30 + 0}{2} = -15$$

$$R = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25$$

$$\downarrow$$

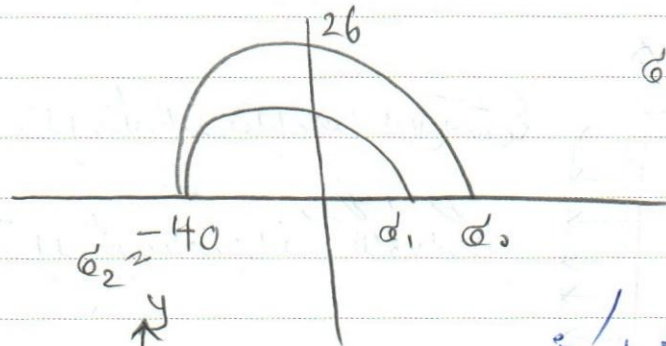
$$\left(\frac{(30 - 0)}{2} \right)^2$$

$$\sigma_{ave} + R \rightarrow \sigma_1 = 10 = -15 + 25$$

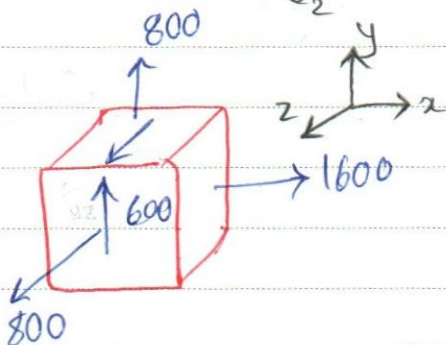
$$\sigma_2 = -40 = -15 - 25$$

$$\sigma_{ave} - R$$

$R_{max} = 26 > 25 \rightarrow$ دایره موهر باید ترسیم باشد



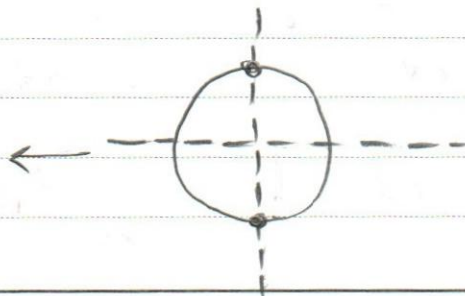
$$\sigma_0 = -40 + 2 \times 26 = 12 \text{ MPa}$$



$$\sigma = \begin{bmatrix} 1600 & 0 & 0 \\ 0 & 800 & 600 \\ 0 & 600 & 800 \end{bmatrix}$$

مثال تنش را بیابید

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 200 \\ \sigma_2 = -1400 \end{array} \right.$$

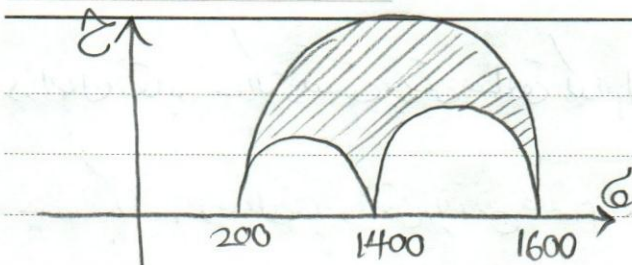


تنش های اصلی را بیابید

رسم دایره ای موهر

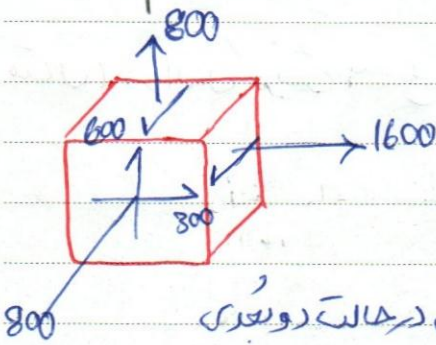
Subject :

Year . Month . Date . ()



$$\sum_{max} = 700$$

چرا جوابی نیست؟ یعنی اصلی همان مقادیر کدام است؟



1600	0	300
0	800	600
300	600	800

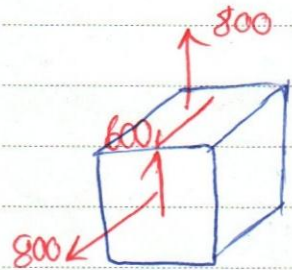
نکته: در این ۳ بعدی در صورتی می توان از روابط تنش در حالت دو بعدی

استفاده نمود که صفحات این ۳ بعدی حداکثر یک تنش برشی وجود داشته باشد و حالت تنش

سطح برقرار کرد.

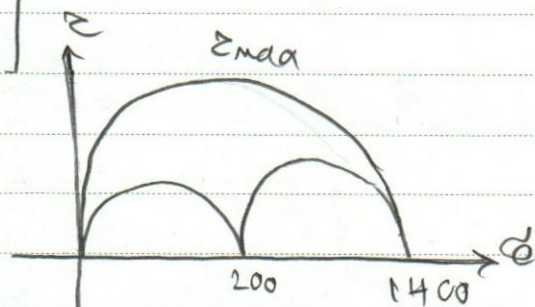
اگر در یک همان ۳ بعدی بتوان دو بعدی باز کرد، آنگاه می بایست برای محاسبه تنش های اصلی

از این نکته استفاده کرد که: مقادیر ویژه تانور تنش = مقادیر تنش های اصلی

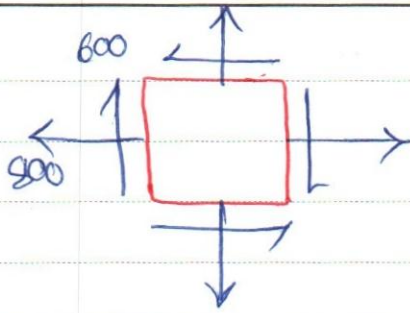


0	0	0
0	800	600
0	600	800

چرا جوابی: تانور تنش را رسم کنید.



$$\sum_{max} = 700$$

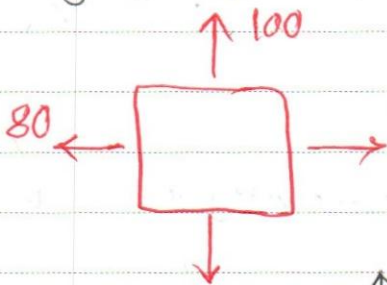


در حالت معادل تنش برشی مطلق کدام است؟

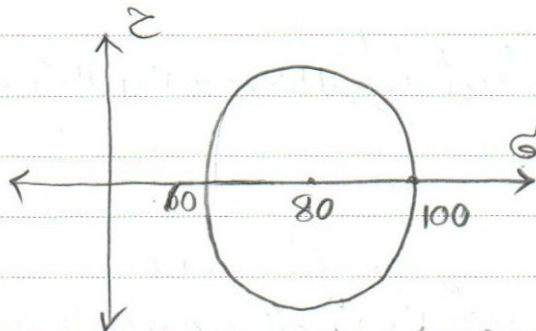
چون گفته (مطلق یا واقعی یا خارج صفر) پس باید

$$\sigma_{max} = 700 \leftarrow \text{صفر را هم در نظر بگیریم}$$

مثال) در حالت کرنش مسطح نشان داده شد، حدالتر تنش برشی کدام است؟ $\nu = \frac{1}{3}$



$$\begin{aligned} \text{کرنش مسطح} \rightarrow \epsilon_z &= \frac{1}{E} (\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)) = 0 \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &\quad \frac{1}{3} \quad 100 \quad 80 \\ \Rightarrow \sigma_z &= 60 \end{aligned}$$



$$\sigma_{max} = 20$$

در حالت کرنش مسطح معمولاً وضعیت تنش سه محوره می باشد.

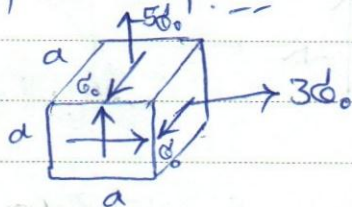
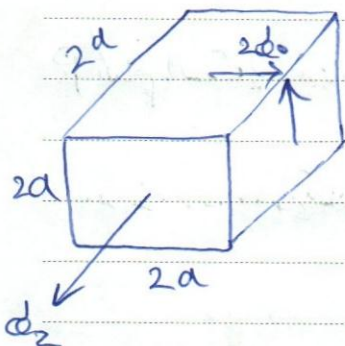
$$\text{کرنش مسطح} \rightarrow \epsilon_z = 0, \tau_{zx} = 0, \tau_{zy} = 0$$

57

Subject:

Year. Month. Date. ()

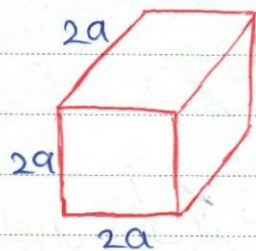
مثال مقدار d_2 چقدر باشد تا تغییر حجم دو المان با هم برابر شود؟



$$\epsilon_v = \frac{\Delta V}{V} \quad \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \rightarrow \frac{1-2\nu}{E} (3d_0 + 5d_0 + 0) \times a^3 = \frac{1-2\nu}{E} (d_2 + 0 + 0) \times 8a^3$$

$$d_2 = d_0 \quad \checkmark$$



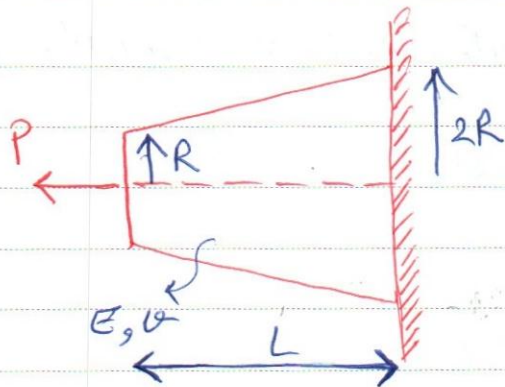
دمای المان 3 را چقدر افزایش دهیم تا تغییر حجم این المان

با المان 1 برابر شود؟

$$\Delta V_3 = \epsilon_v \times V_3$$

$$\epsilon_v = \frac{1-\nu}{E} (d_x + d_y + d_z) + 3\alpha \Delta T$$

$$(3\alpha \Delta T) \times (2a)^3 = \frac{1-2\nu}{E} (8d_0) \times a^3 \rightarrow \Delta T = \frac{1-2\nu}{E\alpha} \times \frac{1}{3} d_0$$



مثال تغییر حجم بدنه کشوری مقابل بعد از اعمال بار

پ کدام است؟

$$\epsilon_v = \frac{1-2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$$

$$\epsilon_v = \frac{\Delta V}{V} \rightarrow \Delta V = \epsilon_v \times V \rightarrow d(\Delta V) = \epsilon_v \times dV$$

$$\Delta V = \int \epsilon_v \times dV$$

$$\epsilon_v = \frac{1-2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$$

$$\sigma_x = \frac{P}{A(x)}$$

$$\Delta V = \int_0^L \frac{(1-2\nu)}{E} \times \frac{P}{A(x)} \times (A(x) \times dx)$$

$$= \int_0^L \frac{(1-2\nu)}{E} \times P \, dx$$

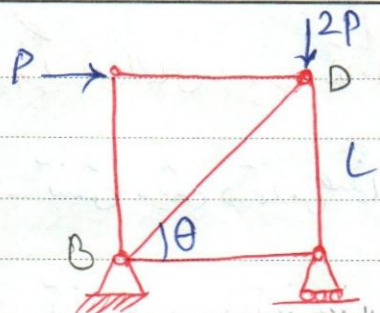
$$\Delta V = \frac{1-2\nu}{E} PL \quad \checkmark$$

جوابی: یک تغییر بزرگی $T = PL$ در سازه اضافه شود، تغییر حجم آن کدام است؟

در فصل بعدی مقاومت یاد می‌گیریم که ناشی از تغییر بزرگی، تنش برشی ایجاد می‌شود. که تنش

برشی باعث تغییر حجم، تغییر سطح همان و همچنین باعث تغییر طول اضلاع نمی‌شود. بنابراین اثر

تنش اعمال شده تا اثر در تغییر همان حجم ندارد.



مثال ۱ مقدار θ مقدار باشد و وزن مدی BD

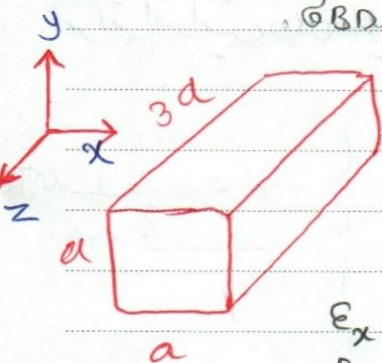
منیم شود؟

$$W_B = 8 V_{BD}$$

$$V_{BD} = A_{BD} \times L_{BD} \times \frac{1}{\sin \theta}$$

$$\phi_{BD} = \frac{(P/\cos \theta)}{A_{BD}} \rightarrow A_{BD} = \frac{P/\cos \theta}{\phi_{BD}}$$

$$\Rightarrow V_{BD} = \frac{PL}{\phi_{BD}} \times \frac{1}{\sin \theta \times \cos \theta} \rightarrow \sin 2\theta = 1 \rightarrow \theta = 45^\circ \checkmark$$

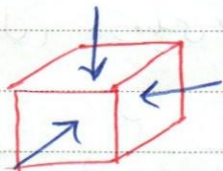


مثال ۲ تمام اطراف مدی نشان داده توسط یک ماده صلبی

بسته است با افزایش دما به میزان ΔT تنش ای در شده و یک ماده

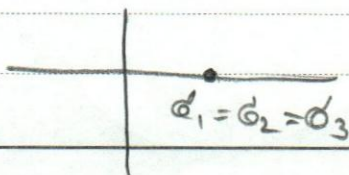
$$\begin{aligned} \epsilon_x = 0 &\rightarrow \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)) + \alpha \Delta T = 0 \\ \epsilon_y = 0 &\rightarrow \frac{1}{E} (\dots \\ \epsilon_z = 0 &\rightarrow \frac{1}{E} (\dots \end{aligned}$$

$$\rightarrow \frac{1 + \nu}{E} \sigma = -\alpha \Delta T \rightarrow \sigma = \frac{E}{1 + \nu} \alpha \Delta T$$



پراچایی احاطه تنش برش ای در شده کدام است؟

المان هیدرواستاتیک است $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ پس دایرهی موهر نقطه است



ویژگی‌های المان هیدرواستاتیک

۱- تنش برشی در تمام صفحات صفر می‌باشد

۲- تنش عمودی در تمام صفحات هم از نظر مقدار و هم از نظر علامت برابر می‌باشد

۳- دایره موهر آن یک نقطه می‌باشد

چرا جوابی؟ اگر بپذیری صلب فقط از جهت طولی توسط یک لایه‌ای صلب جدا شده باشد و نگاه کن

بر اثر افزایش دما صلب به اندازه ΔT تغییر حجم می‌دهد کدام است؟

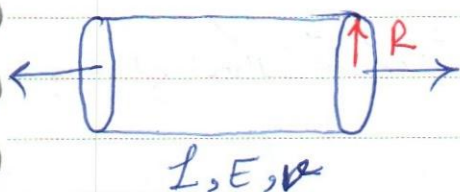
$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_x = 0 \rightarrow \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu(\sigma_x + \sigma_z)) + \alpha \Delta T = 0 \\ \epsilon_y = 0 \rightarrow \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)) + \alpha \Delta T = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \sigma_x = \sigma_y = \frac{1}{1-\nu} \alpha \Delta T E$$

$$\epsilon_v = \frac{\Delta V}{V} = 0 \rightarrow \Delta V = \frac{3(1+\nu)}{(1-\nu)} \alpha \Delta T a^3 \rightarrow \text{درست می‌آید}$$

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

دکتر ۹۱

مثال) در سویی مقابل در صفحاتی که تنش عمودی آن

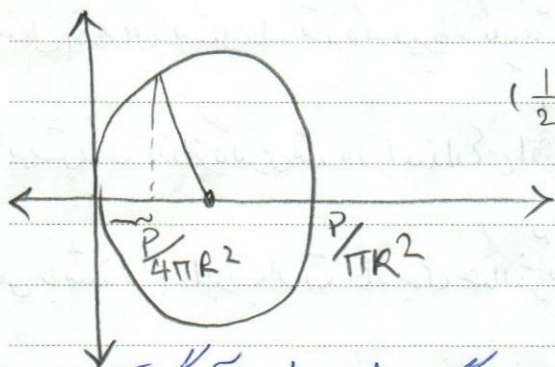


صفحه $\frac{1}{4} \frac{\rho}{\pi R^2}$ می‌باشد، تنش برشی آن صفر خواهد

می‌باشد

Subject:

Year. Month. Date. ()



$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2 + x^2 \rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\sigma_\theta = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{P}{\pi R^2}$$

جوابی: اگر از تغییر شکل جانبی میدان استوانه ای جلوگیری شده باشد، آنگاه تغییر طول محوری

$$\Delta x = \epsilon_x \times L$$

مید کدام است؟

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z))$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_x = 0 \rightarrow \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)) = 0 \\ \epsilon_y = 0 \rightarrow \frac{1}{E} (\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)) = 0 \end{array} \right.$$

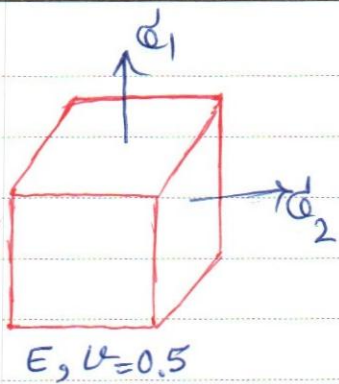
$$\rightarrow \sigma_y = \sigma_z = \frac{\nu}{1-\nu} \frac{P}{\pi R^2}$$

$$\rightarrow \Delta x = \frac{1-\nu-2\nu^2}{1-\nu} \frac{PL}{E\pi R^2}$$

جوابی: اگر سطح جانبی استوانه که بسته بود، میدان مصالح تراکم ناپذیر ساخته شده باشد، آنگاه

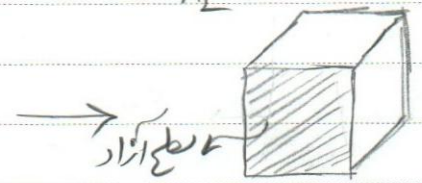
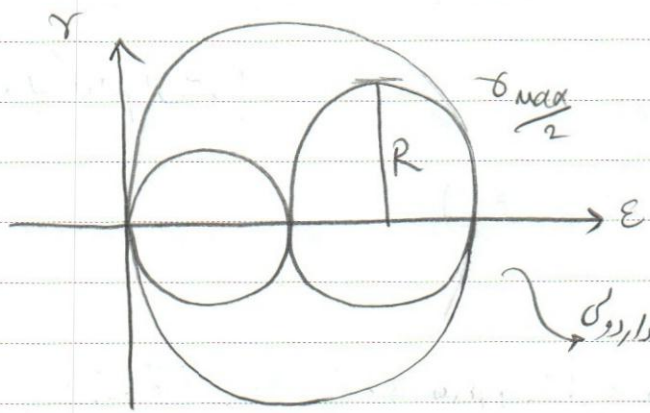
تغییر طول محوری میدان کدام است؟

$$\text{تراکم ناپذیر} \rightarrow \nu = 0.5 \rightarrow \Delta x = 0$$



مثال در حالت نشان داده شده که مربوط به یک نقطه از جیبی می باشد
 کرنش های اندازه گیری شده در امتدادی اصلی برابر ۲۸ و ۶۴
 می باشند. مطلوب است محاسبه حد اکثر تنش برشی در این

نقطه از جیب؟ $G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{E}{3}$
 $\sigma_{max} = G \times \gamma_{max}$



خطایته جهت کرنش ندارد
 کرنش دارد

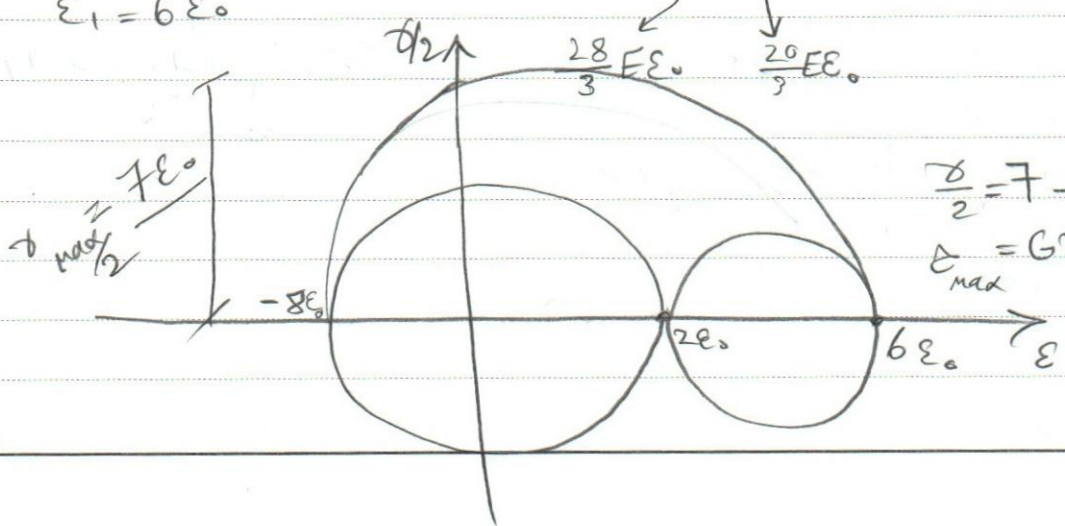
$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_1 + \nu \epsilon_2) \\ \sigma_2 &= \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_2 + \nu \epsilon_1) \end{aligned} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{28}{3} E \epsilon_0 \\ \sigma_2 &= \frac{20}{3} E \epsilon_0 \end{aligned} \right.$$

$\sigma_{max} = \frac{14}{3} E \epsilon_0$

راه دوم

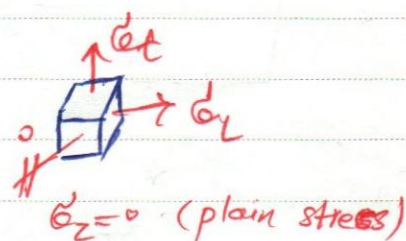
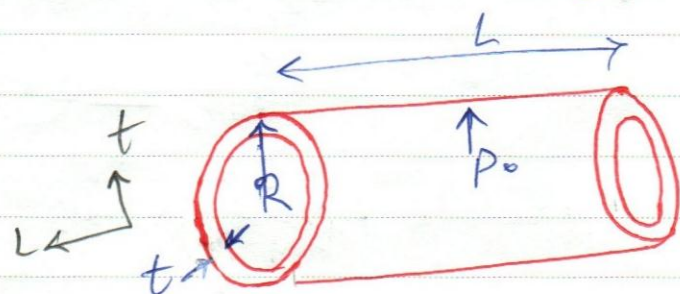
$\epsilon_2 = 2 \epsilon_0$
 $\epsilon_1 = 6 \epsilon_0$

$\epsilon_3 = \frac{1}{E} (\sigma_3 - \nu(\sigma_1 + \sigma_2)) \rightarrow \epsilon_3 = -8 \epsilon_0$



$\frac{\sigma}{2} = 7 \rightarrow \gamma = 14 \epsilon_0$
 $\sigma_{max} = G \gamma = \frac{14}{3} E \epsilon_0$

مثال ۱ در مخزن جدار نازک دایره ای به شعاع متوسط R و ضخامت t که تحت فشار داخلی ثابت P_0 قرار دارد، مطلوبیت محاسبی تنش طولی ایجاد شده در مخزن و شعاعی



مخازن جدار نازک از قانون تنش مسطح بقیه می‌گردد (plane stress) مگر اینکه آنها در مخزن

بسته فروتن شود.

فروتنی کند آنها را این استوانه چگونه بسته شود هر طور بسته شود فشار عمود بر سطح است.

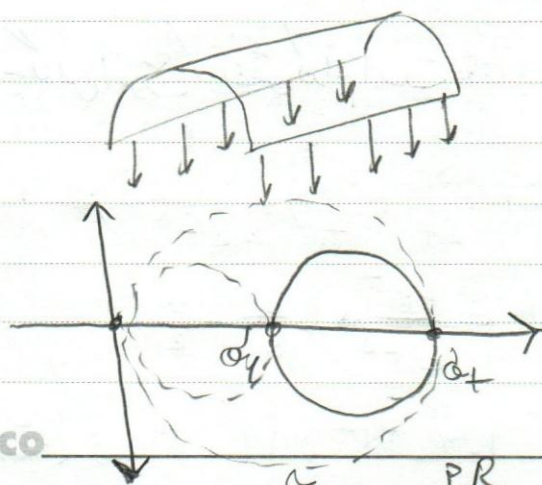
$$\sum F_L = 0 \quad \sigma_L \times (2\pi R \times t) = P_0 (\pi R^2) \rightarrow \sigma_L = \frac{P_0 R}{2t}$$

$$\int_0^\pi r d\theta \times P_0 \sin\theta = r P_0 (-\cos\theta) \Big|_0^\pi = 2P_0 R L$$

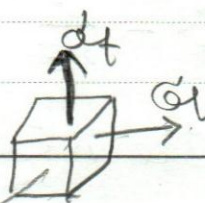
$$2P_0 R L = 2\sigma_t t \times L$$

$$\sigma_t = \frac{P_0 R}{t}$$

حد اکثر تنش برشی ایجاد شده در این مخزن

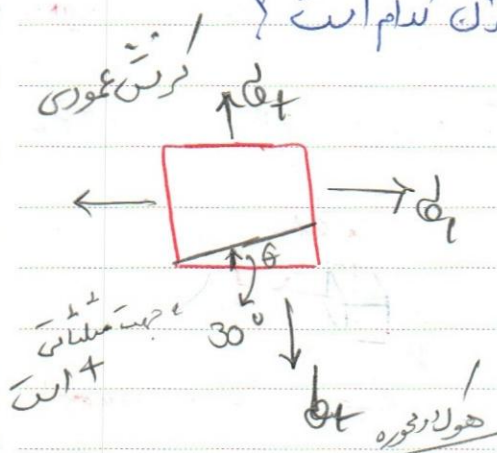


$$\sigma_{max} = \frac{PR}{2t}$$



دایره ای موهر

۱) کرنش عمودی در راستای 30° نسبت به افق در جدار مخزن کدام است؟



$$\epsilon_{\theta} = \epsilon_x \cos^2 \theta + \epsilon_y \sin^2 \theta - \frac{\gamma_{xy}}{2} \sin 60$$

$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{\gamma_{xy}}{2} = \frac{\gamma_{xy}}{G} = 0$

چون در افق هیچ تنش نداریم

$$\epsilon_{\theta} = \frac{1}{E} (d_L - \nu d_t) \left(\frac{3}{4}\right) + \frac{1}{E} (d_t - \nu d_L) \left(\frac{1}{4}\right) - 0$$

$$= \frac{PR}{Et} \left(\frac{1}{2} - \nu\right) \times \frac{3}{4} + \frac{PR}{Et} \left(1 - \frac{\nu}{2}\right) \frac{1}{4} = \frac{PR}{Et} \left(\frac{5}{8} - \frac{7\nu}{8}\right)$$

۲) تغییرات ضخامت مخزن کدام است؟

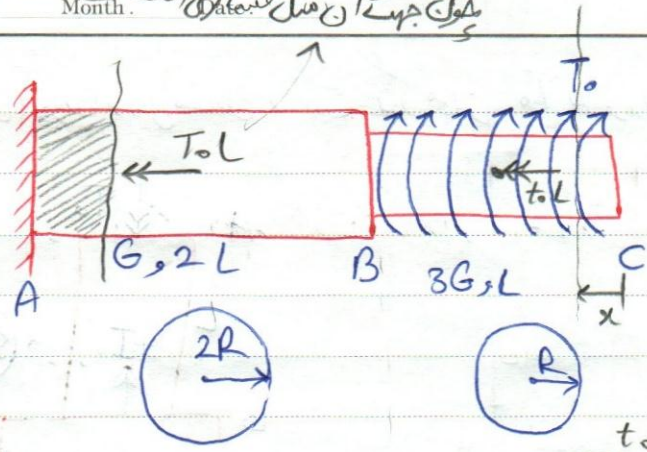
$$\epsilon_z = \frac{1}{E} (d_z - \nu (d_L + d_t)) = -\frac{\nu}{E} (d_L + d_t)$$

۳) همواره می توان در سائیل تنش سطحی یا plane stress از روابط مربوط به کرنش سطح استفاده نمود.

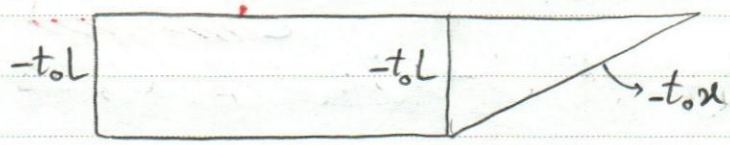
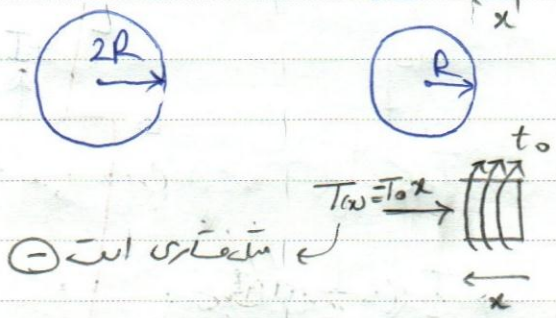
۴) محاسبه انرژی کرنش کدام است؟

$$U_0 = \frac{1}{2E} \left(\left(\frac{PR}{2t}\right)^2 + (PR)^2 \right) - \frac{\nu}{E} \left(\frac{PR}{2t} \times \frac{PR}{t} \right) + \frac{1}{2G} (0)$$

$$= \frac{5}{8E} \left(\frac{PR}{t}\right)^2 - \frac{\nu}{2E} \left(\frac{PR}{t}\right)^2 = \frac{PR^2}{Et^2} \times \left(\frac{5}{8} - \frac{\nu}{2}\right)$$



مثال) نمودار انحراف کشش را رسم کنید



می توان از ماعت نمودار استفاده کرد

$$\phi_C = \phi_{C/A} = \phi_{C/B} + \phi_{B/A} = -\frac{7}{12} \frac{t_0 L^2}{G J_{AB}}$$

$$\int \frac{T(x) dx}{G J_{BC}} = \frac{-t_0 L^2}{6 G J_{BC}} \quad \frac{\pi (2R)^4}{2}$$

تمرین) مطلوب است محاسبه زاویه پیچش در فاصلی $\frac{L}{3}$ از C

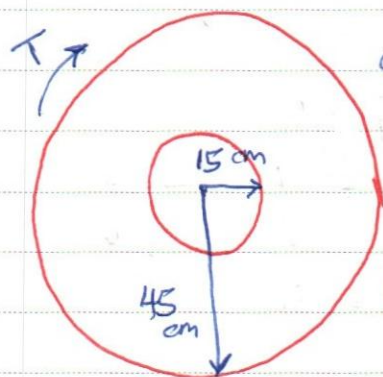
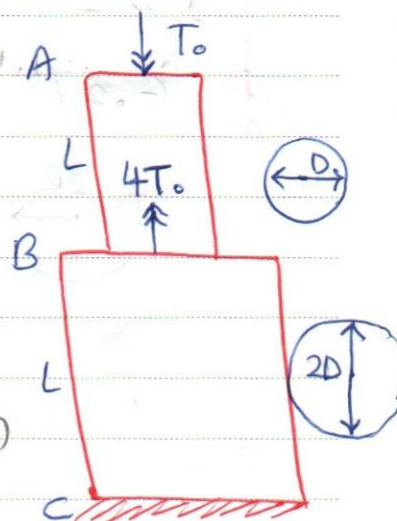
مثال) در سازه مقابل نسبت گیر مجاز T_0 به وزن سازه کدام است؟ T_0 مجاز = W وزن

$$L_g = \gamma \left[\frac{\pi D^2}{4} \times L + \frac{\pi (2D)^2}{4} \times L \right]$$

$$AB: \tau_m = \frac{(T_0) \times D/2}{J_{AB}} \leq \tau_a \rightarrow T_0 \leq \frac{1}{16} (\pi D^3 \times \tau_a)$$

$$BC: \tau_m = \frac{(3T_0) \times D}{J_{BC}} \leq \tau_a \rightarrow T_0 \leq \frac{1}{6} (\pi D^3 \times \tau_a)$$

$$\frac{T_0}{W} = \frac{\frac{1}{16} (\pi D^3 \times \tau_a)}{\frac{5 (\pi D^2 L \gamma)}{4}} = \frac{1}{20}$$



مثال) اگر کرنش برشی در جدار داخلی مقطع توخالی نشان داده

شده، برابر با 0.004 رادیان باشد، آنگاه حداکثر

نشیش برشی حداکثر ایجاد شده در این مقطع $G = 8 \text{ GPa}$

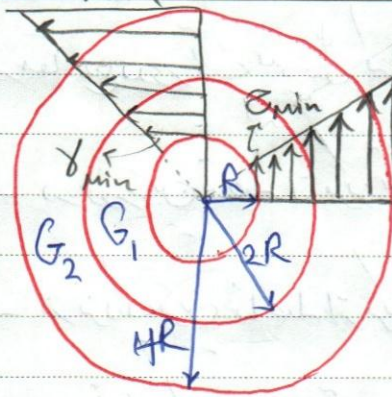
$$\frac{15}{0.004} = \frac{45}{\alpha} \rightarrow \alpha = 0.012$$

$$\tau_{max} = G \times \alpha = 0.012 \times 8 = 0.096 = 96 \text{ mpa}$$

چند Mpa می باشد؟

$$J = \frac{\pi}{2} (45^4 - 15^4)$$

$$T = \frac{\tau_{max} J}{R_o} = \frac{96 \text{ mpa} \times J}{45 \text{ cm}}$$



مثال ۱- مقاومت بیش مقطع کدام است؟

$$\sigma_{max} = \frac{T \times (4R)}{J_{total}} \leq \sigma_y$$

$$J_{total} = \frac{\pi (4R)^4}{2} - \frac{\pi (R)^4}{2}$$

$$G_1 = G_2$$

$$T \leq \frac{255}{8} (\pi R^3 \times \sigma_y)$$

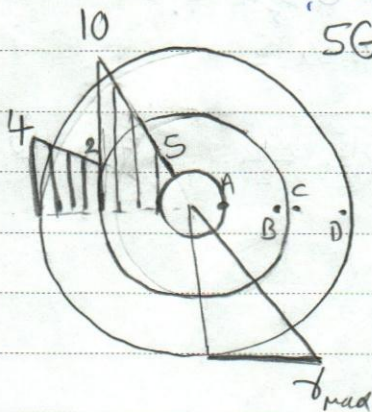
یعنی تنش برش مجاز مصالح

۲- توزیع تنش برش ۳- توزیع کرنش برش

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} = \frac{4R}{R} = 4$$

۴- نسبت تنش برش max به min

۵- اگر $G_1 = 5G_2$ باشد آنگاه $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}}$ کدام است؟



$$\sigma_A = G_1 \times R \times \left(\frac{d\phi}{dx}\right) = 5$$

$$\sigma_B = G_1 \times 2R \times (r) = 10 \rightarrow \text{max}$$

$$\sigma_C = G_2 \times 2R \times (r) = 2 \rightarrow \text{min}$$

$$\sigma_D = G_2 \times 4R \times (r) = 4$$

۶- توزیع تنش برش را رسم کنید.

۷- توزیع کرنش برش را رسم کنید.

۸- در سوال قبل ظرفیت با مقاومت بیش مقطع کدام است.

$$\sigma_{max} = \frac{T_1 \times (2R)}{J_1} \leq \sigma_y$$

$$J_1 = \frac{\pi (2R)^4}{2} - \frac{\pi (R)^4}{2} = \frac{15}{2} \pi R^4$$

در مقاطع دورگت میس که غیر همگون می باشد، نکات زیر را داریم :

۱- در دورترین فاصله از مرکز تنش برش حداکثر لزوماً اتفاق نمی افتد.

۲- در نزدیک ترین فاصله از مرکز، تنش برش حداقل لزوماً اتفاق نمی افتد.

۳- در مرکز مشترک بین دو قسمت (جین)، تنش برش پرش دارد.

۴- توزیع تنش برش در هر قسمت از جین خطی است.

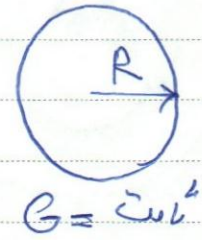
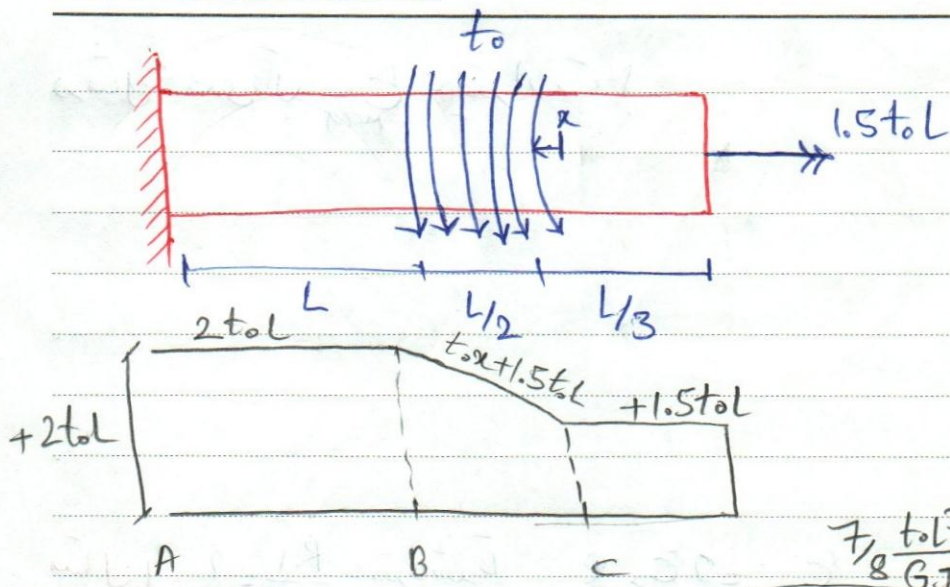
۵- توزیع برش ناشی از میس در یک مقطع خطی می باشد به طوریکه در دورترین فاصله از مرکز، حداکثر بوده و پرش ندارد.

$$T_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \times T_{01} = \frac{\frac{G_1 J_1}{L}}{\frac{G_1 J_1}{L} + \frac{G_2 J_2}{L}} = \frac{5 \times \frac{15}{2}}{5 \times \frac{15}{2} + \frac{240}{2}} = \frac{75}{75 + 240} = \frac{5}{21}$$

$$k = \frac{GJ}{L}$$

$$J_2 = \frac{\pi}{2} ((4R)^4 - (2R)^4) = 120 \pi R^4$$

$$\left(\frac{5}{21} \times T \right) \times (2R) < \tau_y \rightarrow T < \frac{63}{4} \quad \checkmark$$

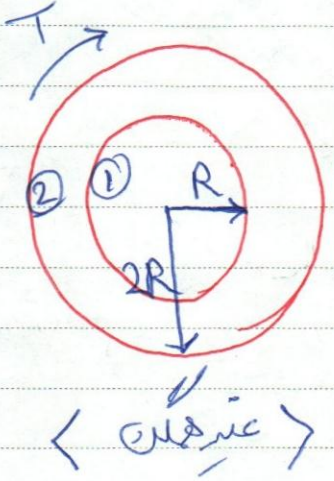


$$1) \phi_c = \phi_{C/A} = \phi_{C/B} + \phi_{B/A} = \int \frac{\frac{1}{2}(t_0x + 1.5t_0L)}{GJ} dx + \frac{(2t_0L) \times L}{GJ}$$

$$= \frac{23}{8} \frac{t_0L^2}{GJ} \rightarrow \frac{\pi R^4}{2}$$

2) ✓

$$3) \tau_{max} = \frac{T_{max} \times R}{J} = \frac{4t_0L}{\pi R^4}$$



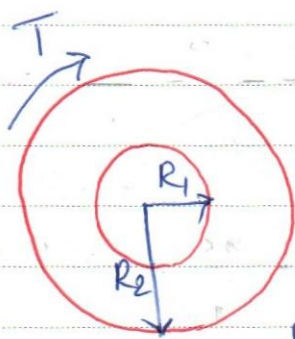
$$\phi = \frac{T_1 \times L}{G_1 J_1} = \frac{T_2 \times L}{G_2 J_2} = \frac{TL}{G_1 J_1 + G_2 J_2}$$

$$= \frac{2}{31} \frac{TL}{\pi R^4 G}$$

$$\tau_{max} = \frac{G_1 J_1}{G_1 J_1 + G_2 J_2} \times T = \frac{T}{31} \quad T_2 = \frac{30}{31} T$$

$$\frac{\pi R^4}{2} \quad \frac{\pi (2R)^4}{2} \quad \frac{\pi (R)^4}{2}$$

در مثال صفحه قبل τ_{max} چقدر است؟



$$\tau_{y1} = 2\tau_{y2}$$

$$G_1 = 4G_2$$

مثال ۱ $\frac{R_1}{R_2} = ?$ چقدر باشد؟

طراحی مقطع بهینه باشد؟

طراحی در یک مقطع زمانی بهینه می باشد که تمام مصالح مقطع همزمان و با هم

به تنش نهان خود رسیده باشند زیرا

در این صورت از حداکثر ظرفیت مصالح استفاده می شود.

$$\left(\frac{G_1 \times J_1}{G_1 J_1 + G_2 J_2} \times T \right) \times R_1 = 2 \times \left(\frac{G_2 \times J_2}{G_1 J_1 + G_2 J_2} \times T \right) \times R_2$$

$$4R_1 = 2R_2 \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$$

$$\tau_{max1} = \frac{T_1 R_1}{J_1} = 2 \times \frac{T_2 R_2}{J_2}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum \textcircled{1} &= G_1 \times \underbrace{\left(R_1 \times \frac{d\phi}{dx} \right)}_{\gamma} = \tau_{y1} \\ \sum \textcircled{2} &= G_2 \times \underbrace{\left(R_2 \times \frac{d\phi}{dx} \right)}_{\gamma} = \tau_{y2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{G_1 \times R_1}{G_2 \times R_2} &= \frac{\tau_{y1}}{\tau_{y2}} \\ &\rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

۵۲۸ ۵۳۰ ۵۳۱

۵۴

۵۶

۵۸

۶۰

۶۲

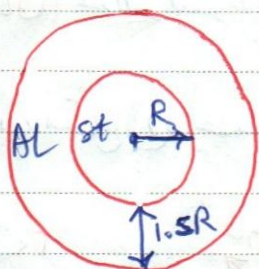
۶۴

۶۶

۱۳

مثال) در لحظه‌ای که اولین نقطه از فولاد تسلیم شده باشد

مداخلت کرنش برش در آلومینوم کدام است؟



$$G_{ST} = 900$$

$$G_{AL} = 800 \text{ kg/cm}^2$$

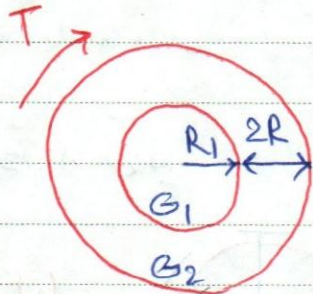
$$G_{ST} = 3 G_{AL} = 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta_{max,1} = G_{ST} \times R \times \frac{d\phi}{dz}$$

$$\theta_{max,2} = G_{AL} \times 2.5R \times \frac{d\phi}{dz}$$

$$\frac{900}{1} = \frac{3}{2.5} \times \frac{1}{2.5} \rightarrow \theta_{max} = 750$$

$$\theta_{max} = \frac{\theta_{max}}{G_{AL}} = \frac{750}{10^5/3} = 2.25 \times 10^{-2} \text{ Rad}$$



$$\frac{G_1}{G_2} = ? \quad \text{نسبت } \frac{G_1}{G_2} \text{ چقدر باشد تا } \frac{2}{3} \text{ تدریس}$$

اعمال شده توسط قسمت 2 از مقطع تحمل شود

$$2 \frac{(G_1 J_1) T}{G_1 J_1 + G_2 J_2} = \frac{(G_2 J_2) T}{G_1 J_1 + G_2 J_2}$$

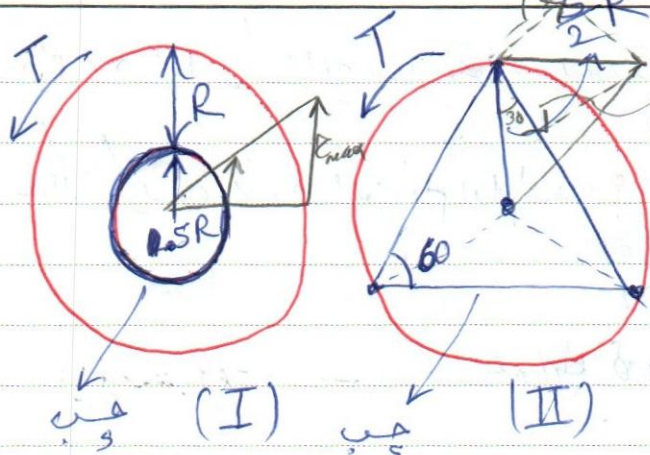
$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{1}{2} \frac{J_2}{J_1} = \frac{80}{2} = 40$$

$$J_2 = \frac{\pi R_2^4}{2} - \frac{\pi R_1^4}{2}$$

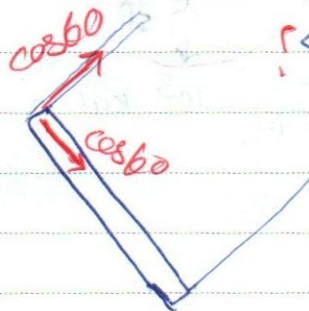
مقدار ϕ در این مقطع چقدر است؟

$$\phi = \frac{T \times L}{G_1 J_1 + G_2 J_2} = \frac{1}{60} \frac{T L}{G_2 \pi R^4}$$

$$\text{PAPCO } 40 G_2 \quad \downarrow \pi R^4 \quad \downarrow \frac{80 \pi R^4}{2}$$



مسئله: حداقل تنش برشی ایجاد شده در
 حباب مقطع (2) به حباب مقطع (1) کدام
 است؟

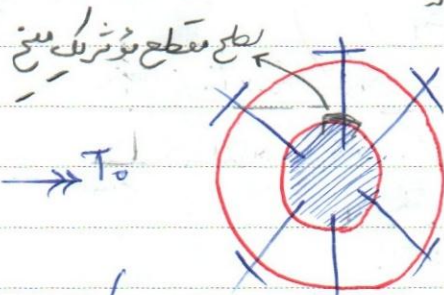
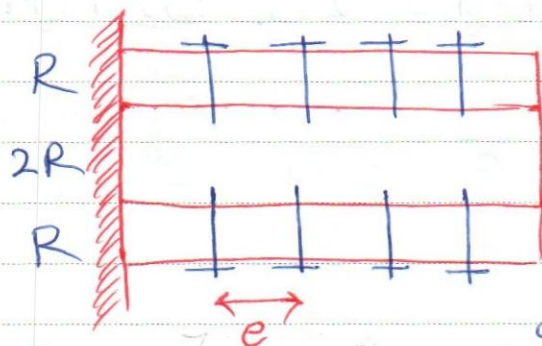


$$\frac{\sigma_{max}^{II}}{\sigma_{max}^{I}} = \frac{\frac{T \times 2.5R}{J_{II}} \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{\frac{T \times 1.5R}{J_{I}}} = \frac{5\sqrt{3}}{6}$$

$$\sigma_{max}^{II} = \frac{T \times 2.5R}{J_{II}} \times \begin{cases} \sin 60 \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos 60 \rightarrow \frac{1}{2} \end{cases}$$

در صفحه ای که ما می بینیم تنش $\sin 60$ کششی است ولی این تنش در طول عضو صورت

برش در می آید. ۱۵، ۲۱، ۳۰ و ۲۵ و ۳۳

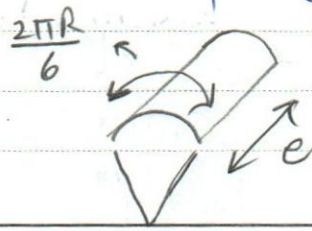


اگر F ضربه مجاز می باشد، آنگاه حداقل فاصله
 طولی میخ کدام است؟

$$\sigma_{میخ} = \frac{T \times R}{J_{II}} \rightarrow \frac{\pi (2R)^4}{2}$$

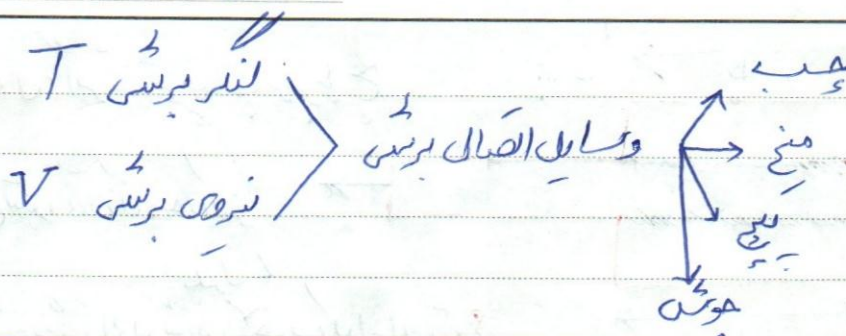
$$F_{میخ} = \sigma_{میخ} \times A_{میخ} \leq F_0$$

$$\rightarrow ex \frac{(2\pi R)}{6}$$



Subject :

Year . Month . Date . ()



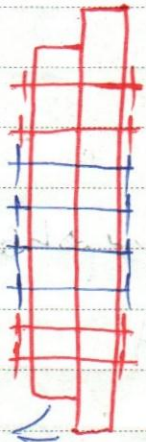
$$e \leq \frac{24 F_o R^2}{T_o}$$

← طرح سوال قبل

مثال: تنش برشی در پیچ های ریف ا کدام است؟

n_1, G_1, A_1, R_1

n_2, G_2, A_2, R_2



$$T = (E_1 \times A_1 \times n_1) \times R_1 + (E_2 \times A_2 \times n_2) \times R_2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{G_1 \delta_1}{G_2 \delta_2} = \frac{G_1 \times R_1 \times \frac{d\phi}{dx}}{G_2 \times R_2 \times \frac{d\phi}{dx}}$$

$$E_2 = \frac{G_2 R_2}{G_1 R_1} E_1$$

دو ریف به هم متصل شده اند

$$\tau_1 = \frac{T}{n_1 R_1 A_1 + n_2 R_2 A_2 \times \frac{(G_2 R_2)}{G_1 R_1}} = \frac{(G_1 R_1) \times T}{(n_1 R_1 A_1 \times G_1 R_1) + (n_2 R_2 A_2 \times G_2 R_2)}$$

Subject:

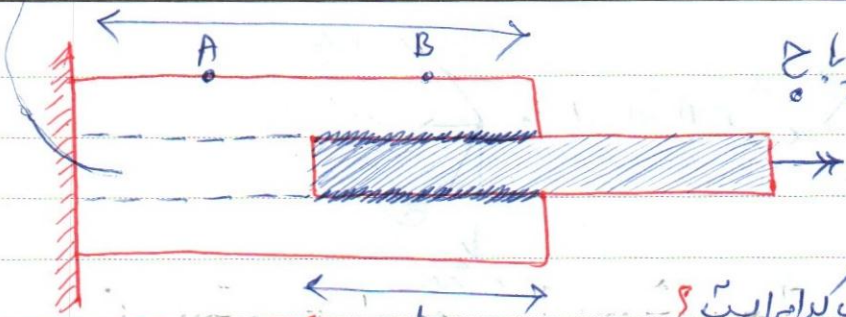
تو خالی

Year:

Month:

Date:

()



مثال ۵) انرژی کششی حسب برابر یا چ

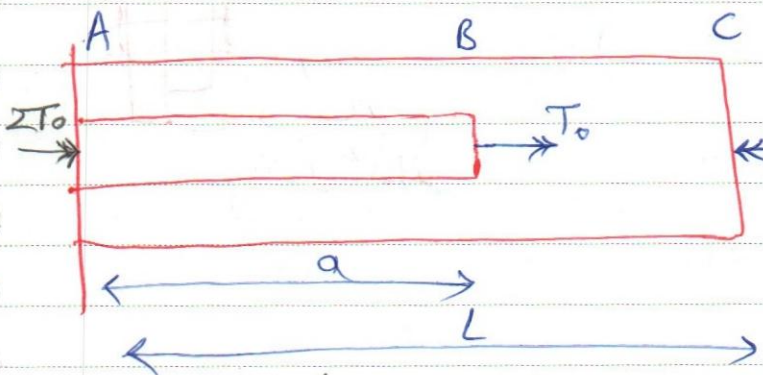
فرض شود، آنکه عکس

کشش برشی ایجاد شده در چوب کدام است؟

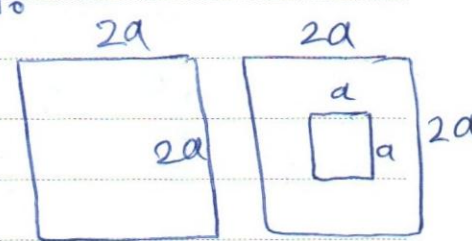
$$T = 2\pi R \epsilon_0 \times R \times L_0$$

$$\epsilon_{max} = \frac{TR}{J} = \frac{2\pi R^2 \epsilon_0 \times (2R) L_0}{\frac{\pi}{2} ((2R)^4 - (R)^4)} = \frac{8}{15}$$

مثال ۱) مقدار $\frac{a}{L}$ محاسبه شود تا مقدار انرژی کششی قسمت های AB و BC با هم برابر شود؟



ثابت کششی مربع ۰.۱ است؟



انرژی کششی $U_{AB} = U_{BC} \rightarrow \frac{a}{L} = ?$

$$\frac{(2T_0)^2 \times (a)}{2G J_{AB}} = \frac{(3T_0)^2 \times (L-a)}{2G J_{BC}}$$

$$\frac{a}{L} = \frac{95}{199}$$

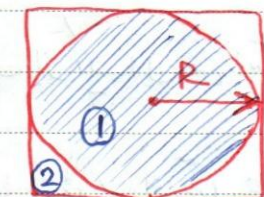
$$J_t = \beta (2a)^4 - \beta \times (a)^4 \quad J_t = \beta (2a)^4$$

۰.۱

Subject:

Year. Month. Date. ()

مثال) چند مورد از تئوری بکشی اعمال شده به مقطع توپا هستی برزی تحمل می شود؟



$$G_1 = 2G_2$$

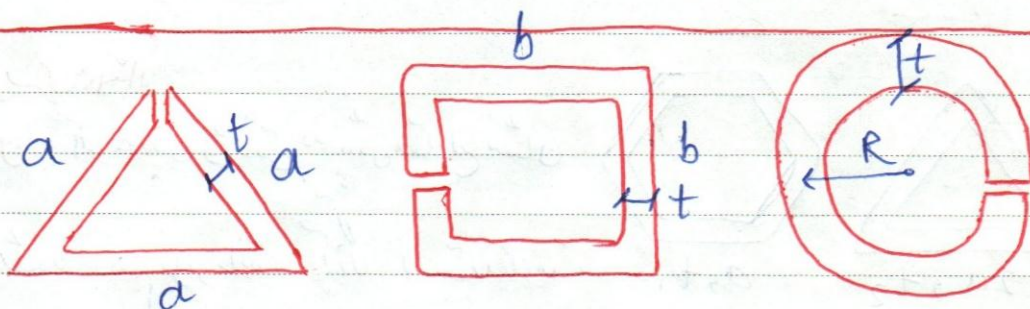
ثابت بکشی مقطع مربع = 0.1

$$T_{\text{total}} = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \times T \rightarrow T_{\text{total}} = \frac{k_1}{k_1 + k_2} T$$

$$k_1 = \frac{G_1 J_1}{L} = \frac{\pi R^4}{2} \times \frac{3.14}{L}$$

$$k_2 = \frac{G_2 J_2}{L} \rightarrow \left[\beta (2R)^4 - \frac{\pi R^4}{2} \right] \approx 0.003$$

$$T_{\text{total}} = \frac{3.14}{3.14 + 0.003} T = \frac{3.14}{3.14} T \approx T \checkmark$$



چند وضعیت و محیط اشکال بالا برابر می باشد، مطلوب است مقایسه بکشی، بکشی

مقاومت بکشی

$$J = \frac{1}{3} a t^3$$

ضخایک میانی

همان بکشی و بکشی یکسانی دارند.

$$T_w = \frac{1}{3} a t^3 \times \epsilon_w$$

نکته و : در صورت یکسان بودن ضخامت و محیط، سختی و صلابت و مقاومت بیشتر مقاطع چهار نازک باز یکسان می باشد یعنی شکل مقطع مهم نمی باشد. (جست یکسان)

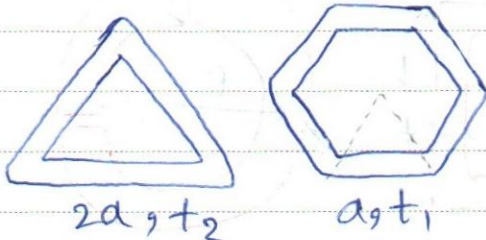
مثال : در سوال قبل محل جابجایی را با جوش بر می کنیم. جنس، ضخامت و محیط مقاطع نشان

داره شده یکسان است، کدام مقطع دارای صلابت، سختی و مقاومت بیشتری می باشد؟

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{صلابت } GJ_t \\
 \text{مقاومت } \frac{GJ_t}{L}
 \end{array} \right\} J_t = \frac{4 (A_m)^2}{L_m / t}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{ضخامت یکسان} \\
 \text{محیط یکسان}
 \end{array} \right\}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{مساحت} \\
 \text{بج} \\
 \text{دایره}
 \end{array} \right\}
 \begin{array}{l}
 a = \frac{L}{3} \quad \frac{\sqrt{3} \times \frac{1}{9}}{4} \\
 b = \frac{L}{4} \quad \frac{1}{16} \\
 R = \frac{L}{2\pi} \quad \frac{1}{4\pi}
 \end{array}
 \end{array}$$

محور تقارن بیشتر بهتر است. $T_w = 2 A_m x t \times \bar{x}_w$

جنس $\downarrow$ ضخامت یکسان $\downarrow$



مسئله ۱۳۹۴ : اگر جنس و سختی بیشتر مقاطع نشان داده شده با هم برابر باشد، آنگاه نسبت مقاومت

بیشتر مقطع $\frac{1}{2}$ کدام است؟ $k = \frac{GJ}{L}$ ، $J_1 = J_2$ ، $k = k_2$

$$\frac{4 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \right)^2}{6a t_1} = \frac{4 (\sqrt{3} a^2)^2}{6a t_2} \rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{T_{1w}}{T_{2w}} = \frac{2 A_m^{(1)} \times t_1 \times \bar{x}_w}{2 A_m^{(2)} \times t_2 \times \bar{x}_w} = \frac{A_m^{(1)}}{A_m^{(2)}} \times \frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} a^2}{\sqrt{3} a^2} \times \frac{4}{9} = \frac{2}{3}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

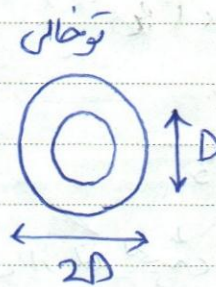
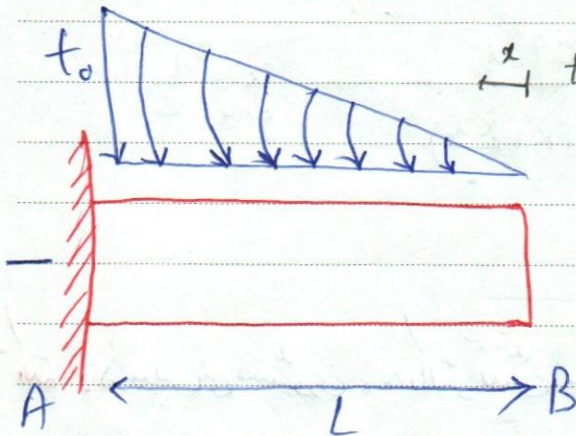
اگر جنس و وزن دو میله یکسان باشد، نسبت مقاومت بچسبش میله ① به میله ②
کدام است؟ حجم برابر میله برابر است پس $t_1 = t_2$

$$\frac{T_{1w}}{T_{2w}} = \frac{A_m^{①}}{A_m^{②}} = \frac{3}{2}$$

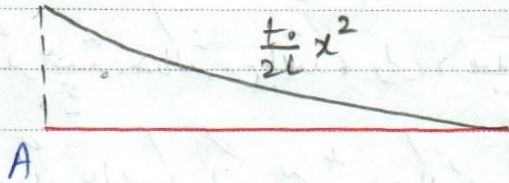
۶۲ ۸۰ ۳۹ ۲۳ ۲۲ ۲۶ ۱۱ ۱۶ ۱۰ ۹ ۶
۵۵ ۵۷

حل تمرین ۹، ۶، ۱۱

$$t(x) = \frac{t_0}{L} x$$



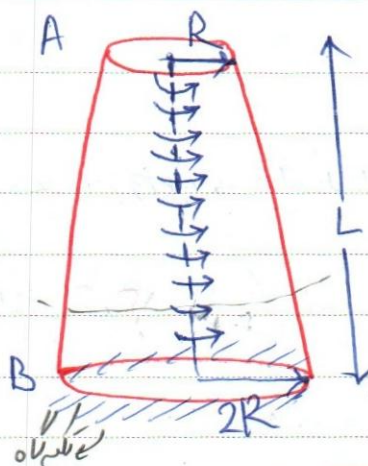
$$\phi_B = ?$$



فردار اندر بخشی
~ 5

$$\phi_B = \phi_{B/A} = \int_A^B \frac{T(x) dx}{IGJ} = \frac{t_0 L^2}{6GJ}$$

$$J = \frac{\pi (2D)^4}{32} - \frac{\pi D^4}{32}$$



$$\sigma_B = ?$$

$$\sigma_{max} = ?$$

$$\sigma_B = \frac{1}{4} \frac{t_0 L}{\pi R^3}$$

$$\sigma_B = \frac{T_B \times 2R}{J_B} \rightarrow \frac{\pi (2R)^4}{2}$$

$$\sigma(x) = \frac{t_0 (L-x) \times (2R - \frac{R}{L}x)}{\frac{\pi}{2} (2R - \frac{R}{L}x)^4}$$

$$\sigma(x) = \frac{t_0 x (R + \frac{R}{L}x)}{\frac{\pi}{2} x (R + \frac{R}{L}x)^4} = \frac{2 t_0 x}{(R + \frac{R}{L}x)^3}$$

$$x = \frac{L}{2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{8 t_0 L}{27 R^3 \pi}$$

نکته: در مبدی ای منشوری، حداکثر تنش برشی ناشی از لنگر بچشی در جایی اتفاق می افتد که

لنگر بچشی حداکثر می باشد، ولی در مبدی ای غیر منشوری حداکثر تنش برشی ناشی از بچشی

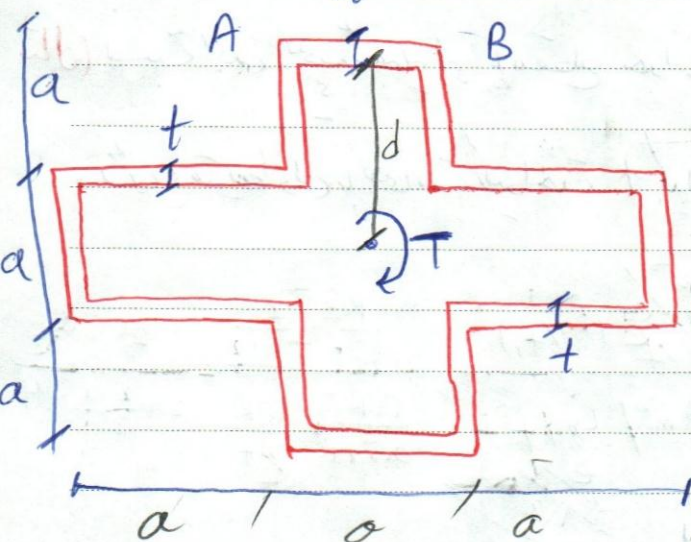
از مواد جایی که لنگر بچشی حداکثر می باشد، اتفاق نمی افتد. (مشتق)

نکته ای ذکر شده در ارتباط با مبدی ای منشوری و غیر منشوری، در مورد مبدی ای تحت برش و خمش

و محورها و برقرار است.

Subject:

Year. Month. Date. ()



مسئله: محاسبه از نیروی یکسانی اعمال شده

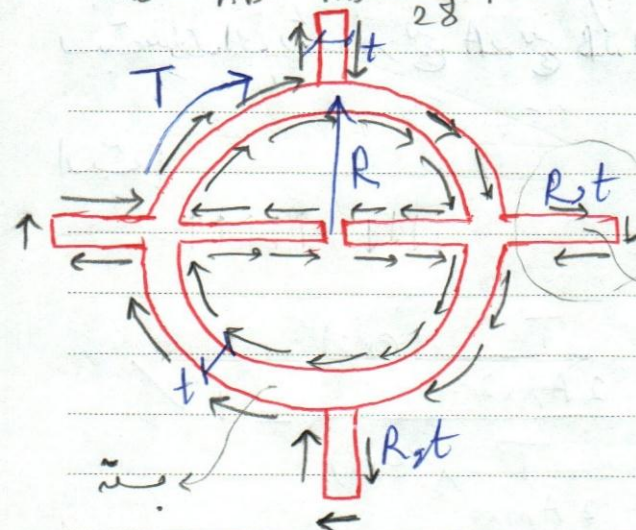
توی قسمت AB تحمل می شود؟

$$T_{AB} = F_{AB} \times d_{AB}$$

$$F_{AB} = \tau_{AB} \times A = \frac{T}{2A_{mt}} \times (a \times t)$$

$$F_{AB} = \frac{T}{14a} \quad \left(\begin{array}{l} \downarrow \\ \tau a^2 \end{array} \right)$$

$$T_{AB} = F_{AB} \times d_{AB} = \frac{3}{28} T \quad \checkmark$$



مسئله: محاسبه از نیروی یکسانی

توی قسمت حلقه ای تحمل می شود؟

از (علاقه)

$$\phi_{\odot} = \phi_{\square} \quad \xrightarrow{\text{فرض موازی}} \quad T_{\odot} = \frac{k_{\odot}}{k_{\odot} + 6k_{\square}} \times T = \frac{J_{\odot}}{J_{\odot} + 6J_{\square}} \times T$$

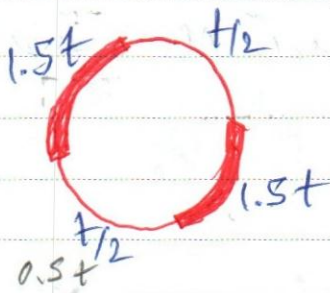
$$J_{\odot} = \frac{4(A_m)^2}{l_m/4} = \frac{4(\pi R^2)^2}{\frac{2\pi R}{t}} = 2\pi R^3 t$$

$$J_{\square} = \frac{1}{3} (R t)^3$$

P4PCO

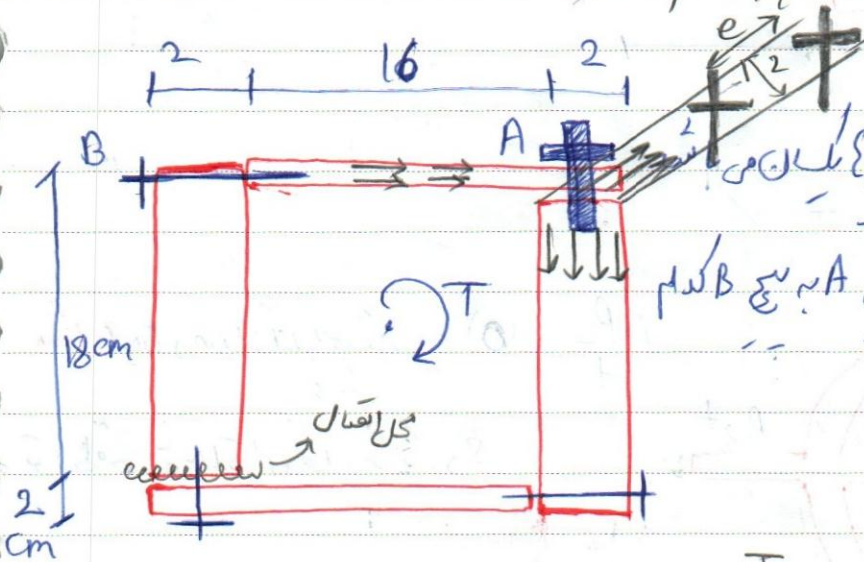
$$T = \frac{2\pi R^3 t}{2\pi R^3 t + 6 \times \frac{1}{3} R t^3} \times T$$

مثال) نسبت گشتی بخشی میل این با مقطع جدار را از نشان داده شده به میل این با همان طول



و سطح متوسط این با ضخامت t کد ثابت؟

$$\frac{4A_m^2 / \sum (L_i/t_i)}{4A_m^2 / L_m/t} = \frac{2\pi R}{t/2} = \frac{2}{2 + \frac{2}{3}} = \frac{3}{4}$$



مثال) فاصله طولی تا میانی از یک از
نسبت نیروی ایستاده در بقی A به بقی B کدام

است؟

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\sum A \times A_2}{\sum B \times A_1} = \frac{2A_m \times 2}{2A_m \times 1} = 1 \checkmark$$

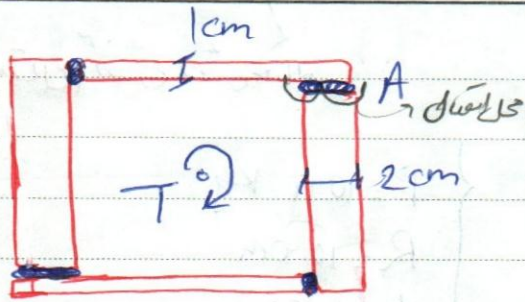
نکته: برای محاسبه تنش برشی و یا نیروی برشی و سایر اتصال می توان همواره ضخامت

و یا پهنا را در محل اتصال قرار داد.

Subject:

Year. Month. Date. ()

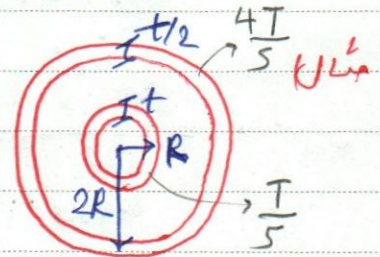
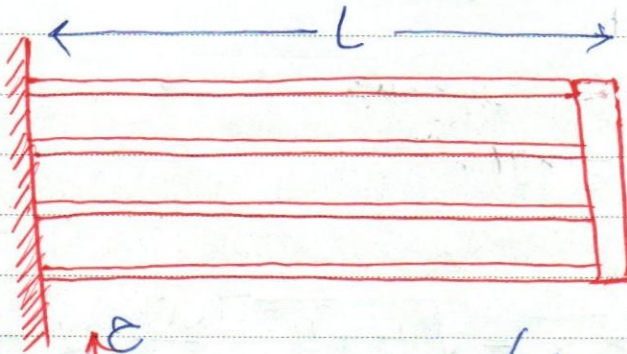
47 77 68 67 65



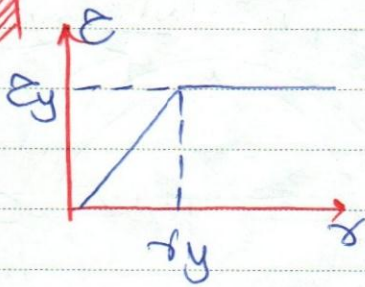
مثال: تنش برشی در هوش $A = ?$

$$\epsilon = \frac{T}{2A_m \times \text{موتن}} = \frac{T}{1368}$$

18x14 ← کل اتصال 2cm



زاویه ی بیش وقتی که اولین نقطه از زاویه تسلیم شود کدام است؟



$$J_{\text{داخلی}} = 2\pi R^3 t$$

$$J_{\text{خارجی}} = 2\pi (2R)^3 \frac{t}{2}$$

$$A_{m \text{ داخلی}} = \pi R^2$$

$$A_{m \text{ خارجی}} = \pi (2R)^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_{\text{داخلی}} = \frac{T_{\text{داخلی}} \times L}{2 A_{m \text{ داخلی}} t} \leq \epsilon_y \\ \epsilon_{\text{خارجی}} = \frac{T_{\text{خارجی}} \times L}{2 A_{m \text{ خارجی}} \frac{t}{2}} \leq \epsilon_y \end{array} \right.$$

$$\frac{T/5}{2\pi R^2 t} = \frac{1}{10} \frac{T}{\pi R^2 t} \leq \epsilon_y$$

$$\frac{4T/5}{2\pi 4R^2 \times \frac{t}{2}} = \frac{1}{5} \frac{T}{\pi R^2 t} \leq \epsilon_y$$

$$T \leq 10\pi R^2 t \epsilon_y$$

$$T \leq 5\pi R^2 t \epsilon_y$$

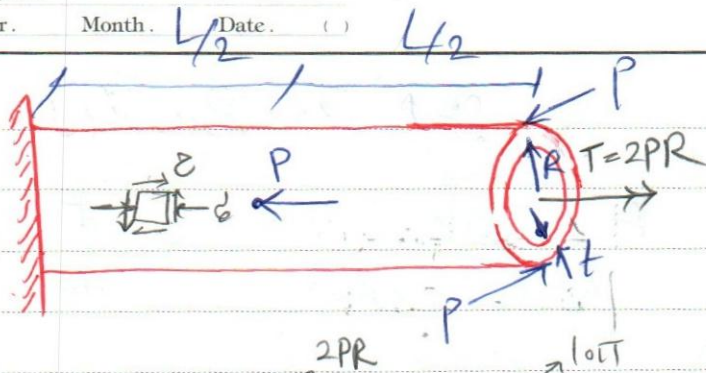
$$\phi_y = \frac{\omega T_y \times L}{G J} = \frac{(5 \epsilon_y \times \pi R^2 t) \times L}{G \times (10 \pi R^3 t)} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_y \times L}{G \times R}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:



مثال: تنش بیش چقدر؟

$$\begin{cases} P = 10 \pi \text{ kg} \\ R = 10 \text{ cm} \\ t = 1 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\epsilon_{\text{تension}} = \frac{T}{2A_m \times t} = \frac{P}{\pi R t} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\epsilon_{\text{محوری}} = \frac{P}{A} = \frac{P}{2\pi R t} = \frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$$

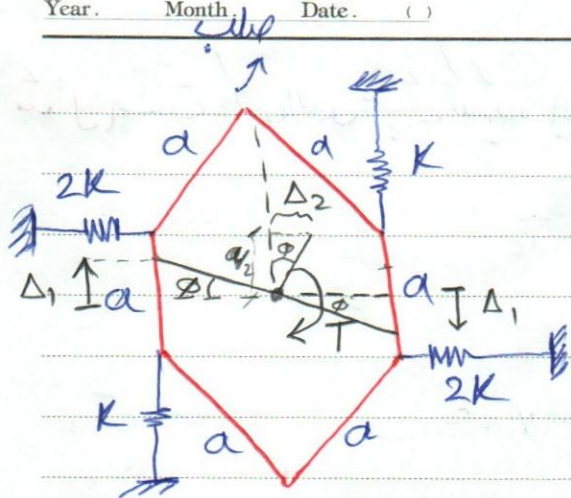
$$\epsilon_{\text{max}} = R_{\text{موجر}} = \sqrt{\left(\frac{\epsilon - \epsilon_y}{2}\right)^2 + \epsilon_y^2} = \sqrt{\frac{1}{16} + 1} = \frac{\sqrt{17}}{4} \text{ kg/cm}^2$$

$$\epsilon_y = \frac{\sigma}{G}$$

روشنی دوم سوال با این صفر قبلی

$$(2R) \times \phi_y = \epsilon_y L \rightarrow \phi_y = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_y L}{GR} \checkmark$$

↓
با مقدار 2R نور سربه yield
می رسیم.



$$\begin{cases} \Delta_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} a \times \phi \\ \Delta_2 = \frac{a}{2} \times \phi \end{cases}$$

$$F_1 = k\Delta_1 = (\sqrt{3}/2 a \times \phi) \times k$$

$$F_2 = (2K) \Delta_1 = \left(\frac{9}{2} \times 10\right) \times (2K)$$

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

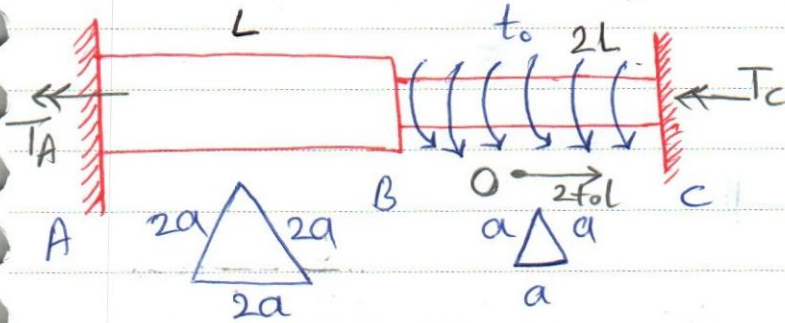
$$\omega \sqrt{T} = 2F_1 \times \frac{a\sqrt{3}}{2} + 2 \times F_2 \times \frac{a}{2}$$

$$= \frac{3}{2} a^2 \phi K + a^2 \phi K = \frac{5}{2} a^2 \phi K$$

$$\frac{5}{2}ka^2 = \frac{5}{2} \times 10^3 \times (10^{-2})^2 = 0.25 \text{ J}$$

11, 10, 9, $\overbrace{498}^{498}$, $\overbrace{497}^{497}$, 8, 5, 7
 $\underline{477}$, $\underline{505}$, $\underline{469}$

مثال ۱) نسبت عکس العمل به نیروهای A به نیروهایی C کدام است؟



روش انرژی

نسبت انرژی: $\phi_{AB} + \phi_{BO} + \phi_{OC} = 0$ و تعادل: $(T_A + T_C = 2t_0 L)$

$$\frac{(+T_A) \times L}{G \times J_{AB}}$$

$$\frac{(+T_A) \times L}{(2G) \times J_{BC}}$$

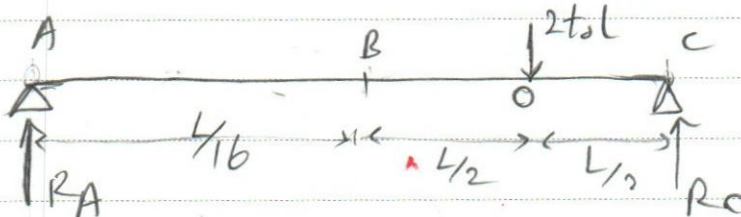
$$\frac{(-T_C) \times L}{(2G) \times J_{BC}}$$

$$9T_A - 8T_C = 0$$

$$T_A + T_C = 2t_0 L$$

$$\begin{cases} T_A = \frac{16}{17} t_0 L \\ T_C = \frac{18}{17} t_0 L \end{cases}$$

$$\frac{T_A}{T_C} = \frac{8}{9}$$



روش گشتاور

$$\frac{G \times (16J)}{L}$$

$$\frac{2G \times (J)}{2L}$$

$$\frac{L}{16}$$

$$L$$

بسیار آسان $\rightarrow \sum M_O = 0 \rightarrow T_C \times \frac{L}{2} = T_A \times \left(\frac{L}{16} + \frac{8L}{16} \right) \rightarrow \frac{T_A}{T_C} = \frac{8}{9}$

Subject:

Year. Month. Date.

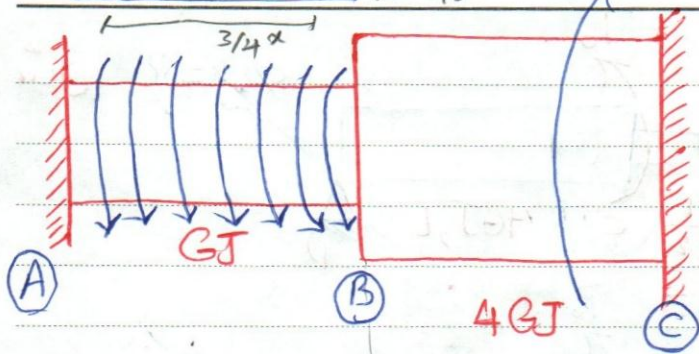
$\frac{1}{3} t_0 L$
 $I_{3/10} y$

$T_0 = ?$

میرا بری ۹۸ رستا

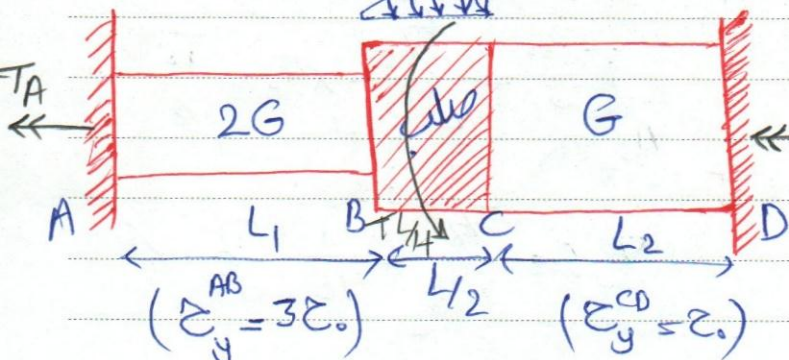
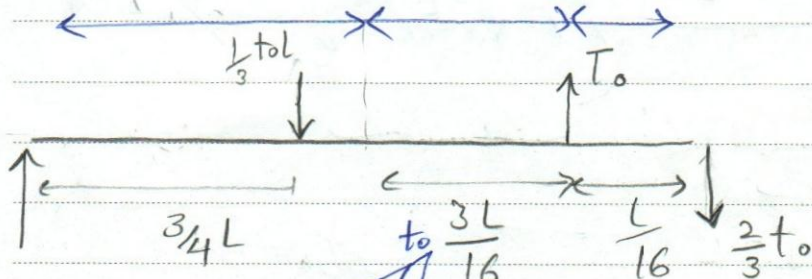
مثال) مقدار T_0 حقیقی باشد

عکس العمل به A و C می شود



$$T_0 \times \frac{L}{16} = \frac{1}{3} t_0 L \times \frac{L}{2}$$

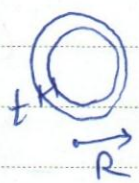
$$T_0 = \frac{8}{3} t_0$$



مثال) نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ حقیقی باشد

طرح بهینه شود

$$T_A + T_D = \frac{TL}{4}$$



$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{T_B}{4T_A}$$

روش طایف

$$\left\{ \begin{array}{l} AB : \frac{T_{AB}}{2A_m t} = 3\epsilon \\ BC : \frac{T_{BC}}{2A_m t} = \epsilon \end{array} \right.$$

$$\frac{T_{AB} \times 4}{T_{BC}} = \frac{3}{1}$$

$$R \phi = \epsilon L$$

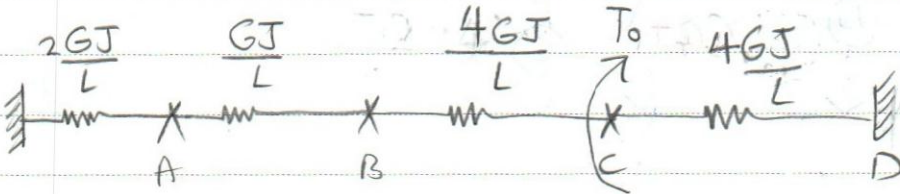
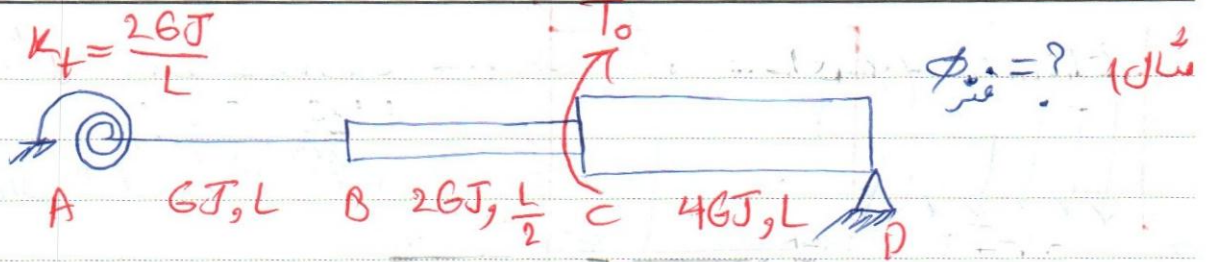
$$R \phi = \frac{3\epsilon L_1}{2G}$$

$$2R \phi = \frac{\epsilon L_2}{G}$$

$$\phi_{BA} = \phi_{BD} \rightarrow \frac{T_{AB} \times L_1}{2GJ} = \frac{T_{BC} L_2}{G \times 8J}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{T_B}{4T_A}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{3}$$

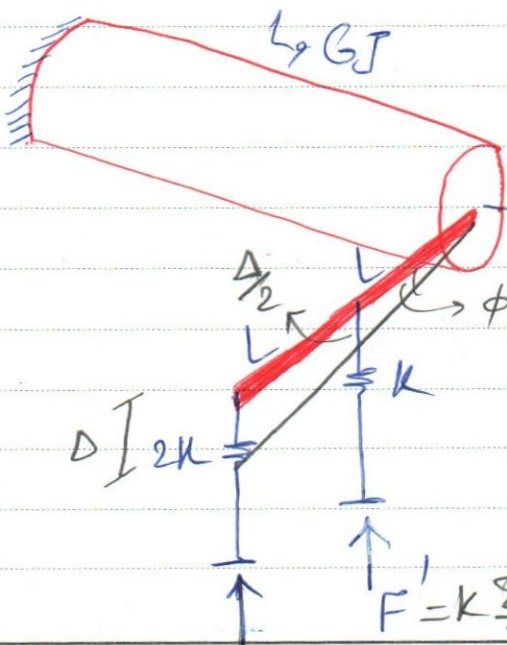


$$\frac{1}{K_{\text{مقابل}}} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3}$$

$$K_{\text{مقابل}} = \frac{4}{7}$$

$$T_{\text{فرد}} = \frac{4/7}{4/7 + 4} \times T_0 = \frac{T_0}{8}$$

$$\phi_{\text{فرد}} = \frac{T/8}{2GJ/L} = \frac{1}{16} \frac{TL}{GJ} \checkmark$$



$$\Delta = \phi \times 2L$$

$$\phi = \frac{(T_0 - 4K\Delta L - \frac{2K\Delta L}{4})L}{4GJ}$$

$$\frac{\Delta}{2L} = \frac{(T_0 - \frac{9}{2}K\Delta L)L}{4GJ}$$

14

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\frac{\Delta GJ}{2L^2} + \frac{9}{2} K \Delta L = T_0 \rightarrow \Delta = \frac{T_0}{\left(\frac{GJ}{2L^2} + \frac{9}{2} KL\right)}$$

$$F = 2K\Delta = \frac{2KT_0}{\left(\frac{GJ}{2L^2} + \frac{9}{2} KL\right)} = \frac{4T_0 L^2}{9L^3 + 1 \frac{GJ}{K}}$$

Al, VA, VI, w, aa, al, r, r, r1, A, r, a, e

aw 91 w 14



Subject:

Year:

Month:

Date:

()

9/4/17



(تحت G)

حاجه

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$t = 1 \text{ cm}$$



$$\phi_x = 8x^3 + 4x^2 + x$$

$$\frac{d\phi}{dx} = 24x^2 + 8x + 1 \quad x=1 \rightarrow \frac{d\phi}{dx} \Big|_B = 33/m$$

$$\epsilon_B = ? \text{ (الم)}$$

$$T_B = ? \text{ (ت)}$$

$$Z_B = G \cdot R \cdot \frac{d\phi}{dx} = 3.3 G$$

0.1m

$$\frac{d\phi}{dx} \Big|_B = \frac{T_B}{GJ} \rightarrow 2\pi R^3 t$$

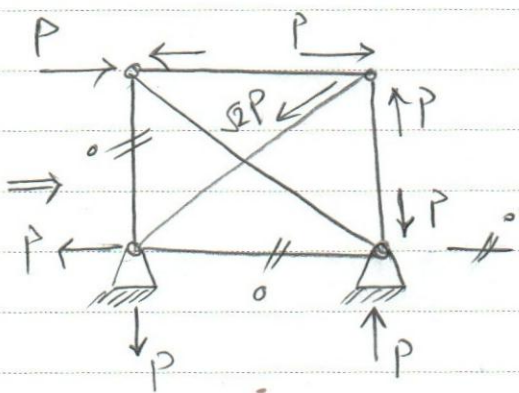
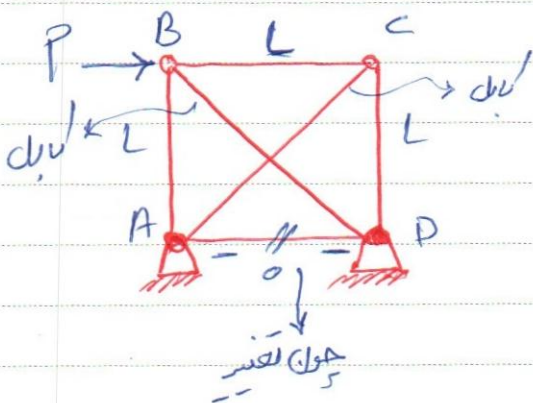
$$T_B = (6.6 \pi \times 10^{-4}) G$$

$$\epsilon_B = \frac{T_B}{2Amt}$$

πR^2

$$R = 0.1 \text{ m}$$

$$t = 0.01 \text{ m}$$

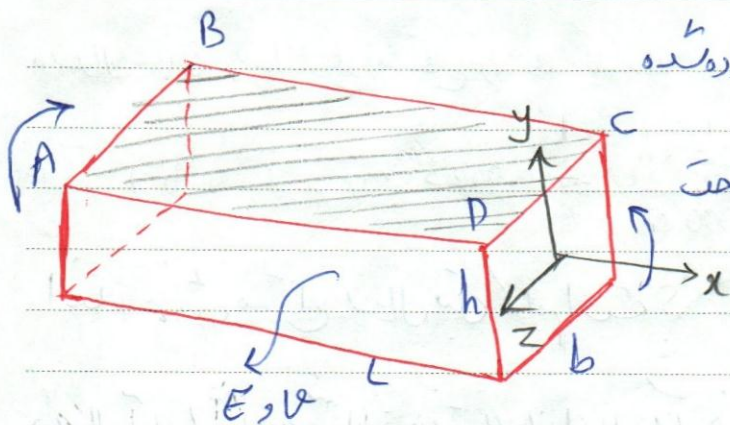


مساك

19

Subject :

Year . Month . Date . ()



مثال) اگر شعاع اجزاء تیردار شده

در وسط آن ρ باشد آنگاه تغییرات

صفحه فوقانی کدام است؟

$$\Delta A = \frac{1}{2} (v-1) \times \frac{h \times b \times L}{\rho}$$

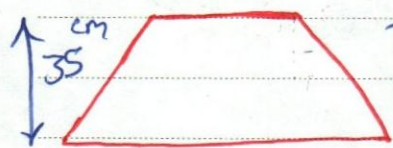
$$\epsilon_A = \frac{\Delta A}{A} = \epsilon_x + \epsilon_z$$

$$\epsilon_x = \frac{-y - h/2}{\rho}$$

$$\epsilon_z = -v \left(\frac{-h/2}{\rho} \right)$$

* با توجه به این در این سوال اگر در طول عضو ثابت می باشد آنگاه شعاع اجزاء نیز در طول

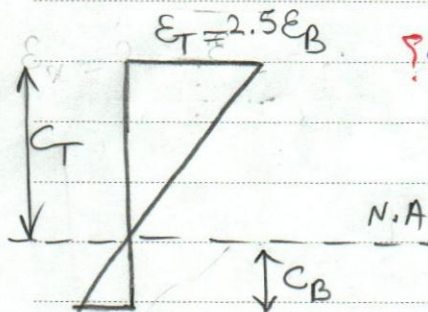
عقو ثابت است. (چرا؟)



مثال) اگر کرنش طولی ایجاد شده در تیر فوقانی مقطع 2.5 برابر

تیر تحتانی باشد و شعاع اجزاء مقطع 30 m فرض شود آنگاه

کرنش طولی تیر از کرنش در وسط مقطع کدام است؟



$$C_T = 2.5 C_B$$

$$C_T + C_B = 35$$

$$C_T = 25 \text{ cm}$$

$$C_B = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{3} \frac{(2a+b)}{(a+b)}$$

سوال ۴. وسطا سطح مقطع را داده است.

$$|e|_{\text{وسط}} = \frac{y_{\text{وسط}}}{\rho} = \frac{7.5 \text{ cm}}{3000 \text{ cm}} = 0.0025 \text{ cm}$$

$$k = \frac{1}{\rho}$$

شعاع انحناء

انحناء خمشی مقطع سوال قبل کدام است؟

در سوال قبل ارتفاع مقطع ذوزنقه بعد از اعمال لنگر خمشی +

۱- کاهش می یابد

۲- افزایش

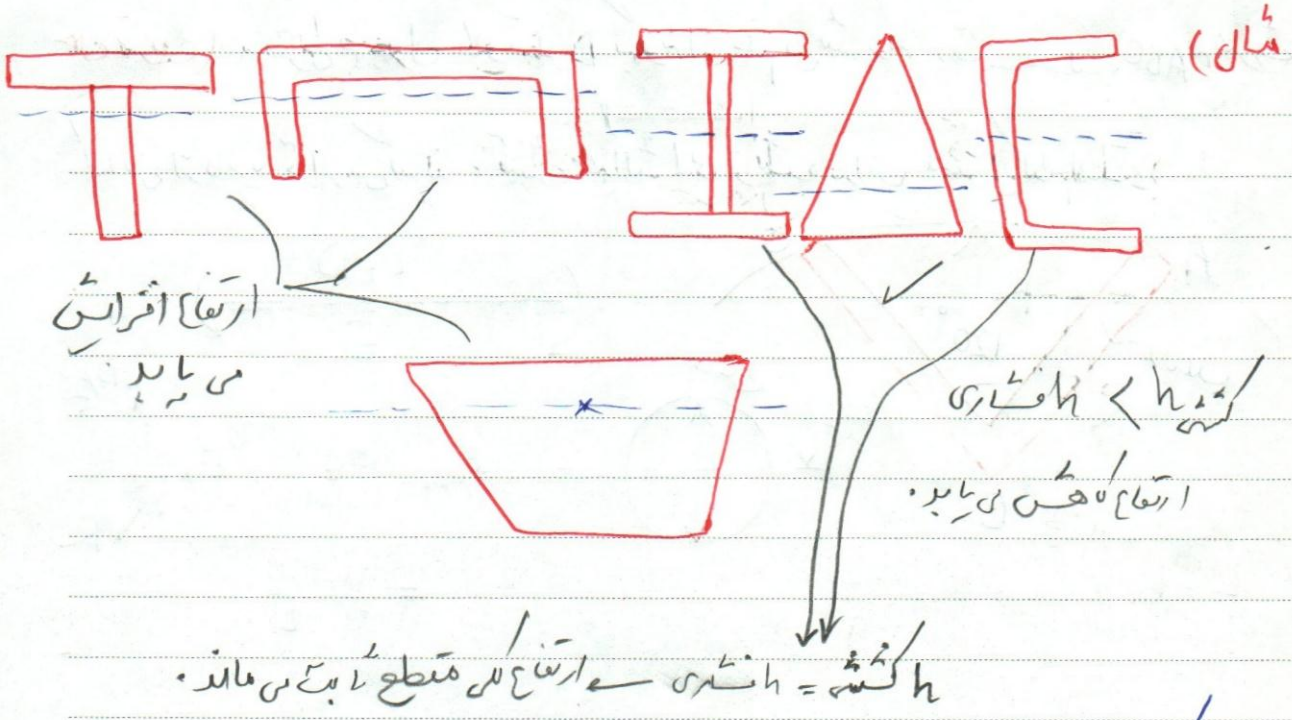
۳- تغییری نمی کند

۴- نمی توان اظهار نظر کرد

اگر در یک مقطع تحت خمشی ارتفاع ناحیه فشاری، بزرگتر از ارتفاع ناحیه کششی مقطع

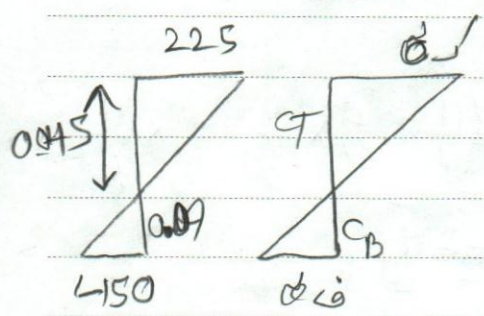
باشد، آنگاه ارتفاع کلی مقطع افزایش می یابد.

$$h_{\text{کششی}} > h_{\text{فشاری}} \Rightarrow \text{ارتفاع کلی مقطع افزایش}$$



مثال (مثال) در مقطع تیم هندسی $\ominus$ کرنش در بار فوقانی مقطع 200 میکرو استرین باشد اگر شعاع انحاء مقطع 125 m باشد و تنش مجاز ناری مصالح دو برابر تنش مجاز کششی در نظر گرفته شود آنگاه ارتفاع بهینه این مقطع لدام است؟

$$\frac{+y}{\rho} = \frac{+y}{225m} = +200 \times 10^{-6} \quad y = 0.045 m$$

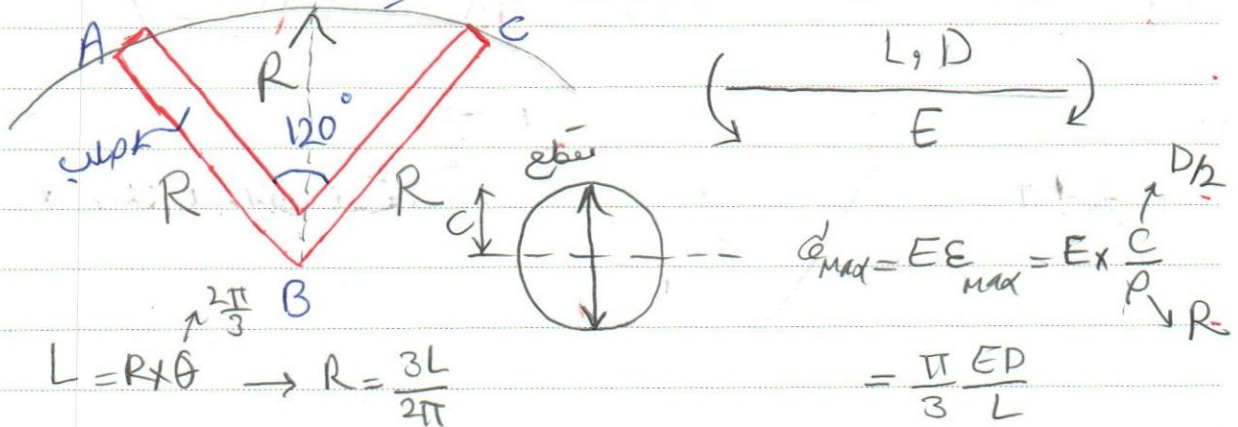


$h = 13.5 cm$

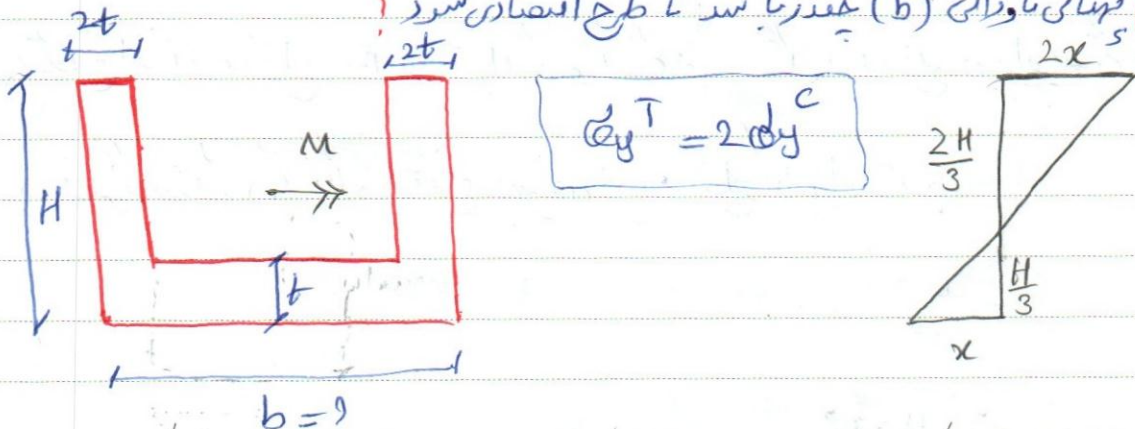
تیم 112 و 93 فصل هندسی

حل تمرین 1) مفتول به طول L و قطر D به گونه ای خم می شود که راست صلب ABC صورت

لحما من از دایره قرار می گیرند، نسبت عدالت را می رانده در این مفتول کدام است؟

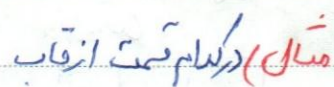


مثال 1) پهنای ناوردانی (b) چقدر باشد تا طرح انقباض شود؟



$$2 \times \left(2t \times \frac{2H}{3} \times \frac{H}{3} \right) = (b \times t \times \frac{H}{3}) + 2 \left(\frac{H}{3} \times 2t \right) \times \frac{H}{6}$$

$$\frac{8}{9} H^2 = \frac{b t}{3} + \frac{2}{9} H^2 \quad \boxed{b = 2H}$$



نشان داده شده، نمودار تغییرات اندازه

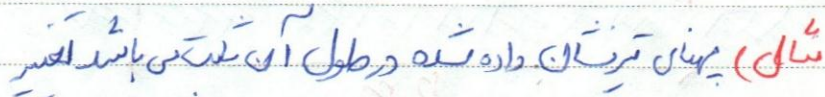
به شکل صاف از رابره می باشد.

قطعی BC کہا جئے اور دائرہ اس کے

خط	تیر	تغیر
AB	صفر	خط
DE		

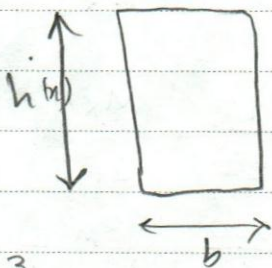
ایمانی از دایره ثابت BC

BF
DE
CD

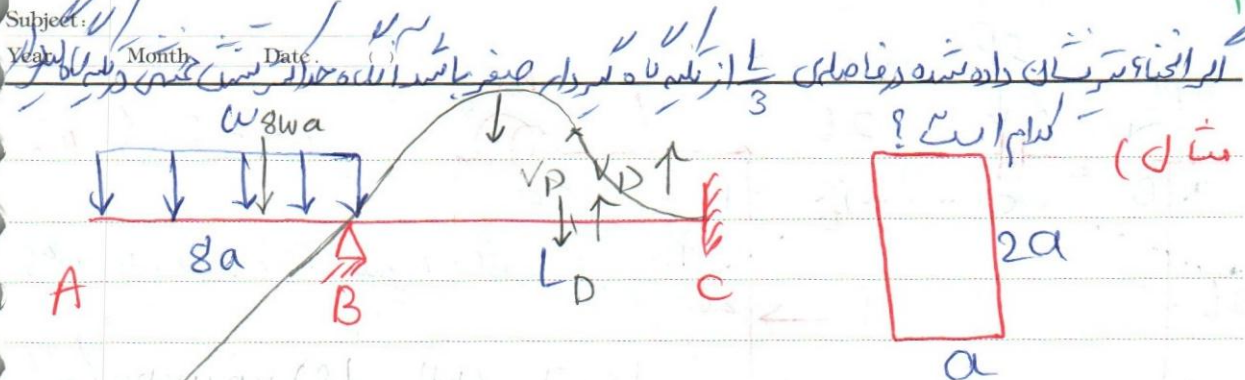


ارتفاع مقطع علوی با اندامی در سطح

تسریع صورت همانی از راه برود



$\rho = \frac{EI}{M} = \frac{E \times \frac{1}{12} b h^3}{\left(\frac{1}{3} \alpha\right) \left(\frac{\alpha^2}{l} \times 9\right) \left(\frac{\alpha}{4}\right)} \times \frac{h^3}{\alpha^4}$



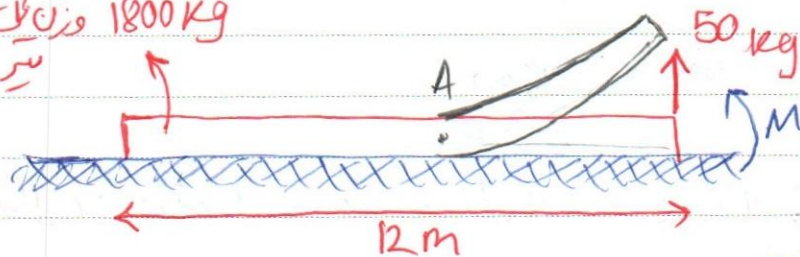
$$\sum \tau_x \cdot \frac{2L}{3} = 8wa \times 4a \quad \tau = \frac{48wa^2}{L}$$

$$M = \frac{48wa^2}{L} \times \frac{L}{3} = 16wa^2$$

$$\phi = \frac{16wa^2 \times a}{\frac{1}{2} \times a \times 8a^3} = 24 \frac{w}{a} \checkmark$$

بعلا از فرمول حاصل گردد

1800 kg وزن یک سیر



تت به فاصله ستاب مختلف

1394 مثال

مقدار تکرار M مقدار باشد تا
4 متر از تیر نشان داده شده
از روی زمین بلند شود

$$\frac{50 \times 4^3}{3EI} + \frac{M \times 4^2}{2EI} - \frac{(1800/12) \times 4^4}{8EI} = 8$$

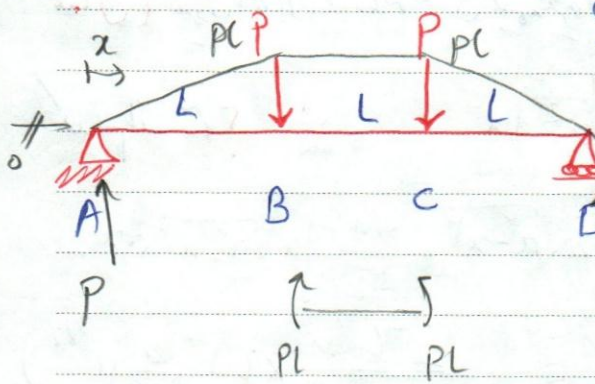
$$\frac{200}{3} + 8M - 300 = 8$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow \frac{M}{A} + (600 \times 2) = 50 \times 4 + M \rightarrow M = 1000 \text{ kg.m}$$

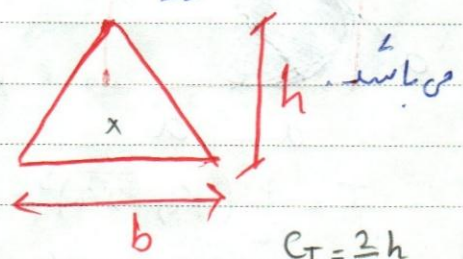
چون ابتدا صفر است $\rightarrow \rho \rightarrow \infty \rightarrow M = 0 \checkmark$

$$M = \frac{EI}{\rho}$$

مثال) تغییر طول مابین دو نقطه در یک تیر



دو بار هندسی این تغییر طول را در یک تیر در سمت AB

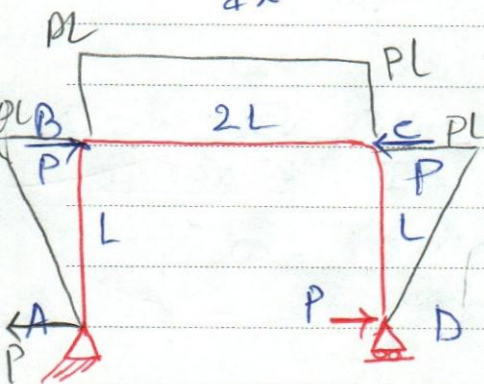


$$AB = \int \frac{(px) \times \frac{1}{3}h \times 36}{bh^3 x E} dx = 12 \frac{x^2}{2} = \frac{6PL^2 h}{bh^3} \quad C_T = \frac{2}{3}h \quad C_b = \frac{1}{3}h$$

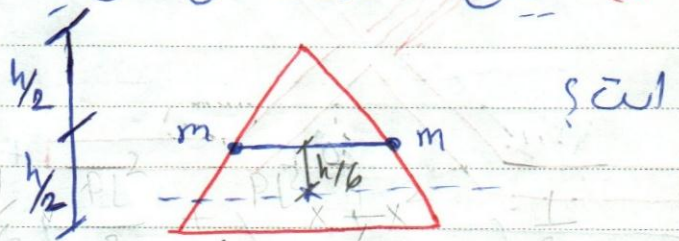
$$BC = \int \frac{(PL) \times \frac{2}{3}h \times 36}{bh^3 x E} dx = \frac{24 PL^2 h}{bh^3} \quad \frac{24}{6} = 4 \checkmark$$

رابطه

$$\epsilon_x = \frac{d\Delta}{dx} \Rightarrow \Delta = \int \epsilon_x dx = \int \frac{\sigma_x}{E} dx = \int \frac{M \times y}{E I_{N.A}} dx = \frac{y_i}{E I_{N.A}} A_m$$



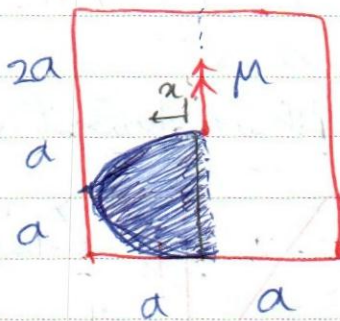
مثال) تغییر ضلع m.m در وسط مقطع تیر bc



$$\epsilon_z = \frac{\Delta_{m.m}}{m.m} \rightarrow \Delta_{m.m} = 3x \frac{v}{E} \times \frac{PL}{h^2} \rightarrow \text{افزایش}$$

$$|\epsilon_z| = v |\epsilon_x| = v \frac{\sigma_x}{E} = \frac{v}{E} \times \frac{M \times y_{m.m}}{I_{N.A}} = \frac{v}{E} \times \frac{PL \times \frac{h}{6}}{\frac{1}{36} b h^3} = \frac{6PL}{bh^2} \frac{v}{E}$$

مثال ۱) نیروی اعمال شده بر بخش نیمه دایره ای ها شش خردی مقطع



$$dA = 2\sqrt{a^2 - x^2} dx$$

$$F = \int \frac{M \cdot x}{I} \times 2\sqrt{a^2 - x^2} = \frac{2M}{I} \int x\sqrt{a^2 - x^2} dx$$

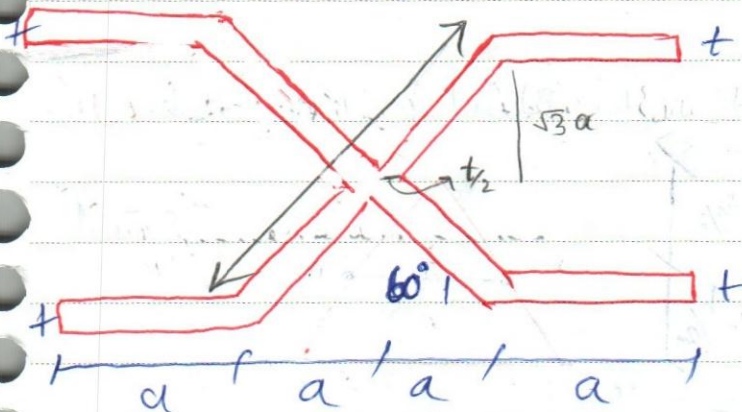
$$I = \frac{1}{12} (4a)(2a)^3 = \frac{8}{3} a^4$$

$$= \frac{2M}{8a^4} \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} u^{3/2} \right)$$

$$F = \frac{Ma}{\int I \cdot A} = \frac{(\frac{\pi a^2}{2}) (\frac{4a}{3\pi})}{\frac{1}{12} (4a)(2a)^3}$$

$$= \frac{1}{4} \checkmark$$

مثال ۲) شش خردی ها شش در مقطع مقابل کدام است؟

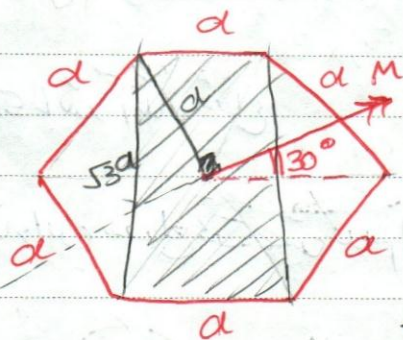


$$I_{\text{max}} = \frac{MC}{I} = \frac{\sqrt{3} M}{20 a^2 t}$$

$$4 \times \left[\frac{at^3}{12} + (at)(\sqrt{3}a)^2 \right]$$

$$I_{\text{total}} = 4 \left[\frac{at^3}{12} + (at)(\sqrt{3}a)^2 \right] + 2 \left[\frac{t(4a)^3}{12} \sin^2 60^\circ \right] \approx 20a^3 t$$

گرایش عمودی ایجاد شده در A کدام است ؟



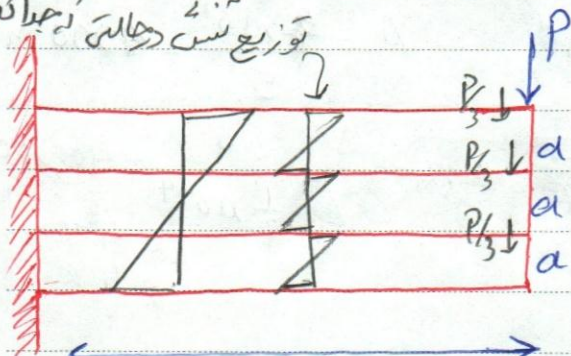
قطع را به یک مستطیل و یک لوزی

تبدیل می کنیم . زاویه فقط در فاصله $N.A$ اثر دارد

$$I = \frac{a(\sqrt{3}a)^3}{112} + \frac{(a)(\sqrt{3}a)^3}{48} = \frac{15\sqrt{3}a^4}{48} = \frac{5\sqrt{3}}{16}a^4$$

$$\epsilon = \frac{16}{5\sqrt{3}} \times \frac{M}{Ea^3}$$

توزیع تنش در حالت ارتعاشی



مثال نسبت حداکثر تغییر مکان در حالت ایست

$$\frac{\delta_{max}^1}{\delta_{max}^2} = ?$$

بدون افتاد

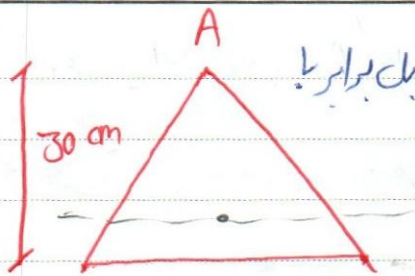
$$\frac{\delta_{max}^1}{\delta_{max}^2} = \frac{\frac{PL^3}{3EI_2}}{\frac{P_3L^3}{3EI_1}} = \frac{3}{27} = \frac{1}{9}$$

بدلیل یکسان بودن گشتا P پس آنها

تقسیم می گردد و هر کدام $\frac{P}{3}$ می رود

$$\frac{\delta_{max}^1}{\delta_{max}^2} = \frac{\frac{(PL) \times \frac{3}{2}a}{\frac{1}{12}b(3a)^3}}{\frac{(P/3)L \times a/2}{\frac{1}{12}b \times a^3}} = \frac{3 \times 3}{27} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}a = 30 \Rightarrow a = \frac{60\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3}$$



$$E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

مثال: اگر چگالی شش برش در نقطه A از مقطع متساوی الساقین برابر با

$$I = \frac{1}{36} \times (20\sqrt{3}) \times 30^3$$

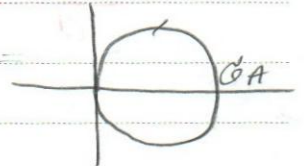
$$d = \frac{M \times 20 \text{ cm}}{I}$$

50 kg باشد اندازه شعاع cm^2

انحاء این مقطع تحت تنش کدام است؟

$$I = \frac{1}{36} b h^3 \quad 2 \times 50 = \frac{M \times 20}{I}$$

$$E \times \frac{50}{I} = M = E I y''$$



$$\frac{5}{2 \times 10^6} = y''$$

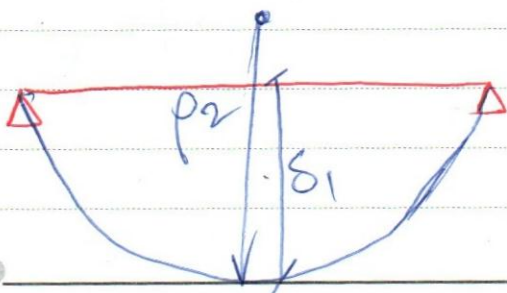
$$\rho = \frac{2 \times 10^6}{5} = 40000 \text{ m}$$

$$\epsilon_A = \frac{\sigma_A \rightarrow 100}{E \downarrow 2 \times 10^6} = \frac{1}{2} \times 10^{-4}$$

$$\epsilon_A = \frac{y}{\rho} \rightarrow \rho = \frac{y}{\epsilon_A} = \frac{20}{\frac{1}{2} \times 10^{-4}} = 400000 \text{ cm} = 4000 \text{ m} = 4 \text{ km} \checkmark$$

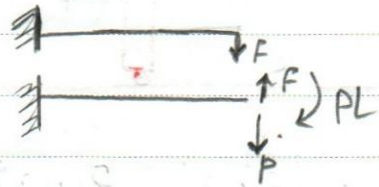
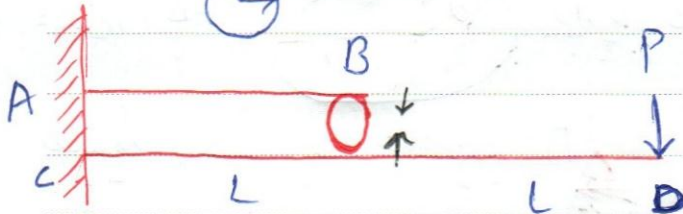


حجم شعاع انحاء بیشتر باشد هنوز بیشتر است!

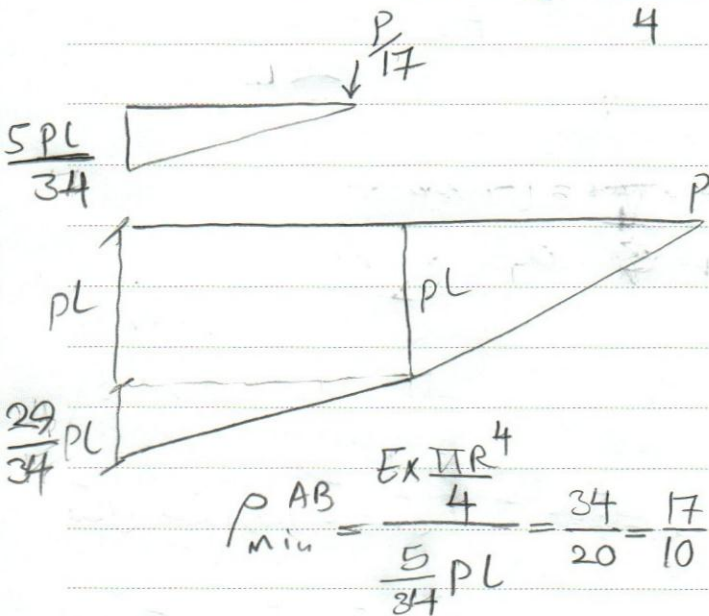


حل تیرین (حداقل یخاع انحاء در تیر AB کدام است؟)

$$I_1 = \frac{\pi R^4}{4}$$



$$I_2 = \frac{\pi (2R)^4}{4} = 16 I_1$$



$$\delta_1 = \delta_2$$

$$\frac{FL^3}{3EI_1} = \frac{(P-F) \times L^3}{3EI(16I_1)} + \frac{PL^2}{2E(16I_1)}$$

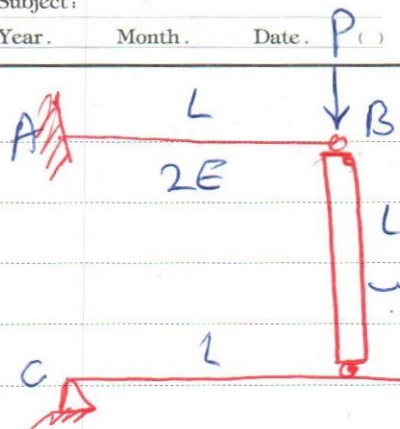
$$\frac{17F}{3} = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{PL^3}{2EI} = \frac{5}{6}$$

$$F = \frac{5}{34} P$$

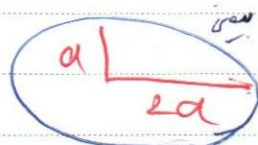
تست های ۵۲ - ۴۵ - ۱۳۱ - فصل ۴ مقاومت

Subject :

Year . Month . Date .



مثال در سازه مقابل خواسته فرستاده شده است



خمش در تیر AB

تغییر مکان و بکار CD چه ضریبی

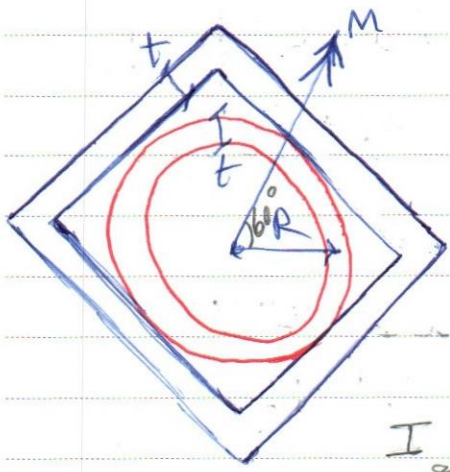
$$\frac{(P-F)L^3}{3(2EI)} = \frac{F(2L)^3}{48EI} \quad P=2F$$

از زاویه $\frac{2}{a}$ است.

$$\frac{(FL) \times a}{E \times \pi(2a)(a^3)} = \frac{2 FL}{\pi E a^3} = \epsilon_0$$

$$F = \frac{\epsilon_0 \pi E a^3}{2L}$$

$$\delta_{CD} = \frac{\epsilon_0 \frac{\pi E a^3}{2L} \times 8L^3}{48E \pi(2a)(a^3)} = \frac{1}{3} \frac{\epsilon L^2}{a}$$



۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱ ۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰ ۳۱ ۳۲ ۳۳ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۷ ۳۸ ۳۹ ۴۰ ۴۱ ۴۲ ۴۳ ۴۴ ۴۵ ۴۶ ۴۷ ۴۸ ۴۹ ۵۰

مثال چند عدد از تیرهای

ایمان شده به مقطع و تیرهای

مدور تحمل می شود!

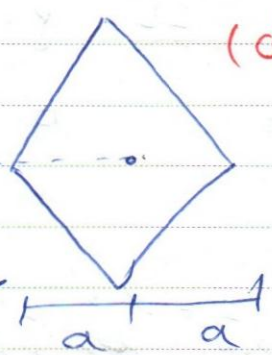
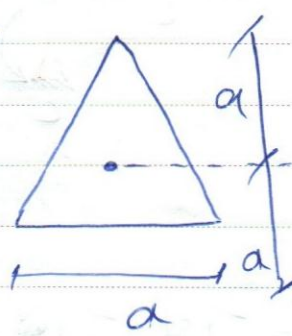
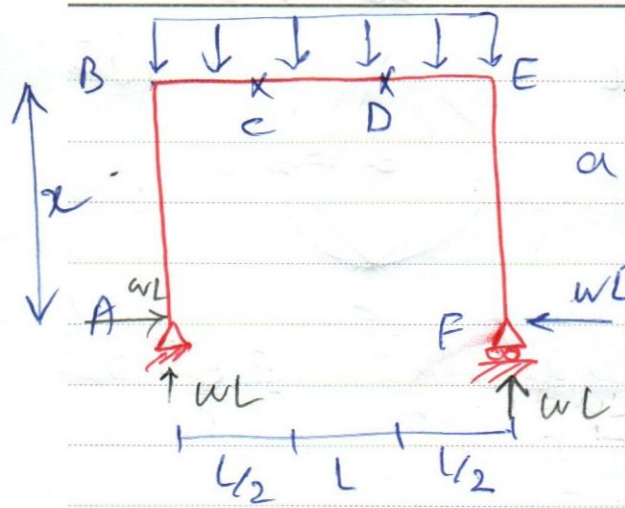
$$I_{\text{مجموع}} = \frac{2}{3} (2R)^3 t = \frac{16}{3} R^3 t$$

$$M_0 = \frac{I_0}{I_0 + I_{\text{مجموع}}} M = \frac{\pi R^3 t}{\pi R^3 t + \frac{16}{3} R^3 t} = \frac{9}{25} = 36\% M_0$$

بار پخش

CD

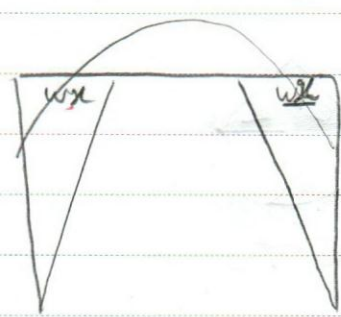
مثال



$$I = \frac{a(a)^3}{36}$$

$$I = \frac{(2a)(2a)^3}{48} = \frac{a^4}{3}$$

مقدار x چقدر باشد تا حد اکثر تنش غشی ایجاد شده در طول تیر، حداقل شود؟



$$M_z = -wx + \frac{wz^2}{2}$$

اگر نخواهیم حد اکثر تنش در طول تیر حداقل گردد باید مقدار تنش

$$\frac{(-wx + \frac{w(2a)^2}{8}) \times a}{E \times \frac{a^4}{3}} = \frac{(wx) \times (\frac{2}{3}a)}{E \times \frac{a^4}{36} \times \frac{1}{12}}$$

حد اکثر + و - برابر گردد.

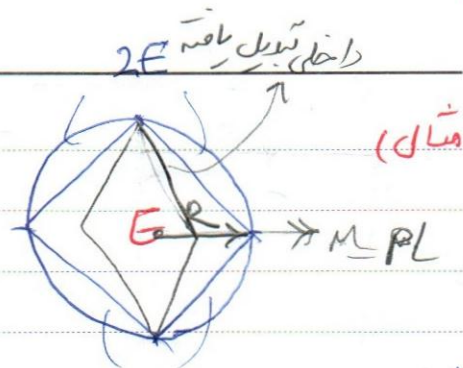
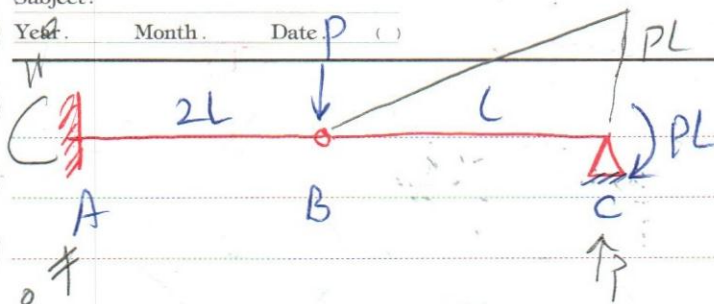
$$(-wx + \frac{wL^2}{2}) = wx \frac{248}{3}$$

$$9wLx = wL^2 \frac{1}{2}$$

$$x = \frac{1}{18} L$$

Subject:

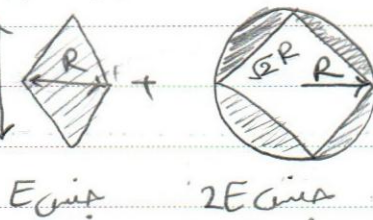
Year: Month: Date: ()



حالت تنش و تغییر شکل در سازه چیست؟ (فقط اثرات خمشی در نظر گرفته شود.)

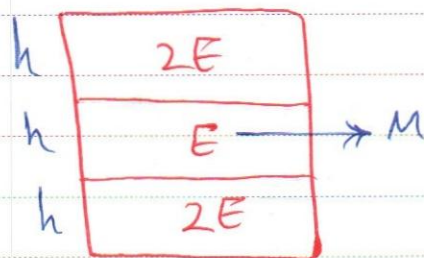
$$n = \frac{E}{2E} = \frac{1}{2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \times R}{I_{N.A}} = \frac{R}{7} \frac{PL}{R^3}$$



$$I_{N.A} = \frac{(R)(2R)^3}{48} + \left(\frac{\pi R^4}{4} - \frac{(2R)^4}{12} \right) = \frac{7}{12} R^4$$

مثال) اگر محور خمشی 90° دوران کند آنگاه حداکثر



تنش خمشی چه مقدار می شود

$$\frac{24}{10} \frac{1}{hb^2} = \frac{53}{15} \left(\frac{bh^2}{hb^2} \right)$$

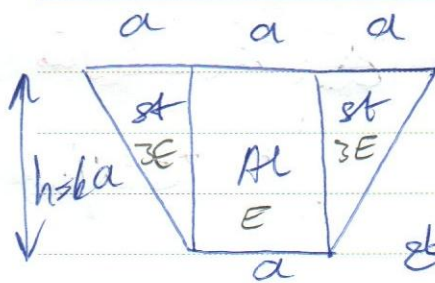
$$\frac{M \times \frac{3}{2}h}{\frac{b(3h)^3}{12} - \frac{b/2 h^3}{12}} = \frac{\frac{3}{2}}{(54-1)bh^3} = \frac{3 \times 24}{2 \times 53}$$

$$\frac{M \times \frac{b}{2}}{(3h)b^3 - \frac{(h/2)b^3}{12}} = \frac{\frac{1}{2} M b}{5hb^3} = \frac{24}{10}$$

Subject:

Year. Month. Date.

۹۸ ۱۸ ۴۳



$$\frac{(2a)h^3}{36} + \frac{a(h/3)^3}{12} =$$

مثال ۱۰

در مقطع غیر همگن مقابل نسبت حداکثر کرنش یا بیشترین مقطع

به آرایش مقطع تحت اعمال نیروی منفرجه کدام است؟ $E_{st} = 3E_{AL}$

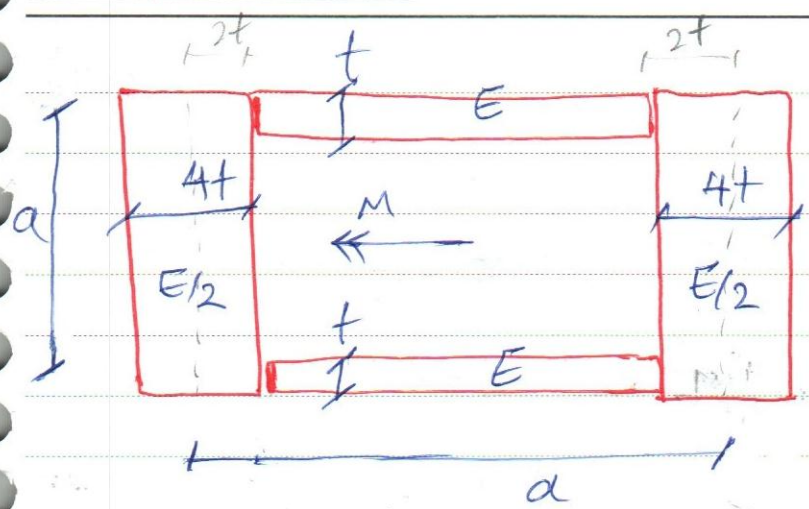
$$\frac{M_y}{EI} = \frac{y_{max}}{r} = \frac{\frac{9}{4}a}{\frac{15}{5}} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5} \checkmark$$

$$\frac{\frac{2a \times 6a}{2} \times 2a + (a \times 2a) \times 3a}{6a^2 + 2a^2} = \frac{18a^3}{8a^2} = \frac{9}{4}a$$

$$\frac{479}{16}$$

$$\frac{478}{16}$$

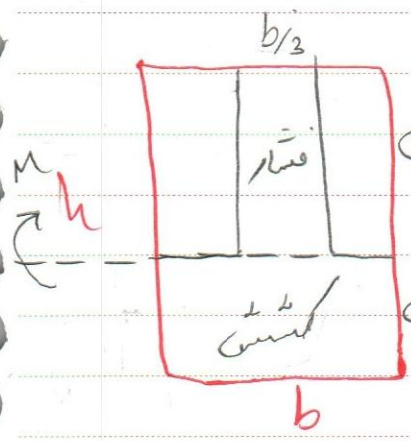
$$\frac{529}{16}$$



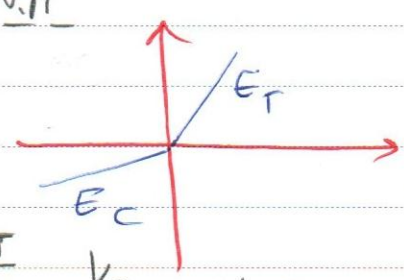
مثال) اجزای خمشی مقطع معادل کدام است؟

$$\frac{M}{EI} = \frac{1}{\rho} \quad \rho = \frac{EI}{M} = \frac{10}{12} \frac{a^3 t + E}{M} \quad K = \frac{12}{10} \frac{M}{a^3 t + E}$$

$$\frac{1}{12} (4t) a^3 + \frac{2}{3} a t + \frac{(a)^2}{2} = \frac{10}{12} a^3 t$$



مثال) ضریب ارجاعی بخش مصالح 3 برابر ضریب ارجاعی فشاری می باشد. نسبت مدایش کششی فشاری به مدایش کششی کدام است؟

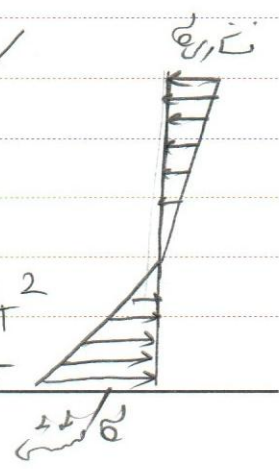


نسبت کششی کدام است
 $E_T = 3E_C$

$$\frac{\sigma_{max} \text{ فشاری}}{\sigma_{max} \text{ کششی}} = \frac{\frac{M \times C_T}{I_{N.A}} \times \frac{1}{3}}{\frac{M \times C_B}{I_{N.A}}} = \frac{1}{3} \frac{C_T}{C_B} = \frac{\sqrt{3}}{3} \checkmark$$

$$(C_B \times b) \times \frac{C_B}{2} = \frac{(h - C_B)^2}{2} \times \frac{b}{3} \times$$

$$3C_B^2 = C_T^2 \quad \sqrt{3} C_B = C_T$$



Subject:

26

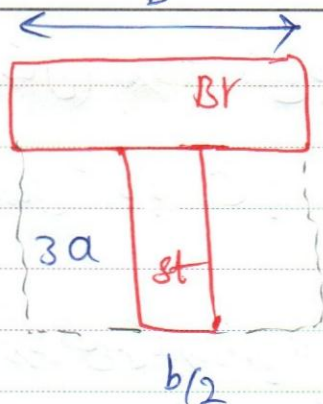
Year:

Month:

Date:

()

120, 49707



$$(\alpha_y^{st} = 3\alpha_y^{Br} = \alpha)$$

$$(E_{st} = 2E_{Br})$$

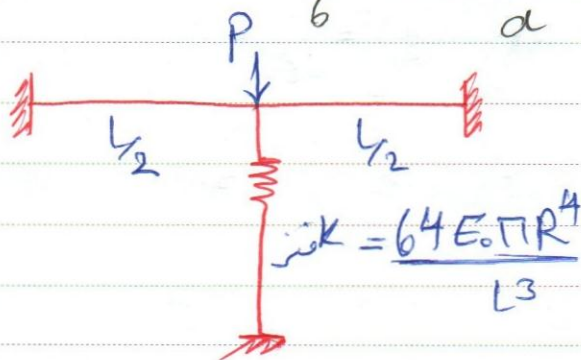
$$n = \frac{E_{st}}{E_{Br}} = 2$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times (4a)^3$$

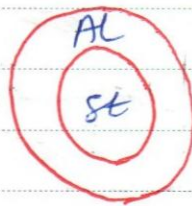
$$\alpha_{max\ steel} = \frac{M \times 2a}{I_{u'}} \times 2 = \alpha_0 = \frac{1}{4} \frac{\alpha I}{a}$$

$$\alpha_{max\ Br} = \frac{M \times 2a}{I_{u'}} = \frac{\alpha}{3} \rightarrow M = \frac{1}{6} \frac{\alpha I}{a}$$

$$مقاومت = M = \frac{1}{6} \times \alpha_0 \times \frac{16 \times 4}{12} b a^3 = \frac{16}{18} = \frac{8}{9} b a^2 \alpha_0$$



مثال



$$\frac{PL^3}{192EI}$$

$$I_{AL} = \pi \left(\left(\frac{3}{2} R \right)^4 - \left(\frac{1}{2} R \right)^4 \right)$$

$$= \frac{\pi R^4}{16 \times 4} (81 - 1) = \frac{5\pi R^4}{4}$$

$$I_{st} = \frac{\pi \left(\frac{3}{2} R \right) \times \left(\frac{1}{2} R \right)^3}{4} = \frac{3\pi R^4}{4 \times 16}$$

$$I_{u'} = \frac{83\pi R^4}{4 \times 16}$$

$$\delta_{متر} = \frac{P}{k_{متر} + k_{سپر}} = \frac{P}{\frac{64 E_0 \pi R^4}{L^3} + \frac{192 E_0 \pi R^4}{L^3}}$$

$$\frac{PL^3}{\left(\frac{192 \times 83}{64 \times 3} + 64 \right) E_0 \pi R^4} = \frac{PL^3}{147 E_0 \pi R^4}$$

Subject:

Year

Month

Date

تاریخ

شال) تاریخش معطوع با توجه به تاریخش

احمال شده بجا است ؟

از مرکز سطح می گذرد و بین محورهایش و N.A → محور اصلی ضعیف قرار می گیرند

اصلی (۲)
(تعارف)

$$I_{(1)} = \frac{1}{12} (2t \times 2) \times a^3 + 2 \times a t \times \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{5a^3 + t}{6}$$

$$I_{(2)} = \frac{1}{12} (t \times 2) a^3 + 2 \times a \times (2t) \times \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{7}{6} a^3 + t$$

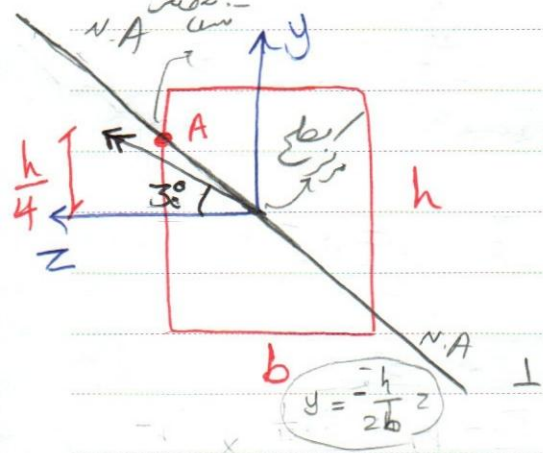
$$I_{(2)} \Rightarrow y = \left(\frac{M_y}{M_z} \times \frac{I_z}{I_y} \right) \times z = \left(\frac{1}{1} \times \frac{\frac{7}{6} a^3 + t}{\frac{5a^3 + t}{6}} \right) z = \frac{7}{5} z \checkmark$$

$$\tan \alpha = \frac{7}{5} \rightarrow \alpha = \text{Arctg} \left(\frac{7}{5} \right)$$

۱۰، ۱۱، ۱۶، ۱۵۳، ۱۴۸

95, 96, 97

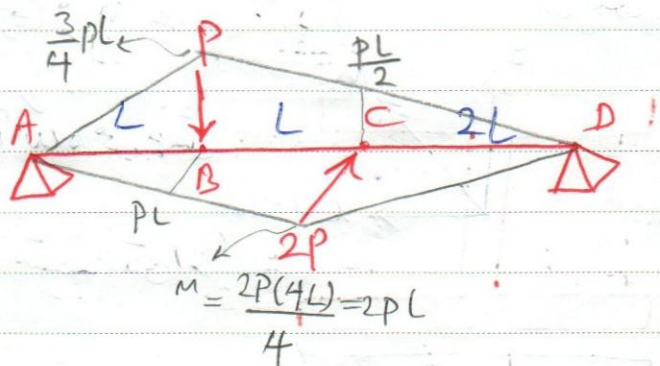
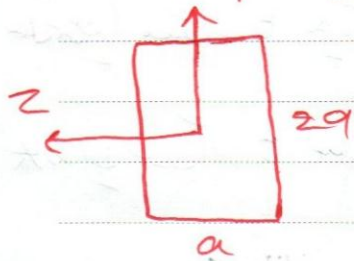
مثال حل تری (نسبت $\frac{b}{h}$ حقیقه باشد آتش عمودی در نقطه ای A صفر گردد؟)



$$\frac{M \sin 30^\circ \times \frac{1}{2}}{\frac{1}{12} b b^3} = \frac{m \cos 30^\circ \times \frac{1}{4}}{\frac{1}{12} b h^3}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}{h b^2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{4}}{b h^2} \quad \frac{b}{h} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

مثال) تنش خمشی حداکثر چقدر است و در کدام نقطه از تیر اتفاق می افتد؟ ۶



$$I_2 = \frac{1}{12} a (2a)^3 = \frac{8}{12} a^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} 2a(a)^3 = \frac{2}{12} a^4$$

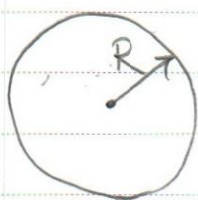
Mac در نقطه c اتفاق می افتد ✓

$$\frac{(2PL \times a_2)}{\frac{3}{12} a^4} + \frac{\frac{PL}{2} \times a}{\frac{8}{12} a^4} = \frac{12}{2} + \frac{12}{16} = 6 + \frac{3}{4} = \frac{27}{4} = \frac{54}{8}$$

$$\frac{PL \times \frac{a}{2}}{\frac{2}{12} a^4} + \frac{\frac{3}{4} PL \times a}{\frac{8}{12} a^4} = \frac{12}{4} + \frac{36}{32} = 3 + \frac{9}{8} = \frac{33}{8}$$

۱۲
بسم و غیر خطی که با هم جمع می شوند یا سرخط است یا نه خط

در سوال قبل اگر مقطع دایره ای به شعاع R شود تنش Max در کدام نقطه است؟

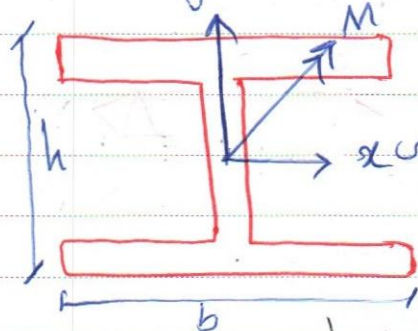


$$\sigma_{max} = \frac{M_{\max} R}{\frac{\pi R^4}{4}} = \frac{4 \left(\frac{\sqrt{5}}{2} PL \right)}{\pi R^3} = \frac{5 PL}{\pi R^3} \checkmark$$

$$C \rightarrow M_{\max} = \sqrt{(4PL)^2 + \frac{1}{4} PL^2} = \frac{\sqrt{17}}{2} PL$$

$$B \rightarrow M_{\max} = \sqrt{1(PL)^2 + \frac{9}{16} (PL)^2} = \frac{5}{4} PL$$

حل تمرین (مقدار θ چقدر باشد تا تیر مجاز M حداقل گردد؟)



* در این سوال اگر θ صفر یا 90° باشد آنگاه محور جث

بر محور اصلی مقطع منطبق می گردد و رسم جث از

نوع تک محوره می شود؟

$$\sigma_{\max} = \left| \frac{M \sin \theta \times \frac{b}{2}}{I_y} \right| + \left| \frac{M \cos \theta \times \frac{h}{2}}{I_x} \right|$$

$$= \frac{M}{2} \left[10b \sin \theta + h \cos \theta \right]$$

$$\frac{d\sigma}{d\theta} = 0 \rightarrow 10b \cos \theta - h \sin \theta = 0$$

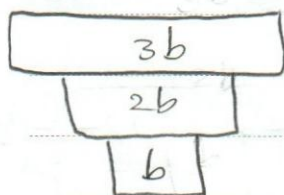
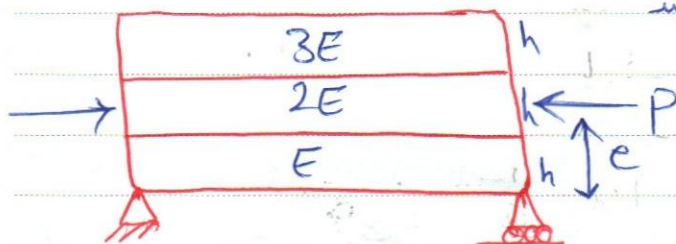
$$\frac{10b}{h} = \tan \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{10b}{h} \right)$$

همان جواب قلبی من است

تاریخ در تمام مقطع مستطیل داده

2. $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

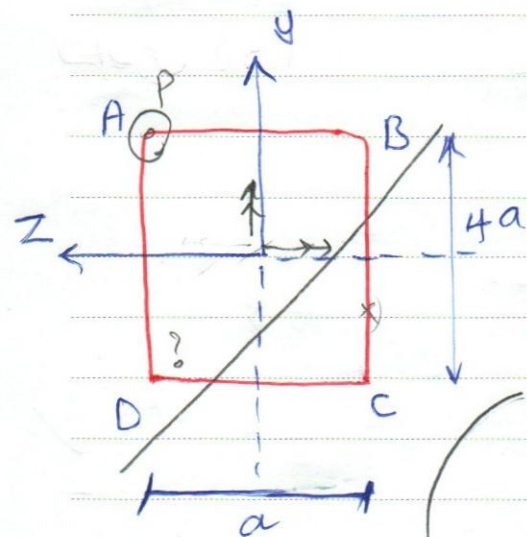


$$\bar{y} = \frac{(3hb \times \frac{h}{2}) + (2hb + \frac{3}{2}h) + (hb \times \frac{5}{2}h)}{6hb} = \frac{7}{6}h$$

Wsk. $e = \frac{11}{6}$

مثال ۱) نیروی کشش به قطری A از مقطع عمود بر

الجمال شدة ابت مقلقا طلع نار غشيه بالطلع ط



$$+ \frac{P}{4a^2} + \frac{P(\frac{a}{2})x}{\frac{1}{12}(4a)a^3} = \frac{P(2a)(2a)}{\frac{1}{12}(a)(4a)^3} = 0 \quad \text{کدام نیست}$$

$$\frac{P}{4a^2} + \frac{P(2a) y}{\frac{1}{12} a (4a)^3} = \frac{P(\frac{a}{2})(a/2)}{\frac{1}{12} (4a)(a)^3} \quad \boxed{y = \frac{4a}{3}}$$

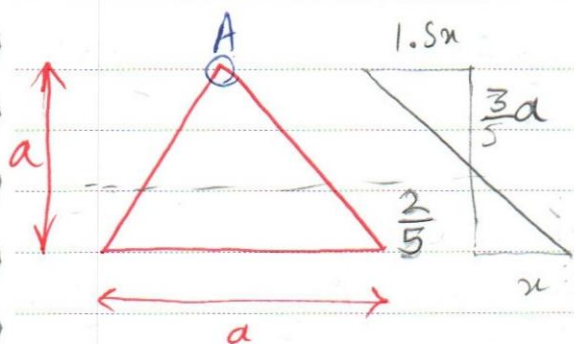
$$? = \frac{a}{2} - \frac{a}{3} = \frac{a}{6}$$

$$\frac{P}{4a^2} + \frac{2Px}{8a^3} = \frac{12P \cdot 4}{16a^2} = \frac{48}{16} = \frac{3}{2}$$

PAPCO $\frac{3}{2} \frac{P a}{a^3} = \frac{1}{2} \frac{P}{a^2} \left[\frac{a}{3} = x \right]$

Subject:

Year. Month. Date. ()



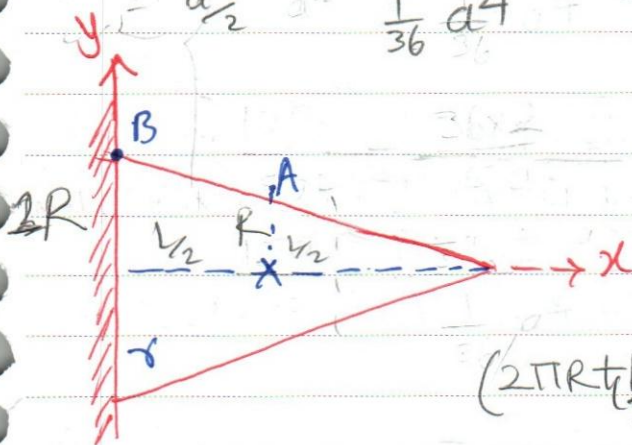
مثال ۱ نیرو فشاری P به نقطه A در رأس مثلث

اعمال شده است مقدار مجاز این نیرو کدام است؟

$$[\delta_w^e = 1.5 \delta_w^P = \delta_0]$$

$$\frac{-P}{\frac{a^2}{2}} - \frac{P(\frac{2}{3}a)(\frac{2}{3}a)}{\frac{1}{36}a^4} = \delta_0 \rightarrow \frac{-18P}{a^2} = \delta_0 \rightarrow P = \frac{1}{18} \delta_0 a^2$$

$$\frac{-P}{\frac{a^2}{2}} + \frac{P(\frac{2}{3}a)(\frac{1}{3}a)}{\frac{1}{36}a^4} = \frac{2}{3} \delta_0 \rightarrow \frac{9P}{a^2} = \delta_0 \rightarrow P = \frac{1}{9} \delta_0 a^2$$



سایری ۱۳۹۵

$$\frac{(2\pi R + \frac{L}{2} \times \frac{L}{6}) \times R}{8\pi R^3 +} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{(2\pi(2R) + L \times \frac{L}{3})(2R)}{8\pi R^3 +} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{6}} = 2$$

W

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$MA \rightarrow \frac{w}{4} \times \frac{L}{6}$$

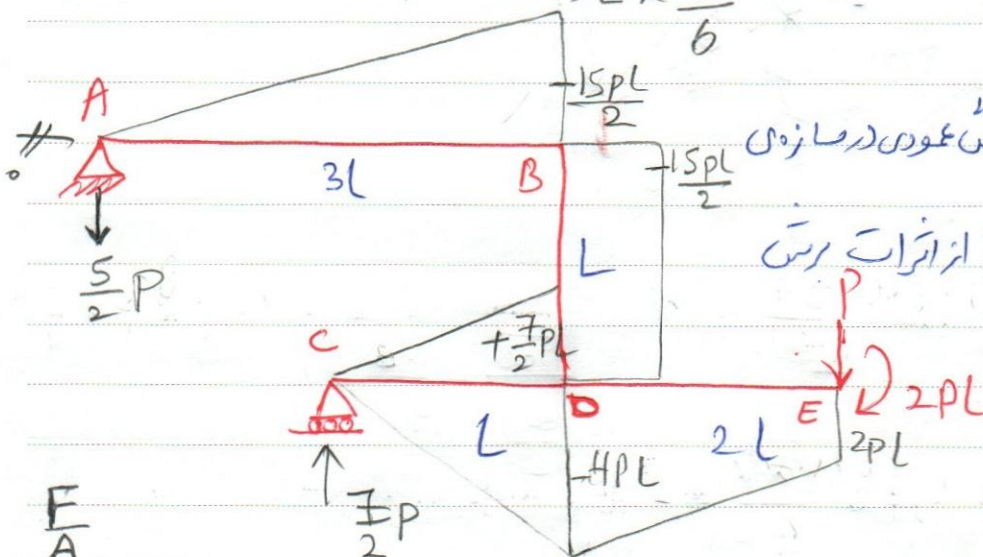
$$S \rightarrow \frac{t(a_2)^2}{6}$$

$$(\theta_x)_A =$$

$$(\theta_x)_B$$

$$MB \rightarrow w \times \frac{L}{3}$$

$$S \rightarrow L \times \frac{a^2}{6}$$



مثال) حدالترسش عمودی در سازه

مقابل کدام است؟ از اثرات برش

صافتر شود

$$\frac{\frac{5P}{2}}{4at} + \frac{MC}{I} = \frac{\left(\frac{15PL}{2}\right) \times \frac{a}{2}}{\frac{2}{3}a^3 + \frac{15P}{2} \times \frac{1}{4at}} = \frac{45}{8} \frac{10a^2}{a^3t} P = \frac{225}{4} \frac{P}{at} + \frac{5P}{4at}$$

$$= \frac{455}{8} \frac{P}{at}$$

عین

نیروی محوری

Subject:

Year:

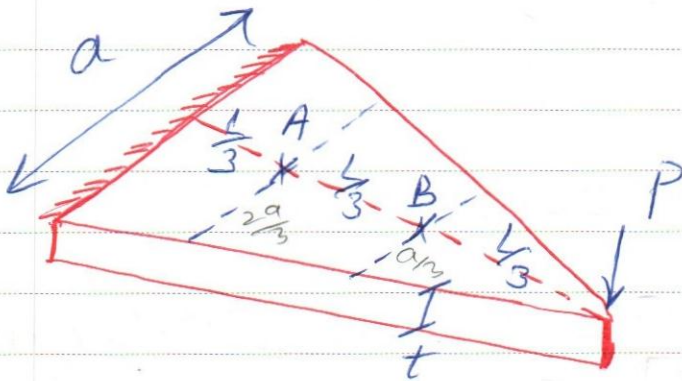
Month:

Date:

()

112

1128 1012



$$\frac{\sigma_B}{E} = \frac{\frac{(PL/3)(t/2)}{\frac{1}{12}(\frac{a}{3})t^3}}{\frac{2PL/3(\frac{t}{2})}{\frac{1}{12}(\frac{2a}{3})t^3}} = 1$$

$$\frac{\sigma_B}{E} = \frac{\epsilon_B}{\epsilon_A} = 1$$

$$\frac{\sigma_A}{E} = \frac{\frac{2PL/3(\frac{t}{2})}{\frac{1}{12}(\frac{2a}{3})t^3}}{\frac{2PL/3(\frac{t}{2})}{\frac{1}{12}(\frac{2a}{3})t^3}} = 1$$

467.02

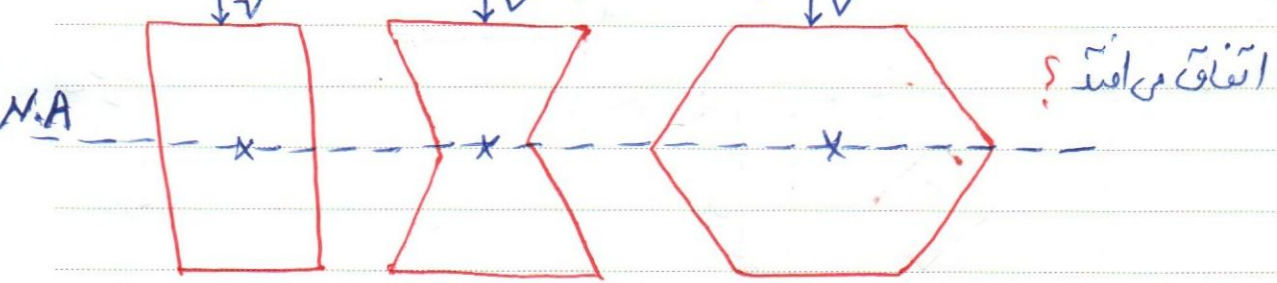
505.01

522.06

531.010

538.012

در مقاطع نشان داده که تحت نیروی برش قائم می باشند، حد اکثر تنش برش در کجای مقطع اتفاق می افتد؟



(1)

(2)

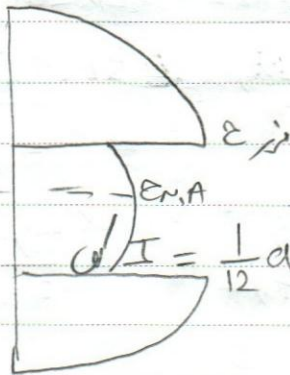
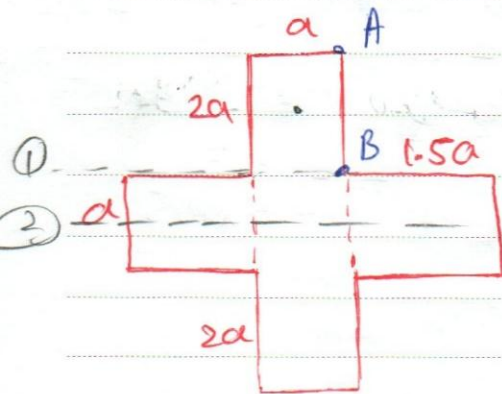
(3)

شکل های اول و دوم NA اتفاق

$$\tau_{max} = \left(\frac{V}{I_{NA}} \right) \left(\frac{Q}{b} \right)_{max}$$

در استوار شکل 3 ممکن است باشد

ممکن است اتفاق نیفتد.



مثالی

$$I = \frac{1}{12} a \times (5a)^3 + \frac{1}{12} (3a)(a)^3 = \frac{128}{12} a^4$$

$$\tau_{max1} = \frac{VQ}{It} = \frac{V \times (2a^2 \times 1.5a)}{I \times a} = \frac{V \times 3a^3}{\frac{128}{12} a^5} = \frac{36}{128} \times \frac{V}{a^2}$$

$$\tau_{max2} = \frac{VQ}{It} = \frac{V \times (2.5a^2 \times 1.25a + \frac{a}{2} \times 4a \times \frac{a}{4})}{I \times 4a} = \frac{21}{256} \frac{V}{a^2}$$

چند درصد از نیروی برش اعمال شده توسط جاک AB تحمل می شود؟

$$V_i = \frac{V}{I_{NA}} \int_0^{2a} (x \times y) \times \left(\frac{5}{2} a - \frac{y}{2} \right) dy =$$

Subject:

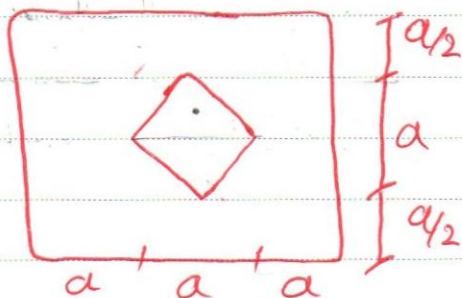
Year:

Month:

Date:

()

مثال: اگر قطعه‌ای مرکبی مطابق جدا شود، ظرفیت بیش مقطع چند درصد کاهش یافته‌اند؟



$$I = \frac{1}{12} (3a)(2a)^3 = 2a^4$$

$$I_{\text{center}} = \frac{1}{36} \times a \times a^3 = \frac{a^4}{36}$$

$$Q = \frac{VQ}{It} \rightarrow V = \frac{ItQ}{Q}$$

$$Q = \frac{a}{2} \times a \times \frac{1}{2} \times \frac{a}{6} = \frac{a^3}{24}$$

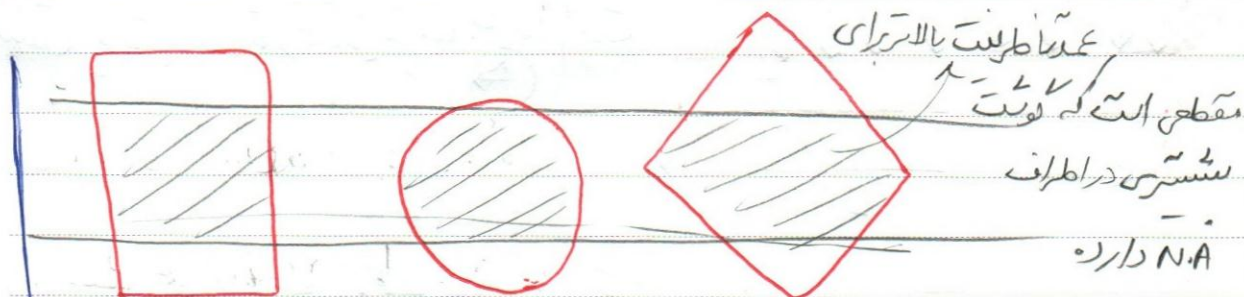
$$Q = a \times (3a) \times \frac{a}{2} = \frac{3}{2}a^3$$

$$\begin{aligned} \text{درصد تغییرات} &= \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{\left(\frac{2a^4}{48} - \frac{a^4}{24} \right) \times 2a}{\left(\frac{3}{2}a^3 - \frac{a^3}{24} \right)} - 4 \\ &= \frac{\left(\frac{19}{96} \times 4 \right)}{\left(\frac{35}{24} \right)} - 4 = \frac{71 - 4 \times 105}{105} = \frac{349}{4 \times 105} \\ &= \frac{19}{7 \times 4} - 1 = \frac{-9}{28} \end{aligned}$$

(امضای من)

(مهر من)

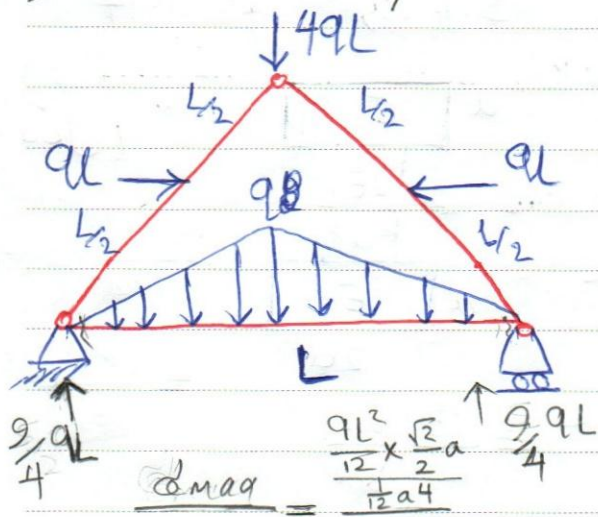
در صورت بیان بودن سطح مقطع کدام مقطع دارای مقاومت برشی بیشتری می باشد؟



$$V = \frac{2}{3} \bar{c}_w \times A < V = \frac{3}{4} A \times \bar{c}_w < V = \frac{8}{9} A \times \bar{c}_w$$

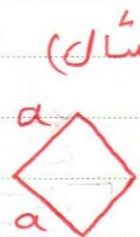
کدام یک ظرفیت خمشی بالاتری دارد؟ (با گویا بیان)

$$M = S \times \sigma_w > M = S \times \sigma_w > M = S \times \sigma_w$$



$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_{N.A.}} \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} a$$

$$I_{N.A.} \rightarrow \frac{1}{12} a^4$$



$$\sigma_{max} = \frac{q}{8} \frac{V}{A} = \bar{c}_y$$

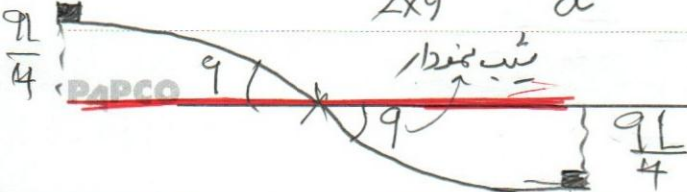
$$V_{max} = \frac{qL}{4}$$

$$M_{max} = \frac{qL}{4} \times \frac{L}{2} - \frac{qL}{4} \times \frac{L}{6}$$

$$\sigma_{max} = \frac{\frac{q}{8} \times \frac{(qL/4)}{a^2}}{\frac{qL^2}{12} \times \frac{\sqrt{2}}{2} a}$$

$$= \frac{(3-1)qL^2}{24} = \frac{qL^2}{12}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2 \times 9} \times \frac{L}{a} = \frac{16\sqrt{2}}{9} \frac{L}{a} \quad \frac{L}{a} = \frac{9\sqrt{2}}{32} \frac{d}{c}$$



Subject:

Year:

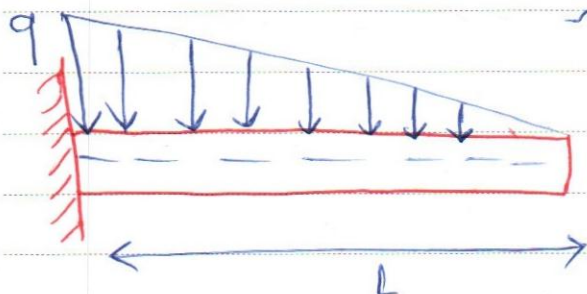
Month:

Date:

()

نسبت جدار تنش برشی روی تار خنثی بسیار کمتر

تنش برشی روی تار کمانی تقریباً یکسان است



$$V_{max} = \frac{qL}{2}$$

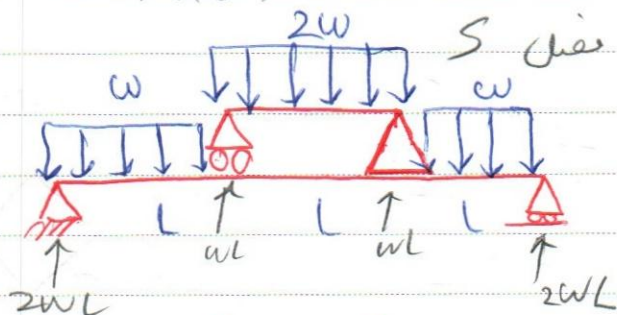
$$\tau_{max} = \frac{4}{3} \frac{\left(\frac{qL}{2}\right)}{\pi R^2} = \frac{2}{3} \frac{qL}{\pi R^2}$$

$$M_{max} = \frac{qL}{2} \times \frac{L}{3} = \frac{qL^2}{6}$$

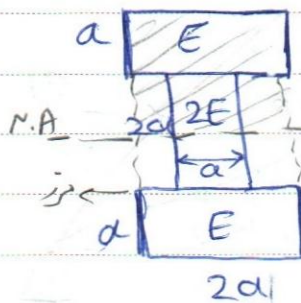
$$\phi_{max} = \frac{\frac{qL^2}{6} \times R}{\frac{\pi R^4}{4}} = \frac{4}{6} \frac{qL^2}{\pi R^3} \rightarrow \phi_{max} = \frac{2}{6} \frac{qL^2}{\pi R^3}$$

$$\frac{\tau_{max}}{\phi_{max}} = \frac{2R}{L}$$

تاریخچه



فصل 5 65 43 17



مثال

$$I = \frac{1}{12} \times (2a) (4a)^3 = \frac{32}{3} a^4$$

$$\tau_{max} = ? \quad 4a^3$$

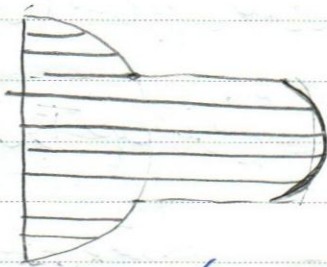
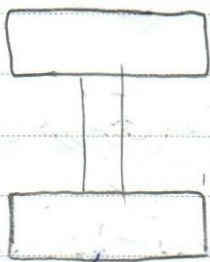
$$\tau = \frac{V \times Q_{max}}{N \cdot A \times I_N \cdot A \times b} \times n \rightarrow 2 = \frac{3}{4} \frac{wL}{a^2}$$

$$\frac{32}{3} a^4$$

$$\tau = \frac{V_{max} \times Q}{I_N \cdot A \times b} = \frac{9}{32} \frac{wL}{a^2}$$

همچنین برای مقطع معادل جایگزین می کنیم و آن در انتها آن را در n ضرب می کنیم.

همواره در محاسبی تنش برشی در مقطع غیر هگزی می توان از بهیهای واقعی به جای محادل استفاده نمود ولی در این صورت دگر نباید تنش برشی را در ضریب تبدیل n می کنیم.



در موز مشترک دو جنس تنش برشی یکسان دارد به طوریکه اگر بهیها یکسان شود تنش برشی افزایش می یابد.

$$2 \text{ صد } 496 \quad 18 \text{ صد } 479$$

تبرین در سوال قبل اگر جای E و $2E$ عوض شود آنگاه تنش برشی σ_{max} چند برابر است و در کجا اتفاق می افتد.

Subject:

Year: Month: Date: ()

مقاطع نوع اول و

جدار نازک ها

در مقاطع جدار نازکی که محور برش مقطع، محور تقارن مقطع نیز می باشد، نکات زیر

را داریم:

۱- روی محور تقارن (محور برش) تنش برش صفر می باشد (در صورت عدم وجود جدار یا پوسته)

در راستای محور برش (I شکل و A شکل صفر نشینند)

۲- در لبه های آزاد تنش برش صفر می باشد.

۳- تنش برش حداکثر در جایی روی تارخشی مقطع اتفاق می افتد. (در صورت یکسان بودن ضخامت)

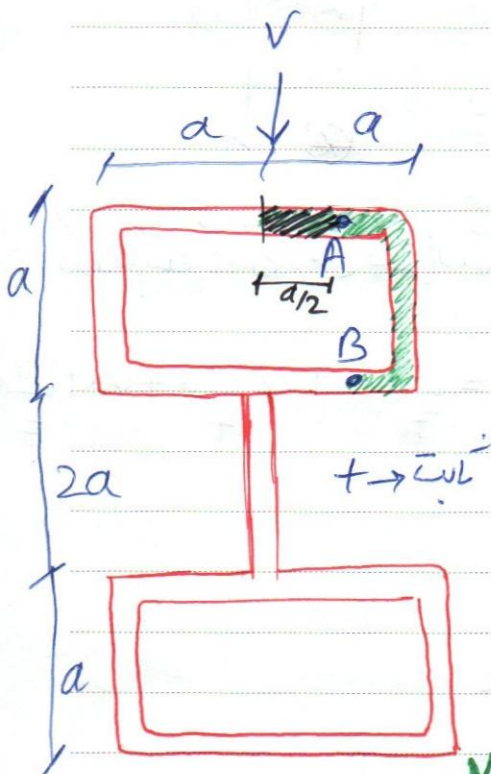
در تمام قسمت های مقطع

۴- توزیع تنش برشی نسبت به محور برش (تقارن) یکسان و متقارن می باشد.

۵- نکته در اول صفر می بعدی

۵- مرکز برش مقطع در جایی روی محور تقارن مقطع و یا محل تقاطع محوری تقارن مقطع

تقارن ندارد (مرکز تقارن)



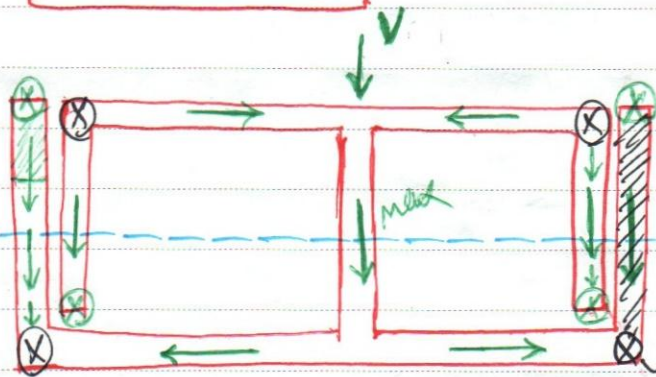
مثال) نسبت تنش برش در A به B کدام است؟

$$\frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{\left(\frac{V}{I_{NA}}\right) \times \left(\frac{Q_A}{t}\right)}{\left(\frac{V}{I_{NA}}\right) \times \left(\frac{Q_B}{t}\right)} = \frac{Q_A}{Q_B}$$

$\rightarrow \left(\frac{a}{2} \times t\right) \times 2a$

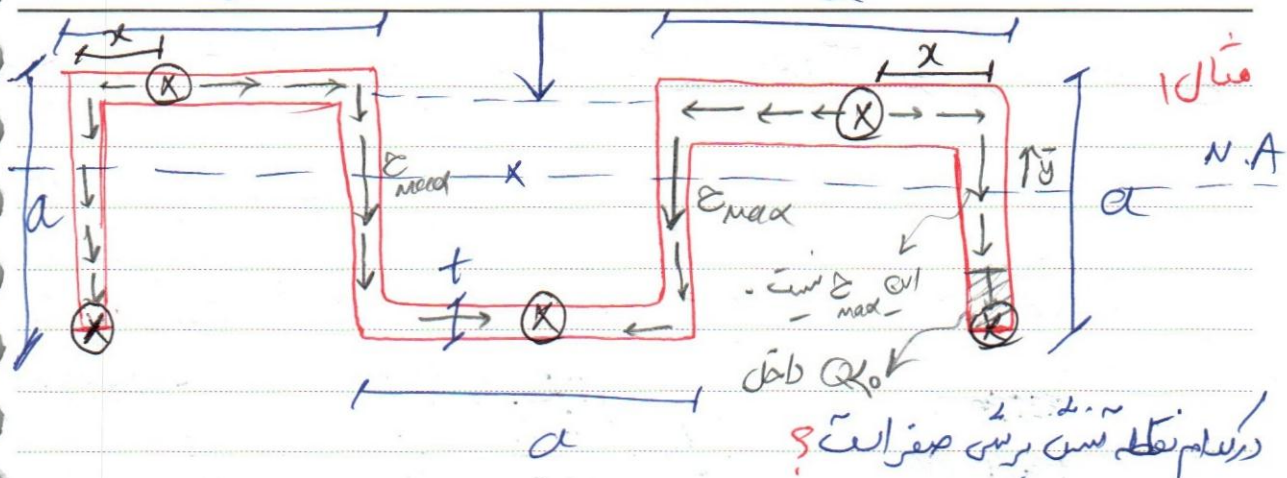
$$(a \times t) \times 2a + (a \times t) \times \frac{3}{2}a + \left(\frac{a}{2} \times t\right) \times a$$

$$\rightarrow \frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{1}{4}$$



$$Q = A \times \bar{y} = 0$$

$$\tau = \frac{VQ}{It} = 0$$



$$\sum_{(n)} = 0 \rightarrow B_{\text{ex}} = 0 \rightarrow \frac{4}{7} a x t \times \frac{2}{7} a = \left(\frac{3}{7} a x t \right) \times \frac{3}{14} a + (x x t) \times \frac{3}{7} a$$

$$\rightarrow x = \frac{a}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{(axt) \times a + (axt) \times \frac{a}{2} \times 4}{(axt) \times 3 + (axt) \times 4} = \frac{3}{7} a$$

مقاطع (دستی II)

در مقاطع جدار نمازگی که محور برش مقطع ، محور تقارن مقطع نمی باشد ولی بر محور تقارن مقطع عمود

است ، نکات زیر را داریم :

۱- روی محور تقارن (تارخشی) ، تنش برش حداکثر می باشد (در صورت یکسان بودن ضخامت گوشت در

قسمت های مختلف جدار

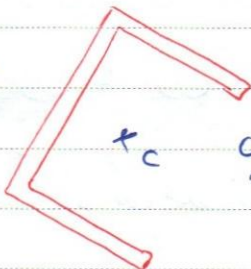
۲- در لبه های آزاد ، تنش برش صفر می باشد .

۳- مرکز برش مقطع در جایی روی محور تقارن قرار دارد .

* مرکز برش یک مقطع ، فقط بستگی به ابعاد و ضخامت آن مقطع دارد یعنی یک نقطه می منحصر بفرد بوده و به

بارگذاری خارجی اعمال شده بستگی ندارد . مثل مرکز سطح مقطع

Shc.

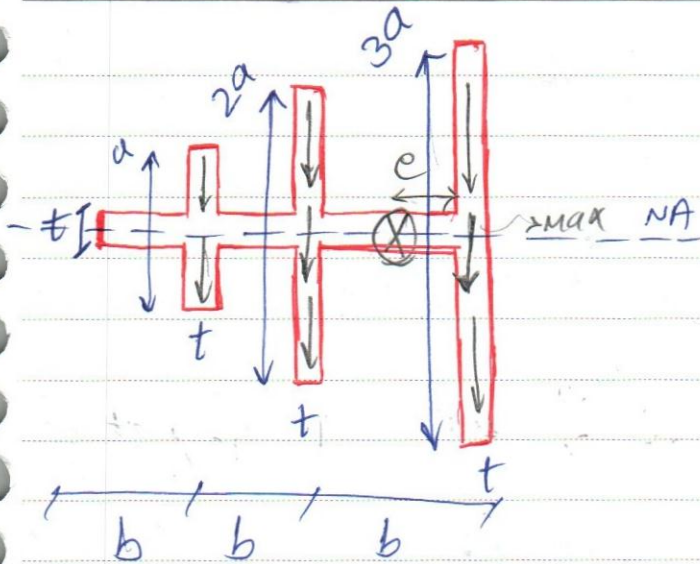


* برای تشخیص محل مرکز برش ، می بایست مقطع را به دسته های تبدیل

نمود .

Subject:

Year: Month: Date: ()



$e = ?$ مثال

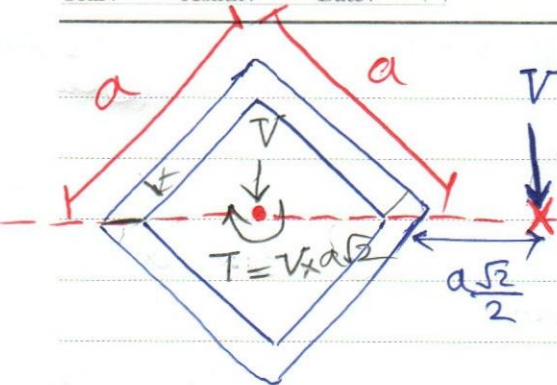
$$\bar{X}_c = \frac{\sum A_i \times \bar{x}_i}{\sum A_i}$$

$$e = \frac{\sum I_{i,c} \times \bar{x}_i}{\sum I_{i,NA}}$$

$$e = \frac{\frac{ta^3}{12} \times 2b + \frac{t(2a)^3}{12} \times b + 0}{\frac{ta^3}{12} + \frac{t(2a)^3}{12} + \frac{t(3a)^3}{12}} = \frac{5}{18}b$$

۸ ۱۴ ۱۹ ۲۶ ۳۷ ۴۹ ۵۷ ۶۱ ۶۴

از فرمول e فوق، فقط در شرایطی می توان استفاده کرد که از اجزای قائم یا افقی از یکی از آنها یک عدد داشته باشیم.



مثال تنش برشی حداکثر قدرت و در کدام

نقطه از مقطع ایجاد می شود؟

$$(2 \times at \times \frac{a\sqrt{2}}{4}) = Q \quad t' = t\sqrt{2} \xrightarrow{\times 2} 2t\sqrt{2} \quad I = 4 \times \frac{1}{4} at \times \frac{1}{2}$$

* اگر نیروی برشی اعمال شده به مقطع به مرکز برش وارد نشده باشد، آنگاه بعد از انتقال نیرو

به مرکز برش داریم : نیروی برشی + گشت برین

* اگر نیروی محوری اعمال شده به مقطع به مرکز سطح وارد نشده باشد، آنگاه بعد از انتقال نیرو به مرکز

سطح داریم : نیروی محوری + گشت برین (خمش مرکب)

$$I = \frac{1}{12} \times at^3 \times 2 + 3at \times \frac{a^2}{12} \times 2 = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} ta^3$$

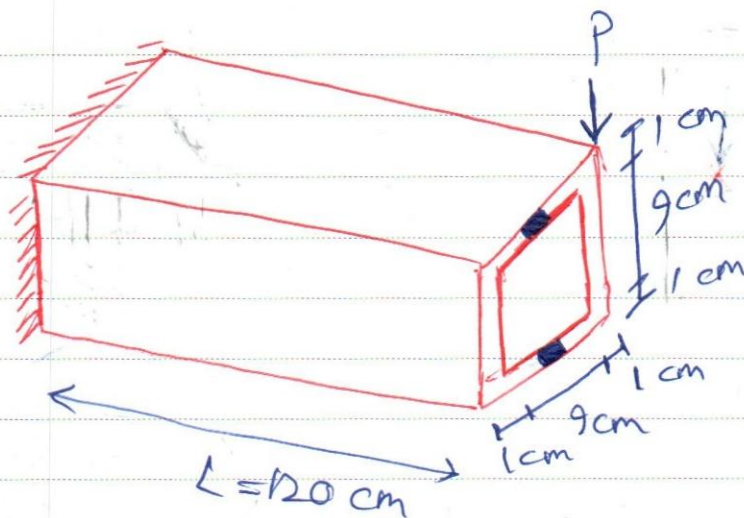
$$J = \frac{4}{3} ta^3$$

$$\epsilon_{max} = \frac{VQ}{It} + \frac{T}{2Amt} = \frac{V \times \frac{2}{3} ta^3 \times (t \times 2)}{2 \times a^2 t} + \frac{V(a\sqrt{2})}{2 \times a^2 t}$$

$$= \frac{3\sqrt{2}}{8} + \frac{4\sqrt{2}}{8} = \frac{7\sqrt{2}}{8}$$

$$\frac{P}{1600} +$$

مسئله



$$\sigma_w = 5 \text{ Mpa}$$

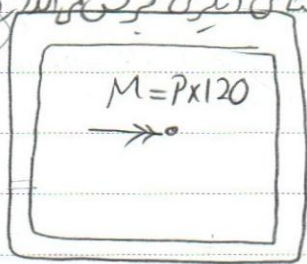
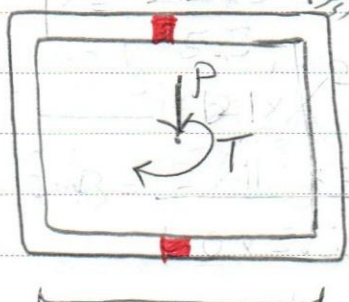
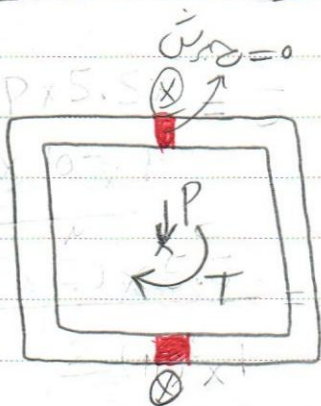
الف (12
ب (20 ✓
ج (80
د (40

$$T = P \times 5$$

$$I = \frac{2}{3} a^3 t$$

$$J = \frac{4}{3} a^3 t$$

محاسبه می شود که می اندازد



$$\frac{VQ}{It} = 0$$

$$\frac{TC}{J}$$

$$\frac{MC}{I}$$

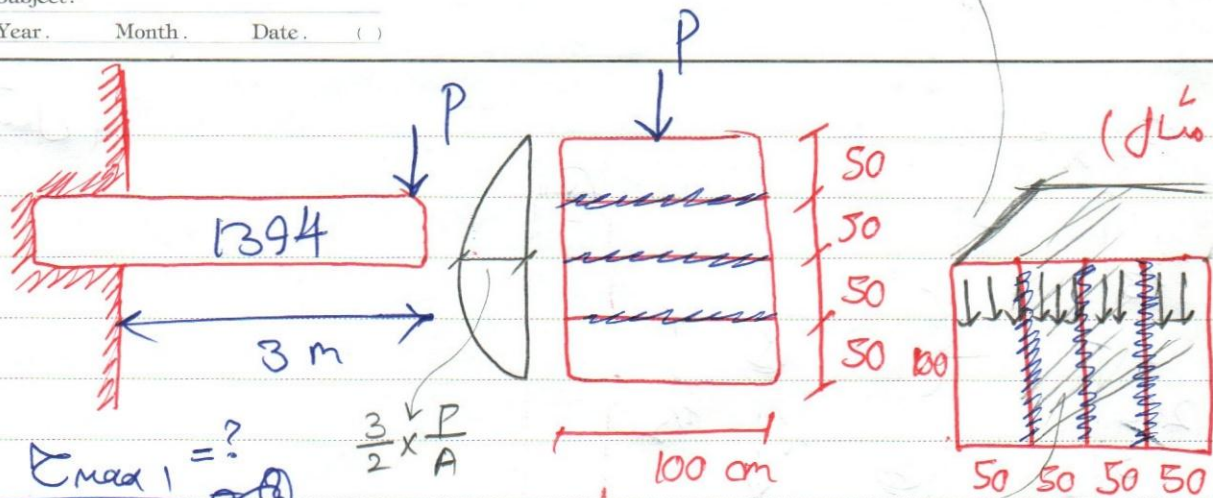
σ_w

* با توجه به اینکه حداکثر تنش برشی بدست آمده از طریق جمع راسدالی (شعاع دایره ای دور)

در لایه ی نازک چپ اتفاق نمی افتد و در صفحه ی دیگری مربوط به چوب اتفاق می افتد لذا

$$\sigma = \frac{P}{40} \rightarrow P \leq 20 \text{ مگاپاسکال}$$

تنش به موازات چوب باشد هیچ برشی در چوب ایجاد نمی گردد و در راسدالی چوب باشد در چوب برشی می اندازد



$$\sigma_{max 1} = ?$$

$$\sigma_{max 2} = ?$$

$$\sigma_{max 1} = \frac{3}{2} \times \frac{P}{100 \times 200}$$

$$= \frac{3}{4} \times \frac{P}{10000}$$

$$\sigma_{max 2} = 0$$

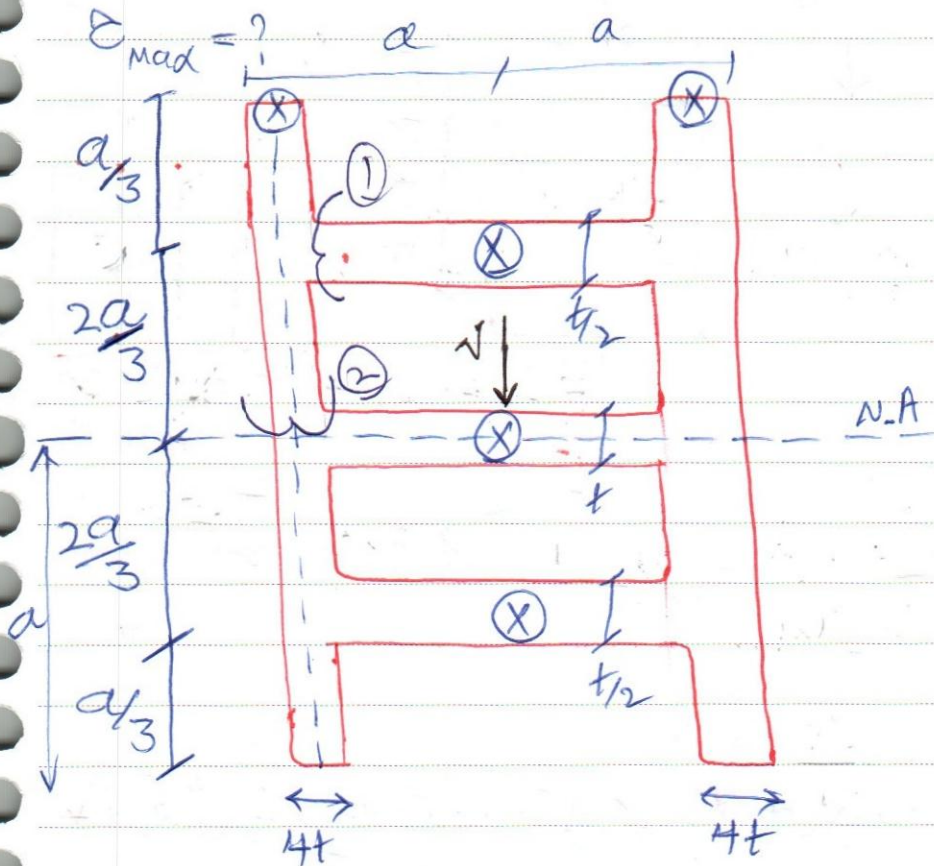
$$\sigma_{max 2} = 0$$

* اگر تنش برشی ایجاد شده در مقطع عمود بر راستای چپ در مقطع باشد باعث ایجاد

نیروی برشی در چپ می شود ولی اگر تنش برشی ایجاد شده در مقطع به موازات راستای

چپ در مقطع باشد آنلا در چپ تنش برشی ایجاد نمی شود

مسئله ۱



$$I_{N.A} = \frac{(4t)(2a)^3}{12} \times 2 + (2a \times \frac{t}{2}) (\frac{2}{3}a)^2 \times 2 = \frac{56}{9} a^3 t$$

$$\sigma_{max} = \frac{VQ}{I t \rightarrow (4t)}$$

$$Q_1 = (a \times \frac{t}{2}) \times \frac{2a}{3} = \frac{a^2 t}{3}$$

$$Q_2 = (a \times t) \times \frac{a}{2} + \frac{a^2 t}{3} = \frac{7a^2 t}{3}$$

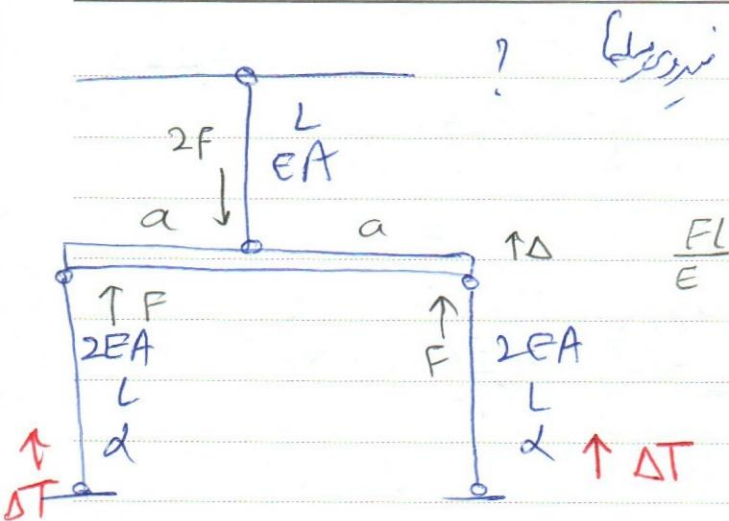
$$\sigma_{max1} = \frac{V \times \frac{a^2 t}{3}}{\frac{56}{9} a^3 t (\frac{t}{2})} = \frac{3}{28} \frac{V}{at} \checkmark$$

$$\sigma_{max2} = \frac{V \times \frac{7a^2 t}{3}}{\frac{56}{9} a^3 t 4t} = \frac{3}{32} \frac{V}{at}$$

11V

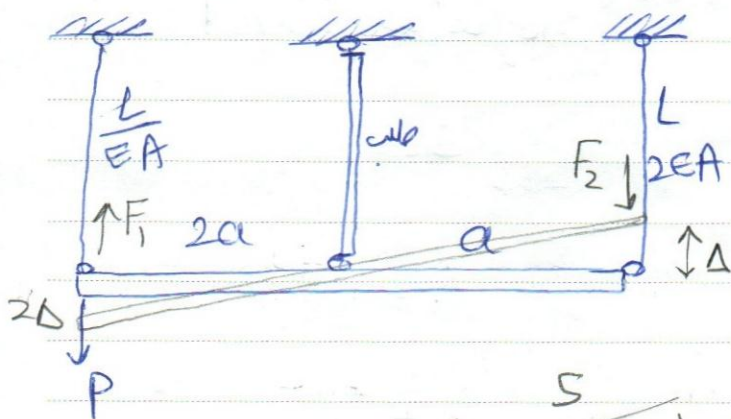
Subject:

Year. Month. Date. ()



$$\frac{2FL}{EA} = \alpha L \Delta T - \frac{FL}{2EA} \rightarrow F = \frac{2}{5} EA \Delta T$$

$$\frac{2FL}{EA} = \alpha L \Delta T - \frac{FL}{2EA} \rightarrow F = \frac{2}{5} EA \Delta T$$



$$\frac{F_1 L}{EA} = 2\Delta \rightarrow F_1 = 2 \frac{\Delta EA}{L}$$

$$\frac{F_2 L}{2EA} = \Delta \rightarrow F_2 = \frac{2\Delta EA}{L}$$

$$P \times 2a = (2 \times 2 + 2 \times 1) \Delta EA$$

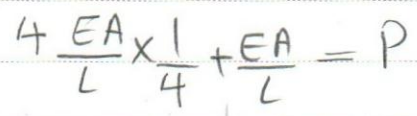
$$\Delta = \frac{2}{5} \frac{aP}{EA}$$

$$F_1 = \frac{4}{5} P$$

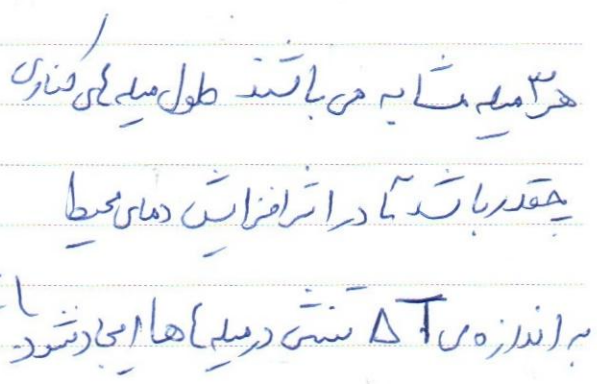
$$F_2 = \frac{4}{5} P$$

$$F_1 = F_2 \quad \boxed{2F_1 + F_2 = 2P}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{2}{3} P$$



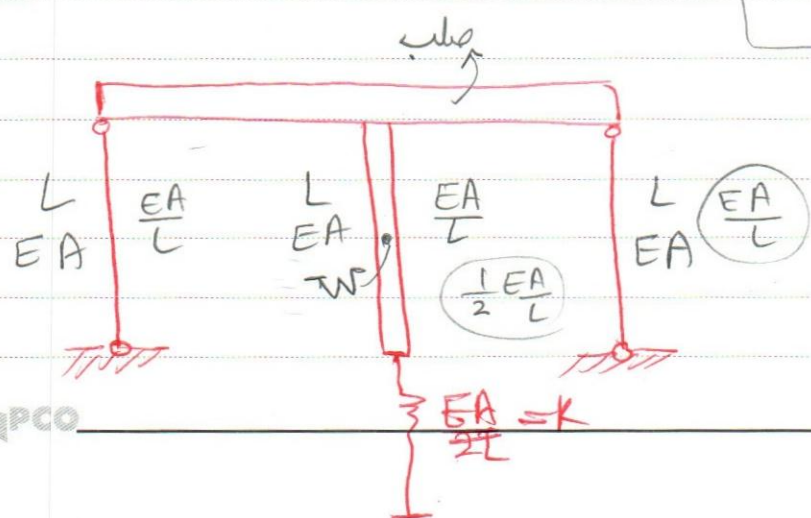
$$\Delta_{HA} = \frac{P}{2EA} = \frac{PL}{2EA}$$



$$\Delta_1 \oplus \Delta_2 = \Delta_2$$

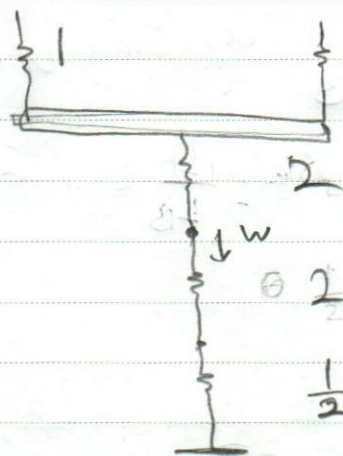
$$\Delta T L \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \Delta T L'$$

$$L \frac{\sqrt{2}}{2} = L'$$



$$\frac{EA}{L/2} + \frac{EA}{L} + \frac{EA}{L}$$

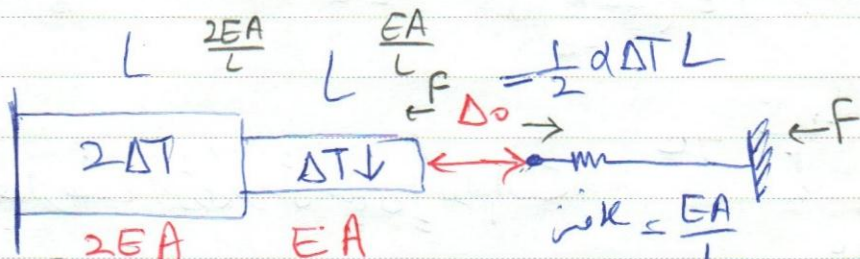
$$\frac{1}{4} \frac{EA}{2L} + \frac{EA}{2L}$$



3

$$\frac{\frac{2}{5}}{\frac{2}{5} + 1} = \frac{\frac{2}{5}}{\frac{7}{5}} = \frac{2}{7}$$

$$\frac{2 \times \frac{1}{2}}{2 + \frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{5}{2}} = \frac{2}{5}$$



$$2\Delta T \times 2\alpha L - \alpha \Delta T L - \frac{FL}{2EA} - \frac{FL}{EA} - \frac{F \Delta_0}{\frac{EA}{L}} + \Delta_0 = 0$$

$$F = \alpha \Delta T EA$$

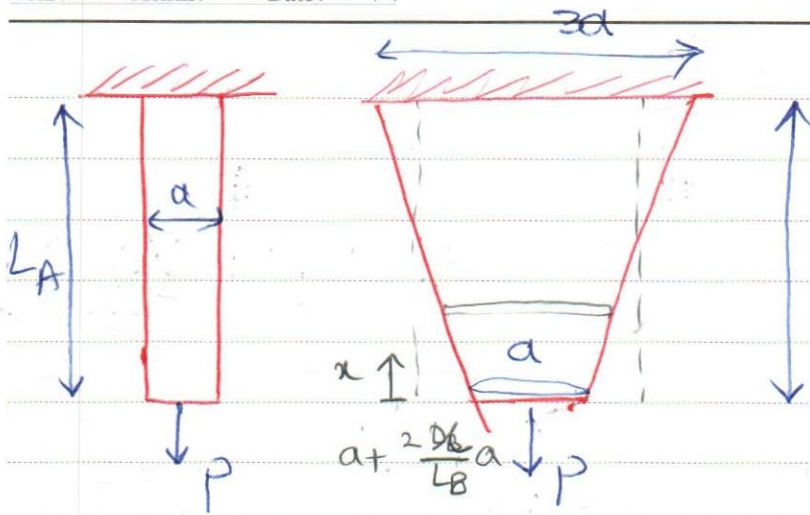
Subject:

Year:

Month:

Date:

()



جنبه میله یکسان است

پهنای هر دو میله ثابت و برابر a

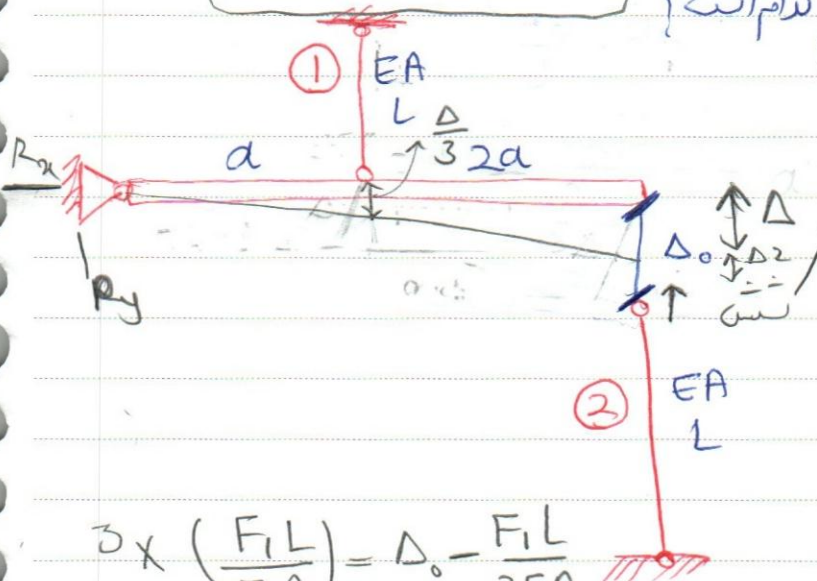
می باشد نسبت $\frac{L_A}{L_B}$ حتماً

$$\frac{PLA}{Ed^2}$$

$$\int \frac{P dx}{E(1+\frac{2x}{L_B})a^2} = \frac{P}{Ed^2} \frac{1}{2} \ln(1+\frac{2x}{L_B}) L_B$$

$$L_A = \frac{\ln 2}{P} L_B$$

بعد از ضرب انرژی کرنش میله ای یکدوم است



$$\Delta + \Delta_2 = \Delta_0$$

$$F_1 a = 3 F_2$$

$$F_1 = 3 F_2$$

$$3 \times \left(\frac{F_1 L}{EA} \right) = \Delta_0 - \frac{F_1 L}{3EA}$$

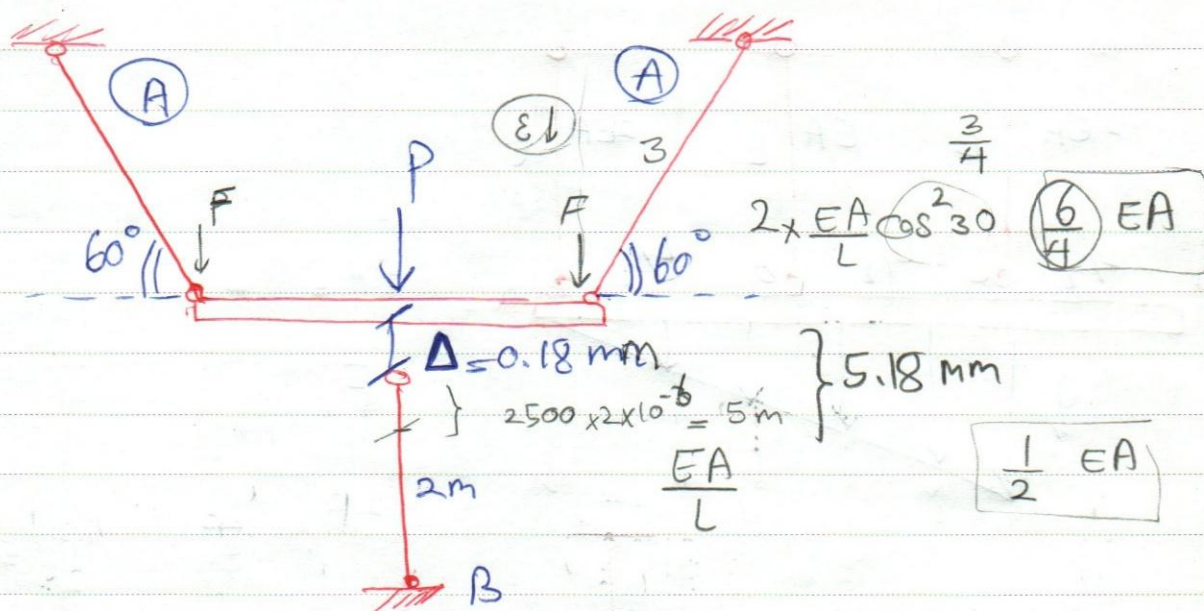
$$\Delta_2 = \frac{F_2 L}{EA} = \frac{F_1 L}{3EA}$$

$$\frac{10}{3} \left(\frac{F_1 L}{EA} \right) = \Delta_0$$

$$\Delta_1 = \frac{3}{10} \Delta_0$$

$$\Delta_2 = \frac{1}{10} \Delta_0$$

$$U_1 = \frac{(F_1)^2 \times L}{2EA} = \frac{9}{200} \times \frac{EA}{L} \times \Delta_0^2$$



اگر بعد از اعمال بار P کرنش میله ی وسط $\epsilon_B = -2500 \frac{\mu\text{m}}{\text{m}}$ شود آنگاه کرنش میله های کناری

$$2500 \times 10^{-6} \times 2 = 5 \times 10^{-3} \text{ m} = 5 \text{ mm} \quad \boxed{5.18 \text{ mm}} \text{ کلام است.}$$

$$\epsilon_A = \frac{5.18 \times \cos 30^\circ}{300} = 1495$$

$$\epsilon_B \times \frac{1}{2} = \frac{5.18}{3} \quad \epsilon_B = \frac{10.36 \text{ mm}}{5.3000} = \frac{3453 \mu\text{m}}{\sqrt{3} \text{ m}}$$

$$= 1993.6$$

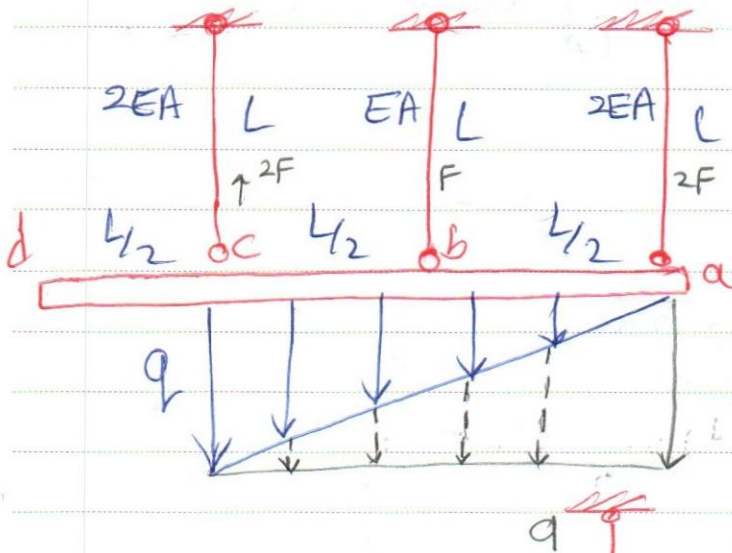
Subject:

Year.

Month.

Date. ()

122



$$5F = 9L$$

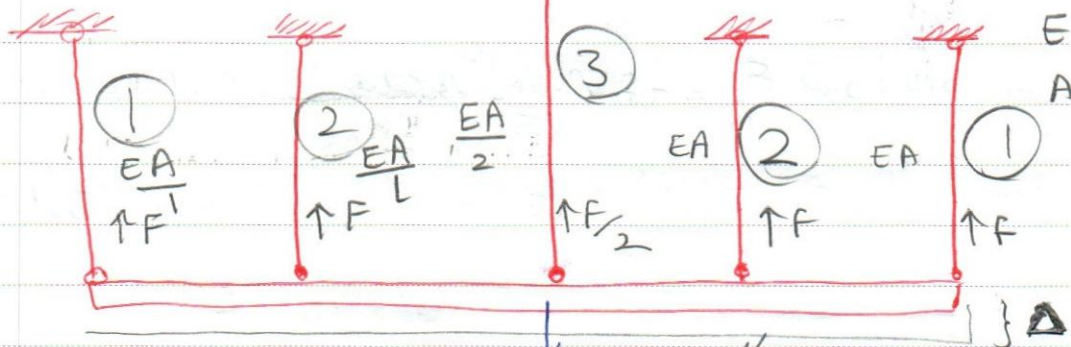
$$F = \frac{9L}{10}$$

$$2F = \frac{9L}{5}$$

$$2 \times 10^5$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$A = 100 \text{ mm}^2$$



$$F_1 = \frac{Lq}{EA} = \frac{1}{200 \times 10^9 \times 100} \times 250 \times 10^6 = 12.5$$

$$P_u = 500 \times 100 \times 3 + 250 \times 100 \times 2 = 200,000 \text{ N} = 200 \text{ kN}$$

$$F_1 = \frac{5F}{4 \times 1 + \frac{1}{2}} \times P = \frac{2}{9} P \quad F_3 = P - 4 \times \frac{2P}{9} = \frac{P}{9}$$

$$\frac{2}{9} \frac{P}{A} \leq 250 \rightarrow P \leq 112.5 \text{ kN}$$

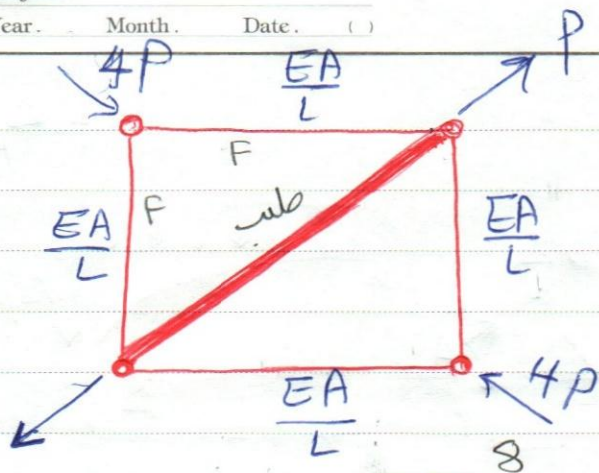
P4PCO

$$\frac{P}{9A} \leq 500 \rightarrow P \leq 450 \text{ kN}$$

۱۳۳۳

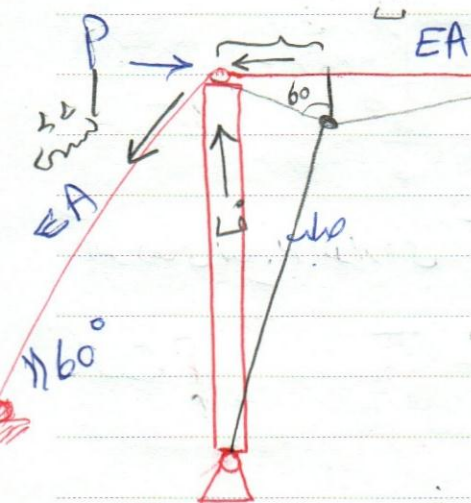
Subject:

Year. Month. Date. ()



$$F \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 4P \quad \boxed{F = 2\sqrt{2}P}$$

$$\Delta = \frac{(2\sqrt{2}) \times (\frac{\sqrt{2}}{2}) L}{EA} \times 4 = 8$$



$$\Delta_A = ?$$

$$\Delta_A = \frac{P}{\frac{EA}{L} + \frac{EA}{L} \cos^2 60} = \frac{4}{5} \frac{PL}{EA}$$

در سوال قبل اگر میله قائم صلب نباشد آنگاه:

۱- علامت نیرو کدام است؟

۲- نقطه A چگونه جابجا می شود؟ راست و چپ؟

۳- آیا از روش مختل می توان استفاده نمود؟

هرگز نمی توان از روش مختل استفاده زیرا در روش مختل

باید در راستای بار خارجی باشد.

Subject:

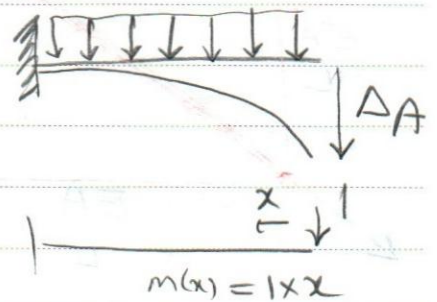
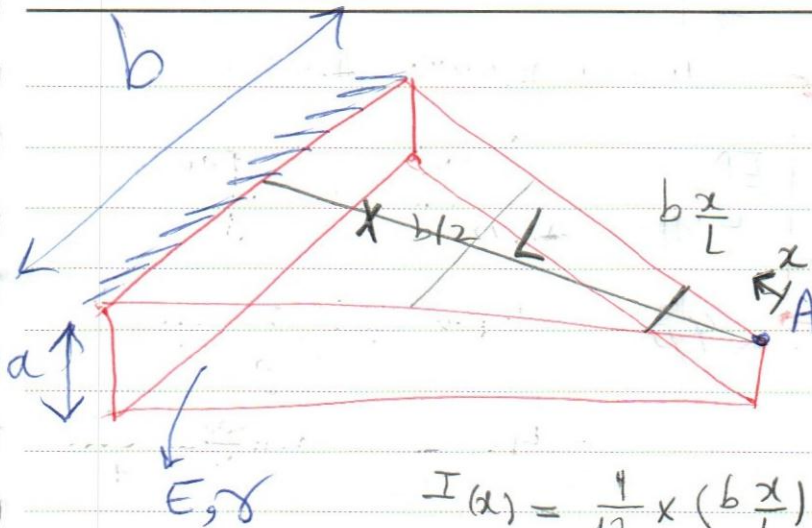
Year.

Month.

Date.

()

۱۳۴

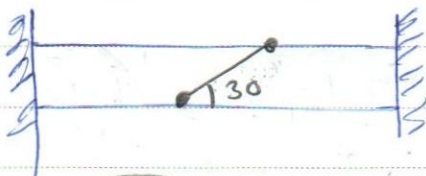


$$I(x) = \frac{1}{12} x \left(b \frac{x}{L} \right) a^3$$

$$m(x) = b \frac{x}{L} \times \frac{x}{2} \times a \times \frac{2}{3} x$$

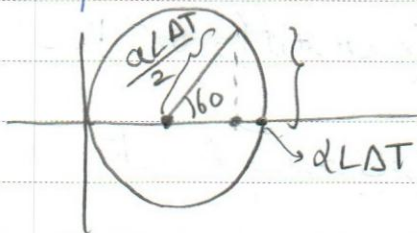
$$1 \times \Delta A = \int \frac{x \cdot \left(\frac{b x a^3}{6 L} \right)}{\frac{1}{12} \left(b \frac{x}{L} \right) a^3} = \frac{2 x^2}{\epsilon} = \frac{1}{26} \checkmark$$

اگر دمای مایه به اندازه ΔT افزایش یابد تنش برشی بر سطح $a-a$ کدام

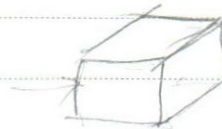


$$\sigma_{max} = \alpha L \Delta T$$

است؟



$$\sin 60 \quad \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2} \alpha L \Delta T$$



135

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$P = 640 \text{ kN}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$D = 240 \text{ mm}$$

$$E = 73 \text{ GPa}$$

$$\nu = 0.33$$

$$A = \pi \times 240 \times 10 = 2400\pi \text{ mm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{640 \times 10^3}{2400\pi} \text{ MPa} = \frac{800}{3}$$

$$\epsilon_y = \frac{800 \times 2}{3 \times 73 \times 10^3}$$

$$\epsilon_y = \frac{\Delta L}{L} \quad \epsilon_x = \frac{\Delta D}{D} = \frac{\Delta R}{R}$$

$$\epsilon_x = \frac{\Delta D}{D} = -\nu \frac{\sigma_y}{E}$$

$$\epsilon_x = \frac{\Delta D}{D} = -\nu \frac{\sigma_y}{E} = +\nu \frac{P}{EA \rightarrow \pi D t}$$

$$\Delta D = 0.096 \text{ mm} \checkmark$$

تغییرات قطر خارجي کدام است؟

$$\Delta D = \frac{\nu P}{E \pi t}$$

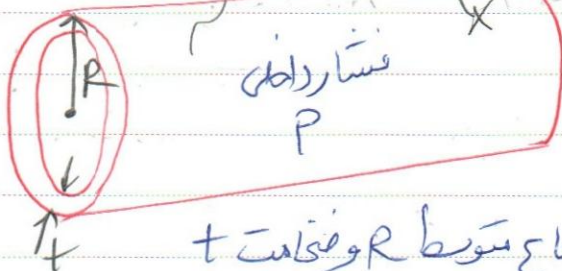
$$\Delta D = \frac{0.33 \times 640}{73 \times \pi \times 10} = 3.14$$

$$\epsilon_z = \frac{\Delta t}{t} = -\nu \frac{\sigma_x}{E} = \frac{\nu P}{E \pi D}$$

$$\Delta t = 0.004$$

المان و محوره

$$\epsilon_L = \frac{PR}{2t}$$



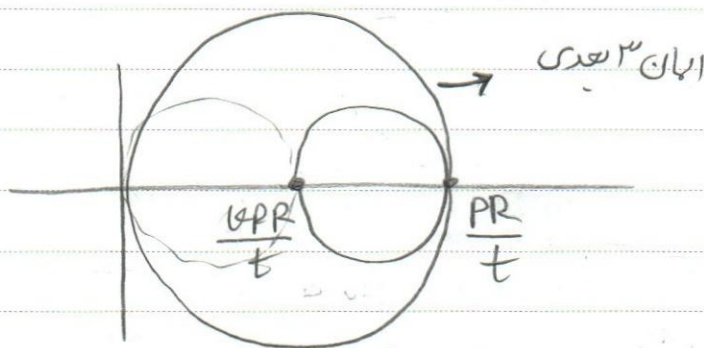
محزن جدار نازک استوانه ای طولی به شعاع متوسط R و ضخامت t

تحت فشار داخلی P قرار دارد. تنش اصلی و حد اکثر و حد اکثر تنش برشی در

$$\epsilon_L = \frac{\Delta L}{L} = \sigma_L \times P$$

سطح خارجی محزن کدام است؟

$$\frac{1}{E} (\sigma_L - \nu \sigma_t) = 0 \rightarrow \sigma_L = \nu \sigma_t = \nu \frac{PR}{t}$$

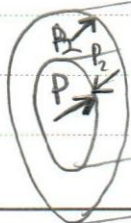


$$\sigma_{max} = R = \frac{1}{2} \frac{PR}{t}$$

دو استوانه جدار نازک از یک جنس و با ضخامت یکسان یکی به شعاع R و طول 2L و دیگری

با شعاع R و طول L تحت فشار داخلی P₁ و P₂ قرار گرفته است. در صورتیکه

تغییر طول هر دو استوانه یکسان باشد نسبت P₂ به P₁ کدام است؟



$$\frac{P_1 R}{2t}$$

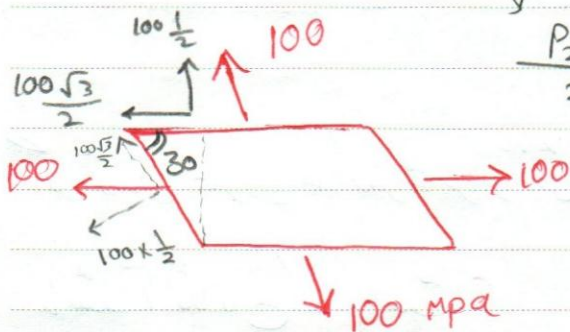
$$\frac{P_1 R}{t}$$

$$\textcircled{1} \quad \epsilon_L = \frac{\Delta L_1}{2L} = \frac{1}{E} (\sigma_L - \nu \sigma_t)$$

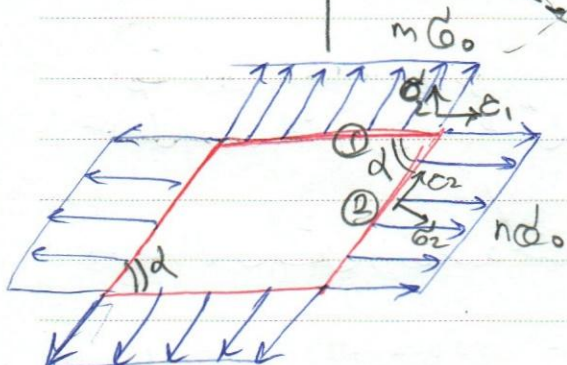
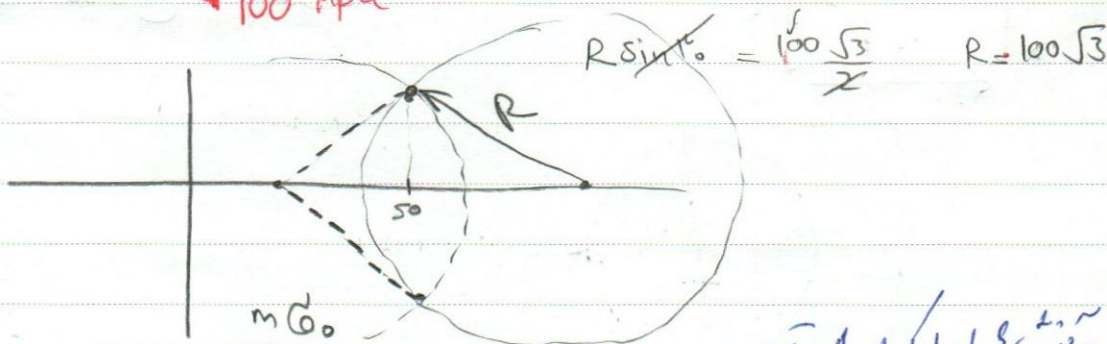
$$\Delta L_1 = \Delta L_2 \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{2}$$

$$\textcircled{2} \quad \epsilon_L = \frac{\Delta L_2}{L} = \frac{1}{E} (\sigma_L - \nu \sigma_t)$$

$$\frac{P_2 (3R)}{2t} \quad \frac{R \times 3R}{t}$$



تست برش حالت نام است ؟



$$\begin{cases} \sigma_1 = m \sigma_0 \cos \alpha \\ \sigma_2 = m \sigma_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} n \sigma_0 \cos \alpha = \sigma_2 \\ n \sigma_0 \sin \alpha = \sigma_1 \end{cases}$$

مجموع تست برش حالت نام است ؟

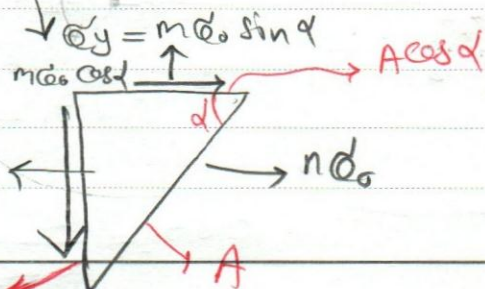
$$\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_x + \sigma_y$$

?

$$\sum F_x = 0$$

$$(\sigma_x \times A) + (m \sigma_0 \cos \alpha) A \cos \alpha$$

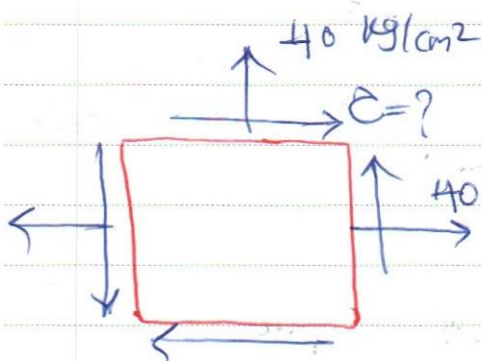
$$\sigma_x \times A \sin \alpha$$



$$A \sin \alpha$$

$$\sigma_x = \sigma_0 \times \left(\frac{n + m \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \right)$$

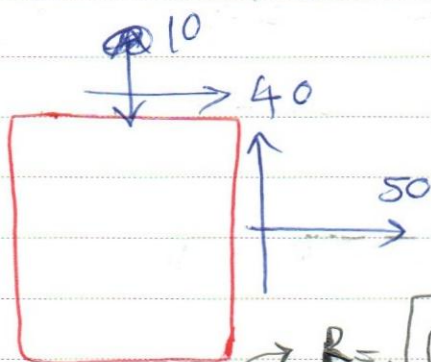
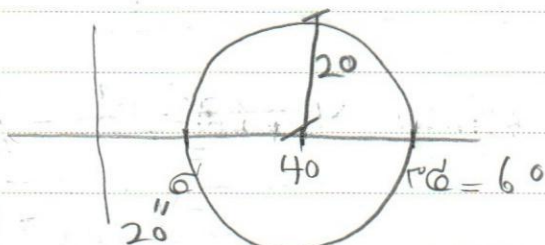
$$\sigma_1 + \sigma_c = \sigma_0 \times \left(\frac{n + m \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + m \sin \alpha \right) = \frac{\sigma_0 (m+n)}{\sin \alpha}$$



اگر تنش محوری حداکثر ۳ برابر تنش محوری حداقل

باشد آنگاه کدام است؟

$$\sigma_c = 10 \rightarrow \sigma = 20$$



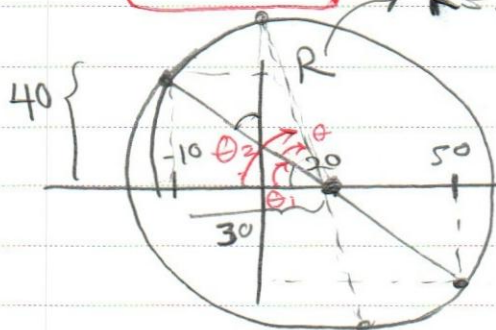
حداقل دوران لازم برای اینکه تنش روی هر

دو وجه المانی نشان داده شده کشش باشد

$$\cos 66 = 0.4$$

کدام است؟

$$R = \sqrt{\left(\frac{50 - (-10)}{2} \right)^2 + 40^2} = 50$$



$$\theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$\sin \theta_1 = \frac{40}{R_1 = 50} = \frac{4}{5} \rightarrow \theta_1 = 53^\circ$$

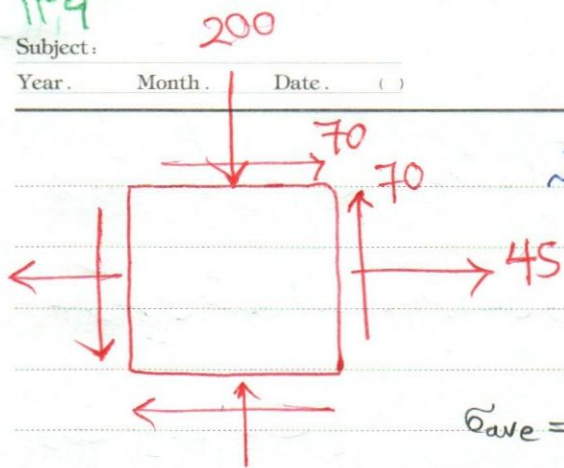
$$\cos \theta_2 = \frac{20}{R = 50} = 0.4 \rightarrow \theta_2 = 66$$

$$\theta = \theta_2 - \theta_1 = 66 - 53 = 13 \rightarrow \text{روی دایره باشد} \rightarrow \theta = 6.5^\circ$$

۱۳۹

Subject:

Year. Month. Date. ()

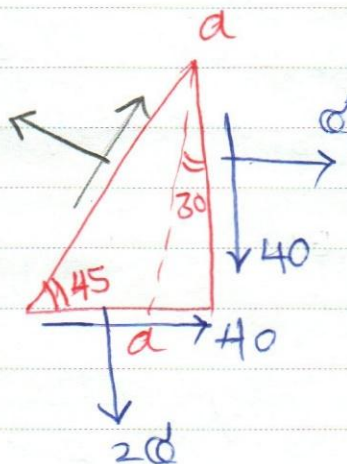
در همان مقایسه مقدار باید به σ_x یا σ_y اضافه

نمودار این نقطه از جرم همان برش خالص

$$\sigma_{ave} = \frac{-200 + 45 + \sigma_z}{2} = 0$$

دارد باشیم

$$\boxed{+155 = \sigma_z} \quad \checkmark$$

مقدار σ چند باشد تا کرنش زاویه ای در صفحه aa

$$\epsilon_x = \frac{\sigma}{E} \quad \epsilon_y = \frac{2\sigma}{E} \quad \gamma_{xy} = \frac{40}{E}$$

مغز در

$$\frac{\gamma_{xy}}{2} = \left(\frac{\sigma}{E}\right) \cos^2 30 + \left(\frac{2\sigma}{E}\right) \sin^2 30 - \frac{40}{2E} \sin 60$$

$$\frac{5\sigma}{4} = 10\sqrt{3} \quad \sigma \times \frac{3}{4} \quad 2\sigma \times \frac{1}{4}$$

$$\frac{+20 \times \sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}$$

$$\sigma = \frac{40\sqrt{3}}{3} = 8\sqrt{3}$$

$$\epsilon_{aa} = \epsilon_{\theta} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \gamma_{xy} \cos 2\theta$$

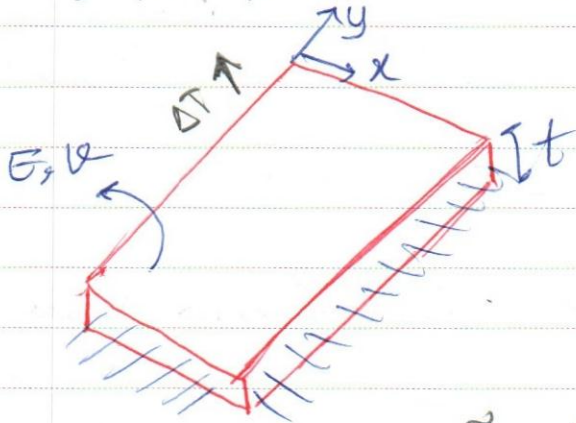
$\downarrow -30 \qquad \qquad \downarrow -30$

$$\sigma = -\frac{80\sqrt{3}}{3}$$

در ورق نمازک نشان داده شده از تغییر شکل نشان داده شده در ورق در راستای x و y

جلوگیری شده است، اگر مدول ورق را به اندازه ΔT افزایش دهیم، تغییر صحت

ورق چیست؟



$$\epsilon_x = \alpha \Delta T$$

$$\epsilon_x = 0 \quad \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu (\sigma_y + \sigma_z)) + \alpha \Delta T = 0$$

$$\epsilon_y = 0 \quad \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu (\sigma_x + \sigma_z)) + \alpha \Delta T = 0$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{-1}{1-\nu} \alpha \Delta T \cdot E$$

$$\epsilon_z = \frac{\Delta t}{t} = ? = \nu \times \left(\frac{-2}{1-\nu} \right) \alpha \Delta T \cdot E + \alpha \Delta T$$

نسبت مدول بالک به مدول برش برای مصالح کاملاً تراکم پذیر کدام است؟

$$\epsilon_v = \frac{1-2\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{1-2\nu}{E} (3\epsilon)$$

$$\sigma = \epsilon_v \cdot \left(\frac{E}{3(1-2\nu)} \right)$$

مدول حجمی (بالک)

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

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

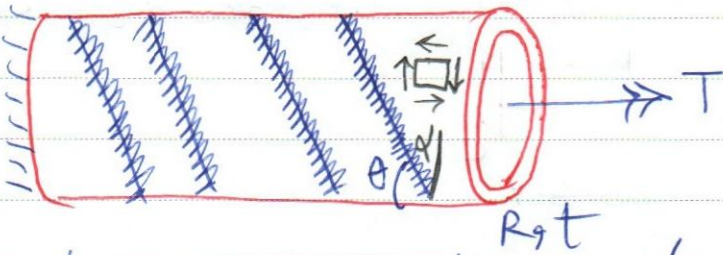
$$\frac{K}{G} = \frac{2(1+\nu)}{3(1-2\nu)} = \frac{2}{3}$$

$$\nu = 0$$

$$\nu = 0 \text{ تراکم پذیر}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()



$$C = \frac{TR}{2\pi R^3 t}$$

$$= \frac{T}{2\pi R^2 t}$$

$$C_w = C_0$$

$$C_w = \frac{C_0}{3}$$

برای جوش تقویت کامل

تاویس θ چقدر باشد تا اندر یکیش میاز θ حد اکثر شود؟
حد اکثر

$$C = \frac{T}{2\pi R^2 t}$$

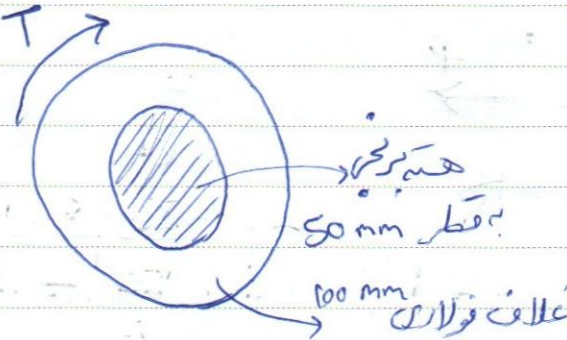
$$C_\theta = C_x \cos^2 \theta + C_y \sin^2 \theta - C_{xy} \sin 2(\theta) = -C_0 \sin 2(90 - \theta)$$

↓
متر

↓
متر

↓
 C_0

$$\frac{C}{3} = C_0 \sin 2\theta$$



$$\theta = \frac{1}{2} \text{Arc sin } \frac{1}{3}$$

دستر ۹۵ بران

$$G_{\text{برنج}} = 36$$

$$G_{\text{نرلر}} = 72$$

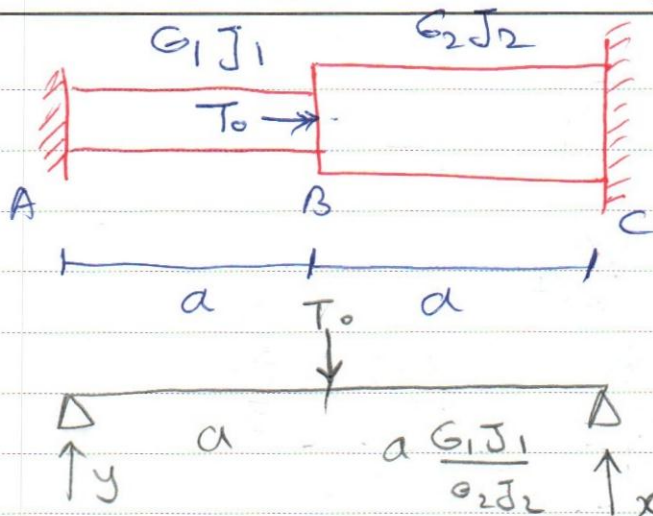
$$\frac{36 \times (50^4)}{72 \times (100^4 - 50^4) + 36 \times (50^4)} = \frac{1}{31}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

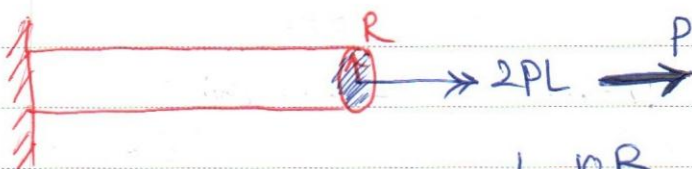
 $G_2 J_2$ $G_1 J_1$ $a (G_1 J_1)$ $G_2 J_2$

نسبت انحراف نسبت به یکدیگر و ... ؟



$$y \left(1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2} \right) = T_0 \cdot a \rightarrow y = \frac{T_0}{1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2}} \quad x = T_0 \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2}} \right)$$

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{\frac{1}{2} \times T_1 \times \phi}{\frac{1}{2} \times T_2 \times \phi} = \frac{1 - \frac{1}{1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2}}}{\frac{1}{1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2}}} = 1 + \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2} - 1 = \frac{G_1 J_1}{G_2 J_2}$$



$$L = 10R$$

$$\sigma_t = \frac{P}{\pi R^2}$$

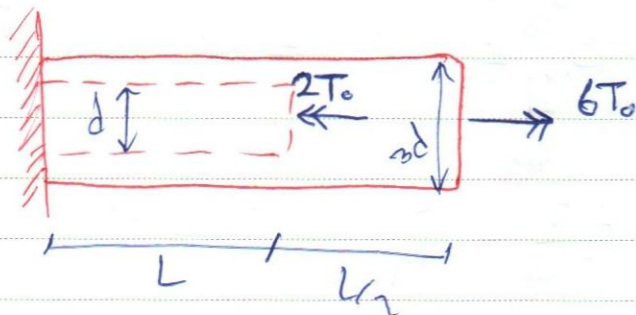
$$e = \frac{2PL \times R}{\pi R^4} = \frac{4PL}{\pi R^3}$$

$$e_{max} = \sqrt{\left(\frac{P}{2\pi R^2} \right)^2 + \left(\frac{4PL}{\pi R^3} \right)^2} = \frac{P}{\pi R^2} \sqrt{\frac{321}{2}}$$

۱۴۳

Subject:

Year. Month. Date. ()



$$C_1 = \frac{6T_0 \times \left(\frac{3d}{2}\right)}{\frac{\pi}{32} (3d)^4} = \frac{6 \times 32 \times 3}{\pi \times 2 \times 3^4} = \frac{32}{9\pi} \frac{T_0}{\pi d^3}$$

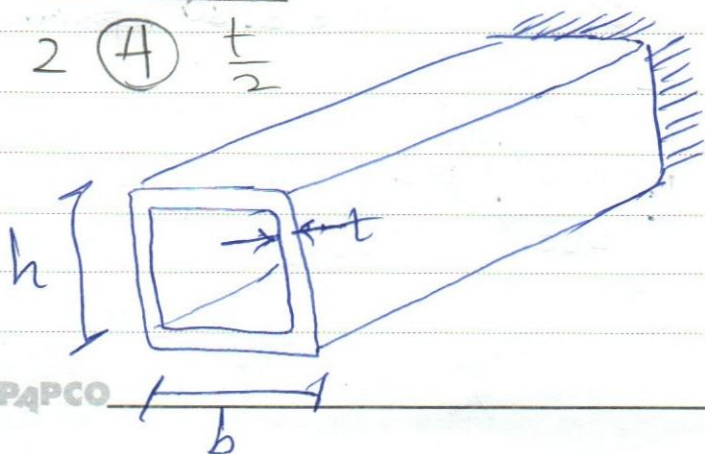
$$C_2 = \frac{4T_0 \times \left(\frac{3d}{2}\right)}{\frac{\pi}{32} ((3d)^4 - d^4)} = \frac{4 \times 32 \times 3}{\pi \times 2 \times \frac{80}{20}} = \frac{12}{5\pi} \frac{T_0}{\pi d^3}$$

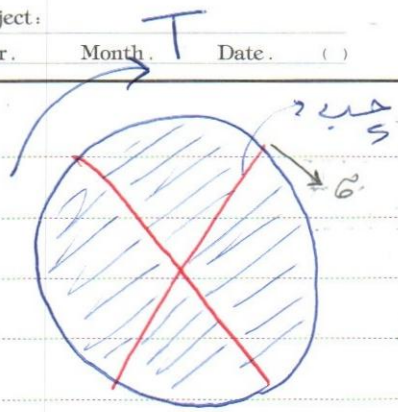
اگر ابعاد b و h را دو برابر کنیم ضخامت T را به گونه ای تغییر دهیم که وزن میله بدون تغییر بماند. آنگاه تنش برش متوسط چند برابر می شود

$$\frac{\frac{T}{2(bh)t}}{\frac{T}{2(4)\frac{t}{2}}} = 2$$

$$(2b+2h) \times t = 2(2b+2h) \left(\frac{t}{2}\right)$$

$$\boxed{\frac{1}{2}} \checkmark$$

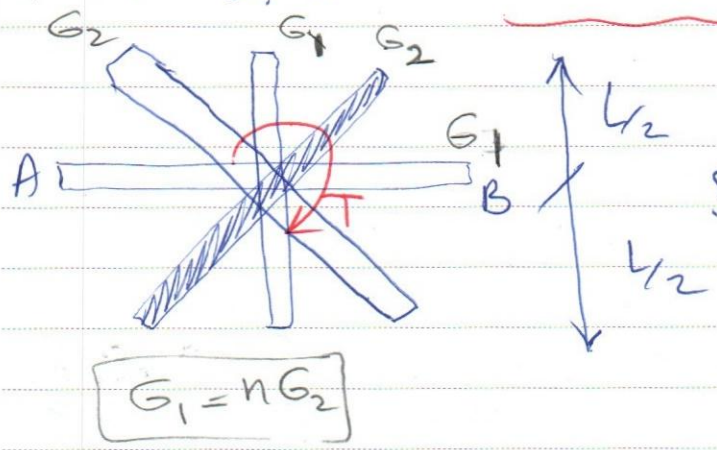




تشنه‌های خوب = τ_{w1}

$$\frac{T \times R}{\frac{\pi R^4}{2}} = \frac{2T}{\pi R^3} = \tau_{w1} \rightarrow T = \frac{\pi R^3}{2} \tau_{w1}$$

تشنه مجاز چند برابر تشنه مجاز خوب باشد تا طراحی مقصود بهینه شود؟ $\tau_{w1} = \tau_{w2}$



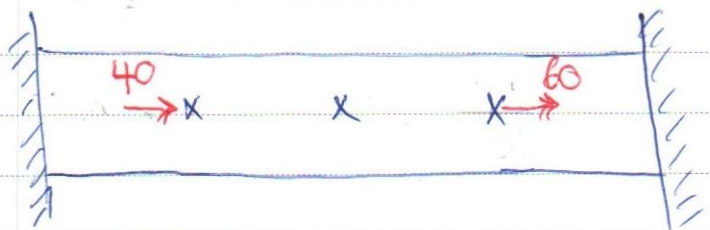
$$J = \frac{1}{3} L t^3$$

مثال) دو تیر یکسان AB مقدمات؟

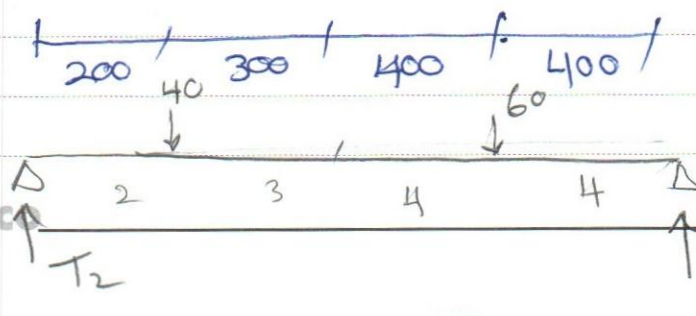
$$\tau = \frac{T}{J}$$

$$\frac{G_1}{2G_2 + 2 \frac{G_1}{n}} = \frac{n}{2(1+n)}$$

$\phi_c = ?$



$G = 80 \text{ mpa}$
 $d = 80 \text{ mm}$



$$40 \times 2 + 60 \times 9 = T_1 \times 13$$

$$\frac{620}{13} = T_1$$

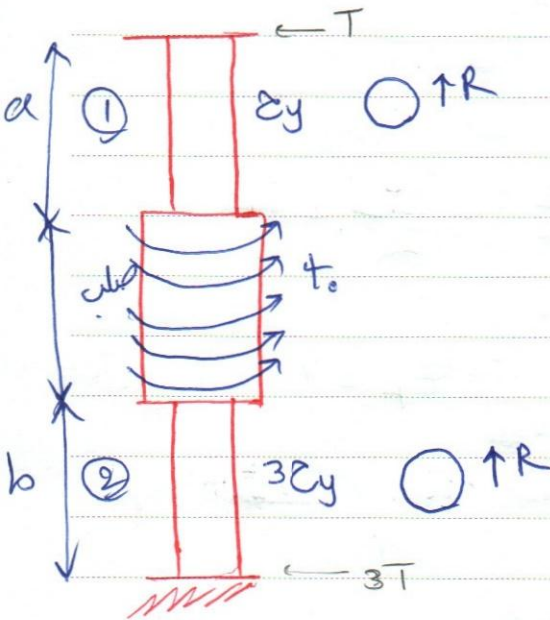
140

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\phi_c = \frac{\frac{620}{13} \times 400}{80 \times \frac{\pi \times 80^4}{32}} + \frac{\left(\frac{620}{13} - 60\right) \times 400}{80 \times \frac{\pi \times 80^4}{32}}$$

$$\phi = M$$



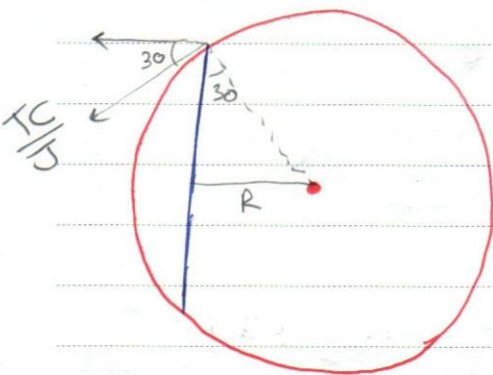
در این حالت $\frac{a}{b}$

بیشتر باشد؟

$$\frac{T \times a}{GJ} = \frac{3T \times b}{GJ} \quad a \leq 3b$$

$$\frac{a}{b} = 3$$

نسبت تنش مجاز چوب به تنش مجاز آهن چقدر باشد تا طراحی مقطع همین شود؟

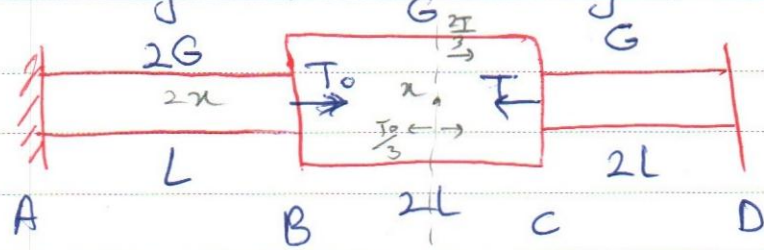


$$\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{T}{J} = \tau_g \quad \frac{2}{\sqrt{3}} \tau_g \leq T$$

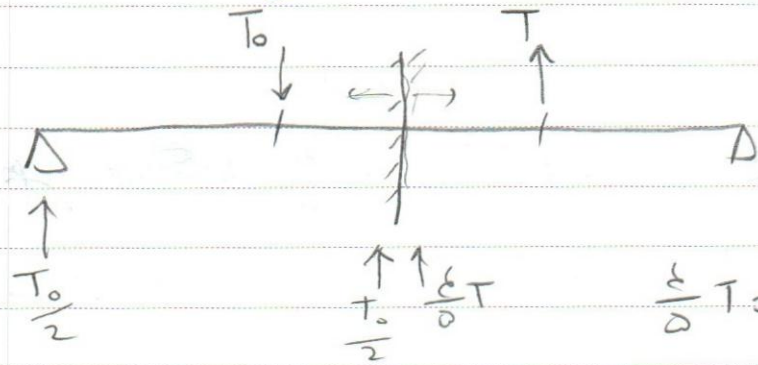
$$\frac{T}{J} = \tau_w \quad \tau_w \leq T$$

$$\frac{\tau_g}{\tau_w} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Subject: $\frac{2GJ}{L}$ $\frac{G(J)}$ $2J$ $\frac{1}{2}$
 Year: Month: Date: $2L$ G J

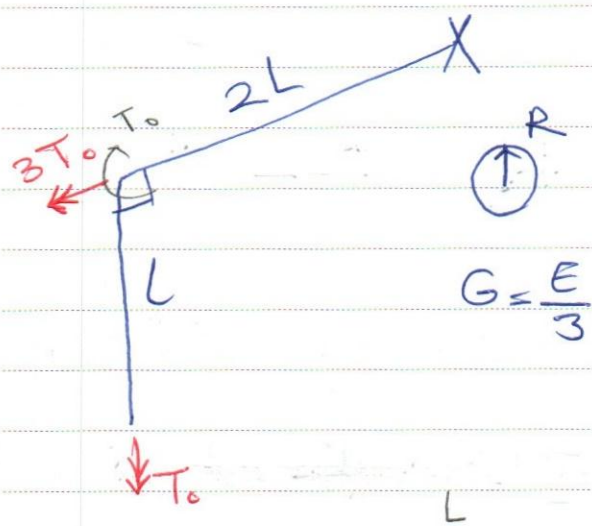


مقدار T_0 محتمل باشد
 تا وسط سیر BC دو این اندازه
 باشد؟



$$\frac{T_0}{T} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{5}{8} T = \frac{T_0}{2}$$



T_0 T_0 $\phi_A = ?$ مثال

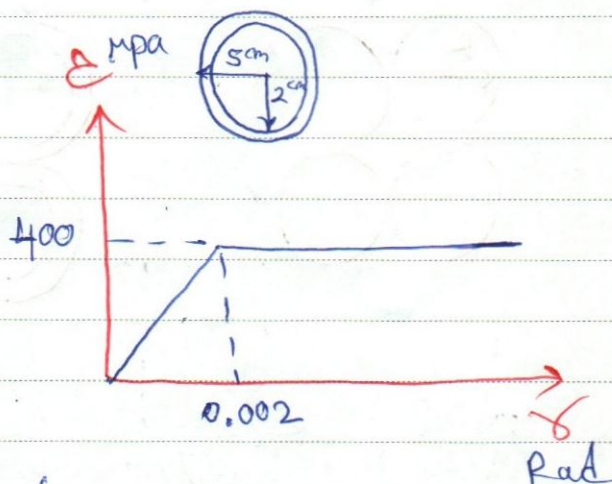
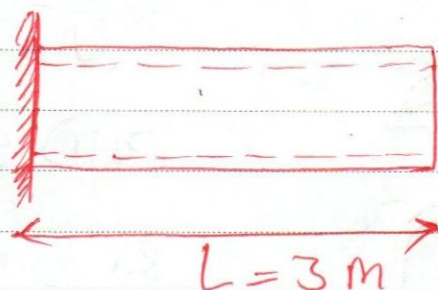
محاسبه:
$$1 \times \phi_A = \int_{AB} \frac{t \times T}{GJ} dx + \int_{BC} \frac{m \times M}{EI} dx$$

$$= \frac{T_0 L}{\frac{E}{3} \left(\frac{GJ}{2} \right)} + \frac{2 T_0 L}{EI} = \left(\frac{3}{2} + 2 \right) \times \left(\frac{T_0 L}{EI} \right)$$

$$= \frac{7}{2} \frac{T_0 L}{EI}$$

Subject:

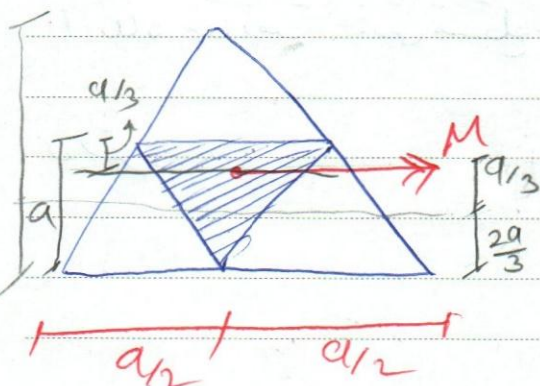
Year. Month. Date. ()



مدرانه ناپویں سچیش در میلی مقابله ویش که اولین نقطه از ماده تسلیم شود کدام است

$$\phi L = \phi R$$

$$\frac{2}{1000} \times 3 = \phi \times \frac{5}{100} \quad \phi = \frac{6}{50} = \frac{12}{100}$$



ماده) برانند که نیروی وارد بر قسمت‌ها اثر خورده

NA هر دو مقطع‌ها اثر خورده و آن می

است و من $\frac{a}{I}$ است

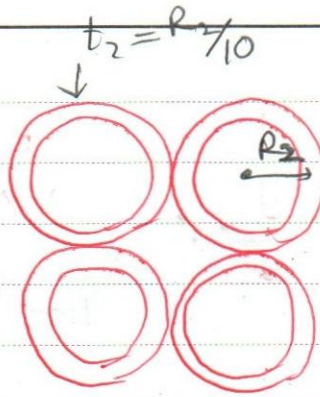
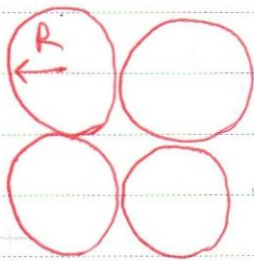
Subject:

Year:

Month:

Date:

()



مثال

PHD 95

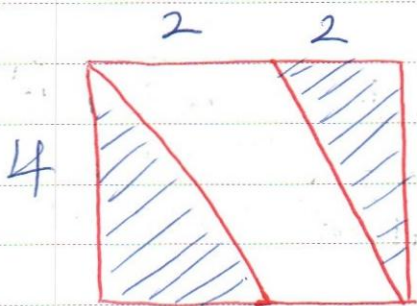
$$\frac{R_1}{R_2} = ?$$

$$4 \left(\frac{\pi R_1^4}{4} + \pi R_1^2 \times R_1^2 \right) = 4 \left(\frac{\pi R_2^3 R}{10} + 2 \pi R_2 \frac{R_2}{10} \times R_2^2 \right)$$

$$R_1^4 (1 + 4) = \frac{4 \times 3}{10} R_2^4$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt[4]{\frac{24}{100}}$$

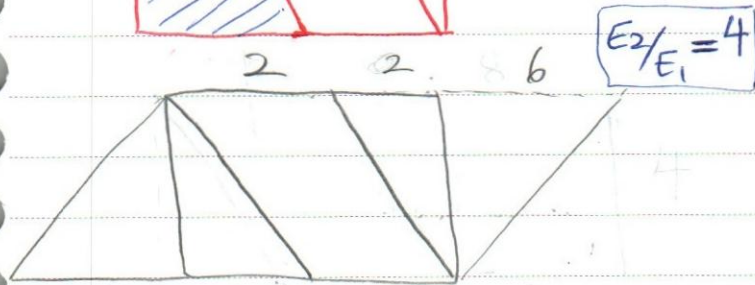
$$\frac{R_2}{R_1} = \sqrt[4]{\frac{100}{24}}$$



مدول الاستیسیته نسبت به ای هکلو خود را برابر شود

آنرا به مقارنت جنس مقطع حول محور افقی هندلار

می شود.

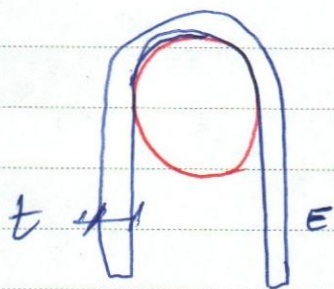


$$\frac{M}{S} \leq \sigma_w \rightarrow M_1 \leq 1 \sigma_w \times S_0$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{M}{S_2} \times 4 \leq \sigma_w \rightarrow M_2 \leq \frac{2.5}{4} \sigma_w \times S_0$$

مثال) حد الاستیک بخشی ایجاد شده روی میل فولادی خمیده بزرگ فرقه ای به شعاع R



$$\sigma_{max} = E \epsilon_{max}$$

کدام الب؟

$$\frac{M}{EI} = E \times \frac{C \xrightarrow{t/2}}{R \xrightarrow{R+t/2}} = E \frac{t}{2R+t} \quad \checkmark$$

مثال) یک تیر از جنس در اثر بارگذاری دارای شعاع انحناء ۳ متر در اثر نوعی بارگذاری دیگر دارای شعاع انحناء ۴ m می باشد اگر هر دو بارگذاری ذکر شده به تیر اعمال شود شعاع انحناء تیر چقدر شود.

$$(\sigma = E \epsilon^2)$$

$$\sigma_1 = \sigma_1 + \sigma_2$$

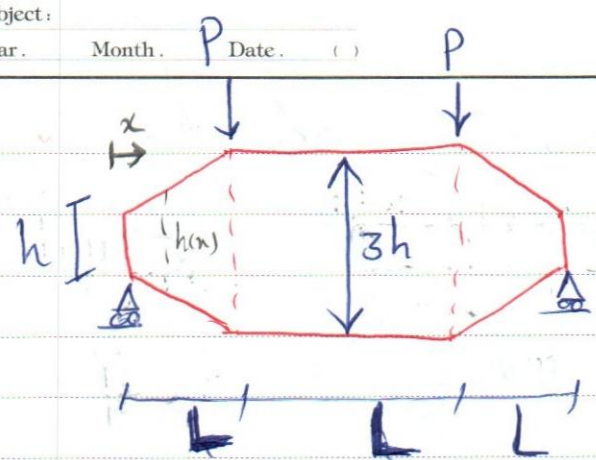
$$E \epsilon^2 = E \epsilon_1^2 + E \epsilon_2^2$$

$$\left(\frac{y}{\rho}\right)^2 = \left(\frac{y}{\rho_1}\right)^2 + \left(\frac{y}{\rho_2}\right)^2$$

$$\rho = 2.4 \text{ m}$$

$$\frac{1}{\rho^2} = \frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{\rho_2^2}$$

3 4



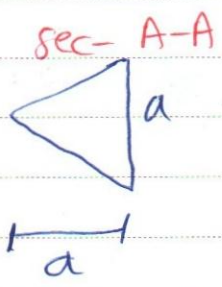
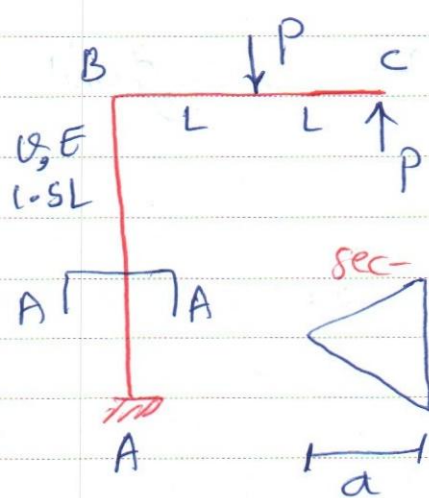
$$M(x) = P \cdot x$$

$$h(x) = h + \frac{2x}{L}h$$

$$\frac{P \cdot x}{\frac{b \left(h + \frac{2x}{L}h \right)^2}{6}} = \delta(x)$$

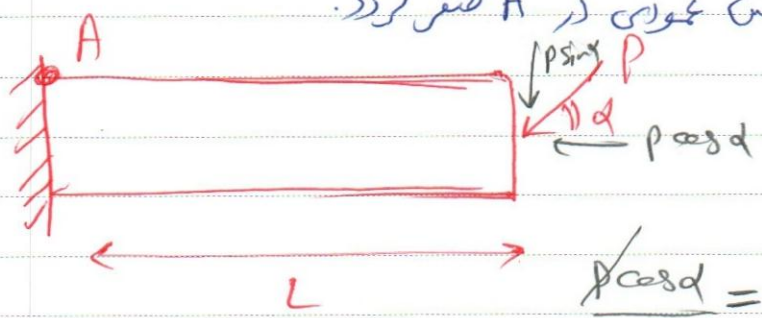
$$\left(1 + \frac{2x}{L} \right)^2 - 2 \left(1 + \frac{2x}{L} \right) \times \frac{2}{L} \cdot x = 0$$

$$\frac{6 P (L/2)}{4 b h^2} = \frac{3}{4} \frac{PL}{h^2} \quad \checkmark$$



$$\begin{aligned} \epsilon_z &= -\nu \epsilon_x = \nu \frac{\sigma_x}{E} \\ &= \nu \frac{M_C \cdot \frac{2}{3}a}{E I_{NA}} \\ &= \frac{24 \nu PL}{E a^3} \end{aligned}$$

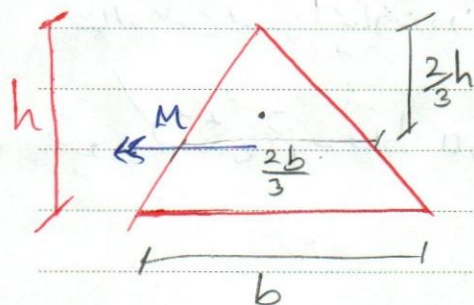
مثال ۹ چتر با شدت تنش مجوسی در A صفر گردد.



$$\frac{P \cos \alpha}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{P \sin \alpha \cdot D/2 \times L}{\frac{\pi D^4}{64}}$$

$$\tan \alpha = \frac{4}{64} \times 2 = \frac{1}{8}$$

$$\alpha = \tan^{-1} (1/8 D/L)$$

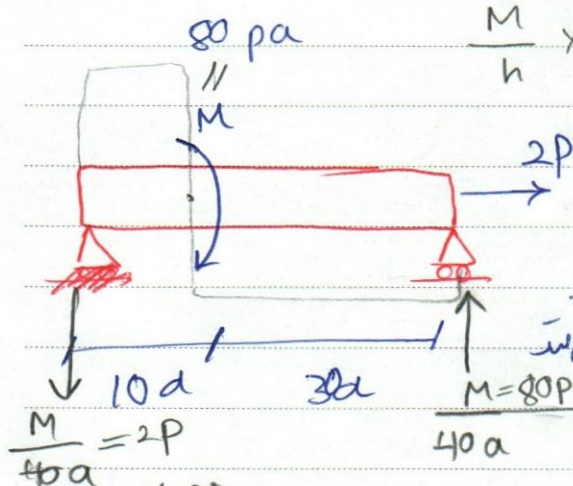


فصلی برای نیروهای فشار و کشش کدام است؟

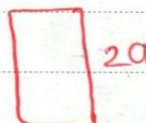
$$\frac{1}{2} M \left(\frac{2}{3} h \times \frac{2}{3} b \times \frac{2}{3} h \right) = \frac{M}{h} \times \frac{8 \times 36}{9 \times 9}$$

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

$$F \times d = M \quad F = \frac{M}{h} \times \frac{16}{9}$$

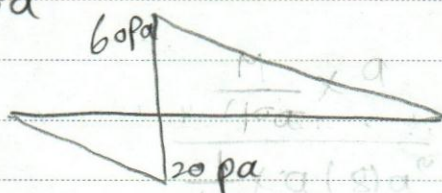


$$\frac{M}{h} \times d \times \frac{16}{9} = M \quad d = \frac{9}{16} h$$



(مثال)

در کشش و فشار کدام است و در کجا اتفاق می افتد

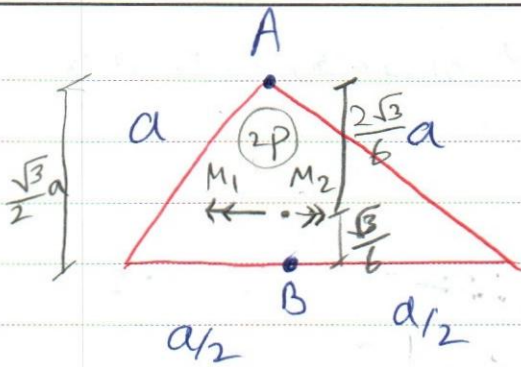


$$\sigma_{max} = \frac{2P}{A} + \frac{60 pa \times 9}{2a \times I}$$

$$= 91 \quad \checkmark$$

$$\frac{18}{8} \times 3$$

$$\frac{9}{2} + 1 = \frac{11}{2}$$



مدالترین است ایجاد شده در مقطع بر اثر اعمال
نیروی کشش P به نقاط a ، b کدام است ؟

$$\frac{P}{\frac{\sqrt{3}a^2}{4}} + \frac{(P \frac{\sqrt{3}}{b}) \times \frac{\sqrt{3}}{b}}{\frac{1}{36} \times a \times (\frac{\sqrt{3}}{2}a)^3} =$$

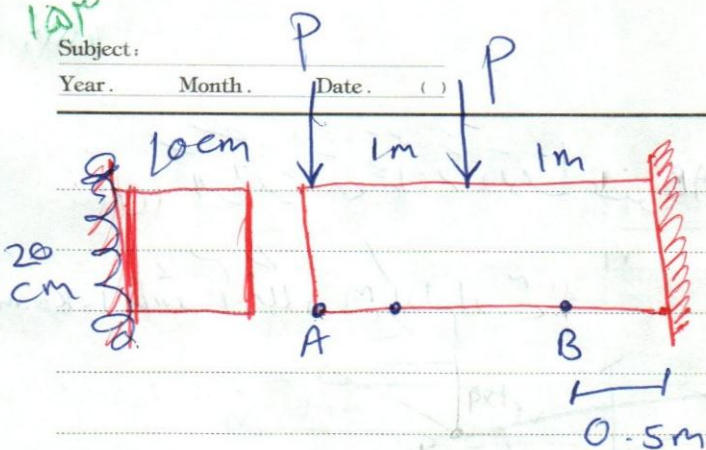
$$\frac{4}{\sqrt{3}} + \frac{4 \times 2}{\sqrt{3}} = \frac{12\sqrt{3}}{3} = 4\sqrt{3}$$

$$\frac{P}{\frac{\sqrt{3}}{4}a^2} + \frac{P(\frac{2\sqrt{3}}{b^3}) \times (\frac{2\sqrt{3}}{b})}{\frac{1}{36} \times a \times (\frac{\sqrt{3}}{2}a)^3} =$$

$$\frac{4}{\sqrt{3}} + \frac{32}{\sqrt{3}} = \frac{36\sqrt{3}}{3} = 12\sqrt{3}$$

$$\frac{8}{\sqrt{3}} + \frac{16}{\sqrt{3}} = \frac{24\sqrt{3}}{3} = 8\sqrt{3} \checkmark$$

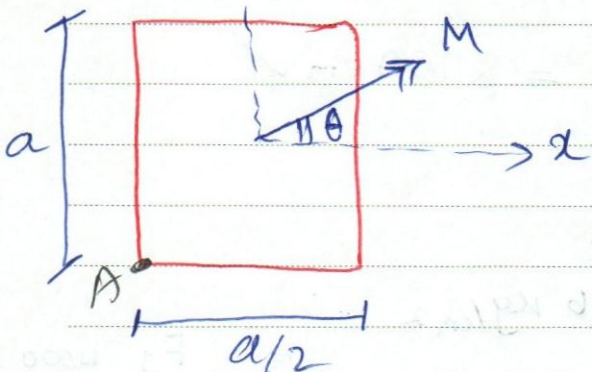
$$2 \times \frac{4}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2} \frac{32}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}$$



مقدار P و مقدار λ را، AB

که هم m است طول دهد.

مقدار θ مقدار انداختن جسم در نقطه A صفر در $\uparrow$



$$I_A = \frac{M_x \times a/2}{12} + \frac{M_y \times a/4}{12}$$

$$\tan \theta = \frac{1}{2}$$

تند = $\frac{a}{a_h} = 2$ کی تاریخ سے قبل !

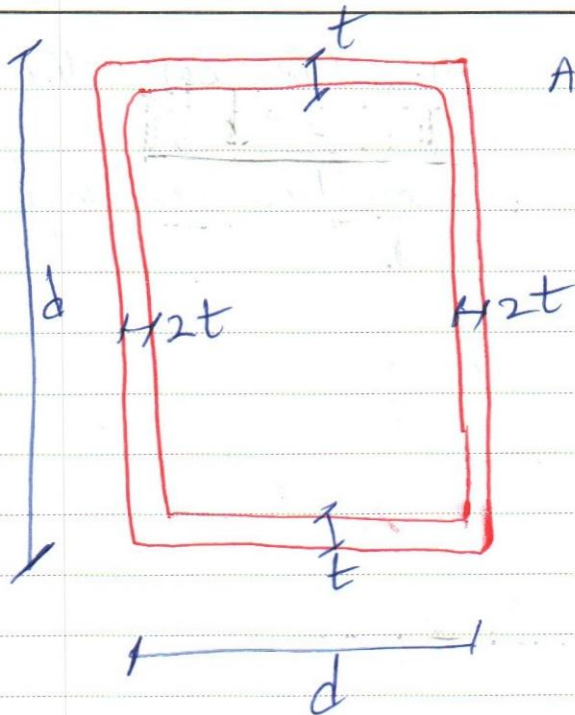
Subject:

Year:

Month:

Date:

()

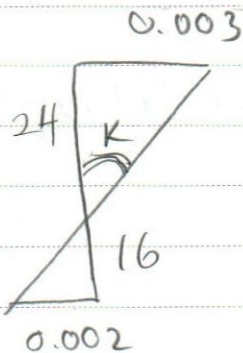


مسئله اگر تیر خاصی تحت یک بار موزون عضو AB

10 kN.m باشد آنگاه م کدام است؟

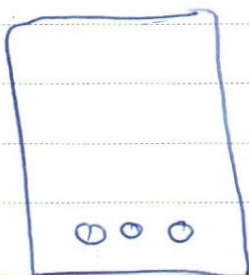
$$M_{AB} = \frac{I_{AB}}{I} M$$

$$M_{AB} = \frac{I_{AB}}{\underbrace{(I_{AB} \times 2)}_{\text{قائم}} + \underbrace{(I_{BC} \times 2)}_{\text{انته}}} \quad \downarrow \quad (d \times t) \times \left(\frac{d}{2}\right)^2$$



مسئله ششای اثناء مقطع در تقاطع کدام است.

$$\frac{24000}{3} = 8000 \text{ cm} \checkmark$$

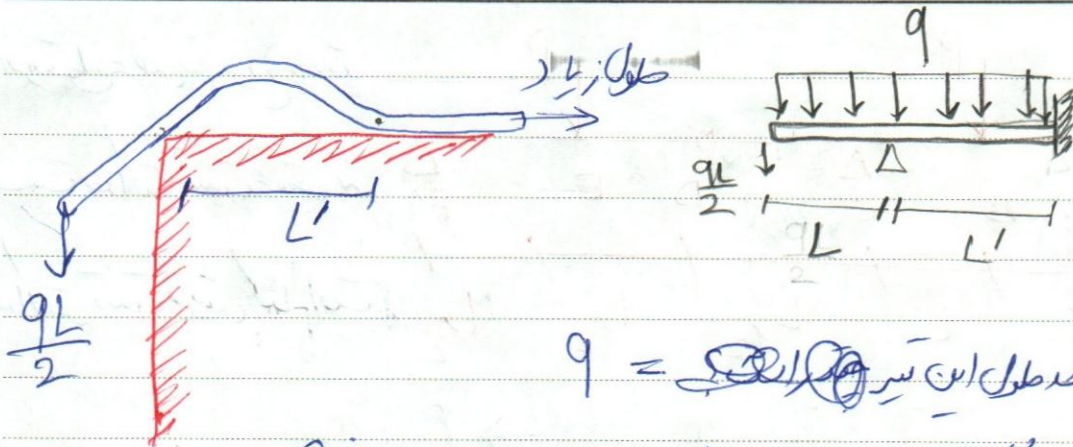


$$\epsilon_{cu} = 0.003$$

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

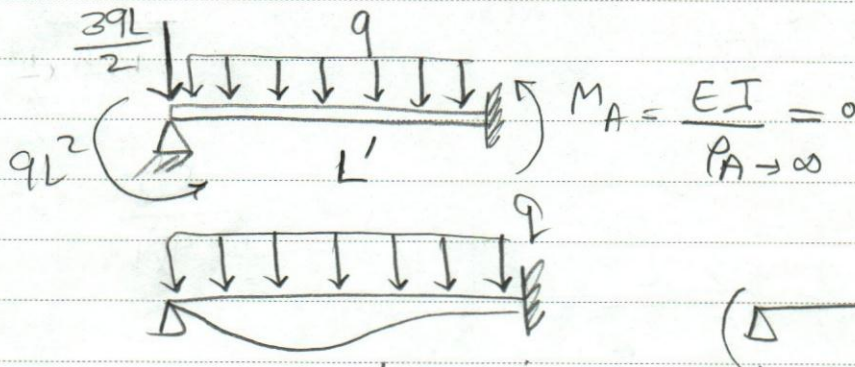
$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{4000}{2 \times 10^6} = 0.002$$



وزن واحد طول این سیر $q =$

مقدار بلندشدگی سیر از روی زمین L بر حسب L محاسبه باشد؟

$$\frac{q(L+L')^2}{2} + \frac{qL}{2}(L+L') = F \times L'$$



$$M_A = \frac{EI}{P_A} = 0$$

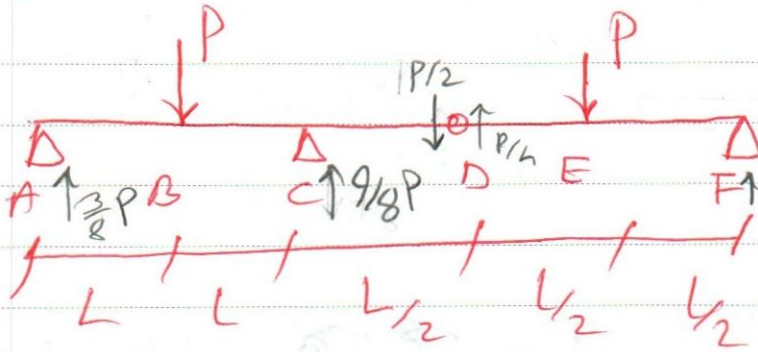
$$P_A \rightarrow \infty$$

$$\frac{qL'^2}{8} = \frac{qL^2}{2}$$

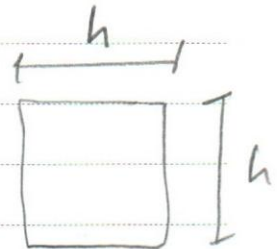
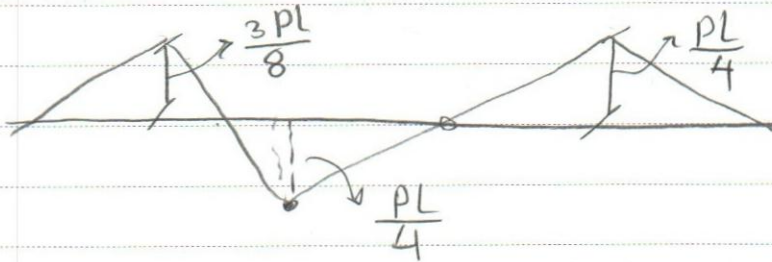
$$L' = 2L$$

بسم الله الرحمن الرحيم

حد اکثر تنش برش کدام است ؟



$$F_c \times 2 = \frac{P}{2} \times \frac{SL}{2} + PL \rightarrow F_c = \frac{9P}{8}$$



$$Q = h \times \frac{h}{2} \times \frac{h}{4}$$

$$\frac{x^4 h^2}{8}$$

$$\frac{\frac{3PL}{8} \times \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} h^4} = \frac{12}{5} \frac{L}{h}$$

10V

Subject:

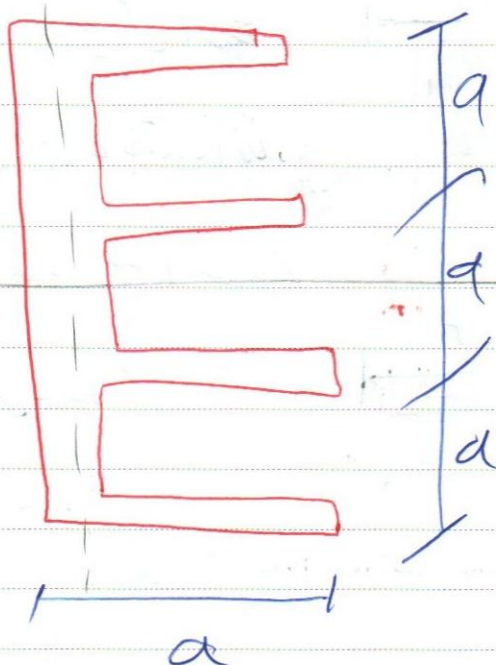
at

Year.

Month

Date.

()

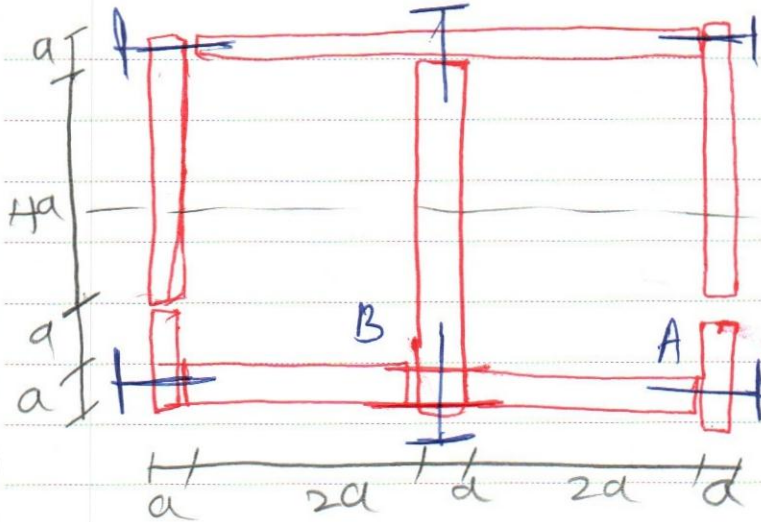


$$x = \frac{2 \times \left(at \times \left(\frac{3}{2}a \right)^2 \times \frac{a}{2} \right) + 2 \left(at \times \left(\frac{1}{2}a \right)^2 \times \frac{a}{2} \right)}{2 \times \left(at \times \left(\frac{3}{2}a \right)^2 \right) + 2 \left(at \times \left(\frac{1}{2}a \right)^2 \right) + \frac{1}{12} \times t \times (ra)^3} = 0.34a$$

Subject:

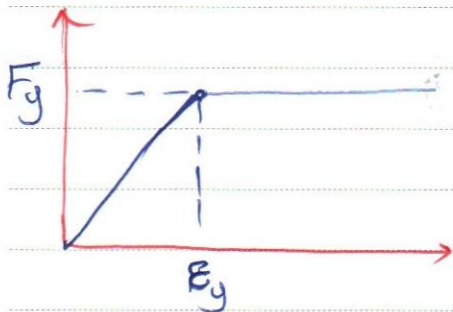
Year: Month: Date: ()

۱۵۸



اگر فاصله طولی منحنی A و B
 دو برابر منحنی B باشد، آنگاه
 نیروی ایجاد شده در منحنی A چند برابر
 منحنی B می باشد؟

آرد در آزمایش یک محوره کشش فولاد میلزیر 2mm افزایش طول دهد. T کدام است؟



$$\epsilon_y = \frac{F_y}{E} \approx 0.0012$$



$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

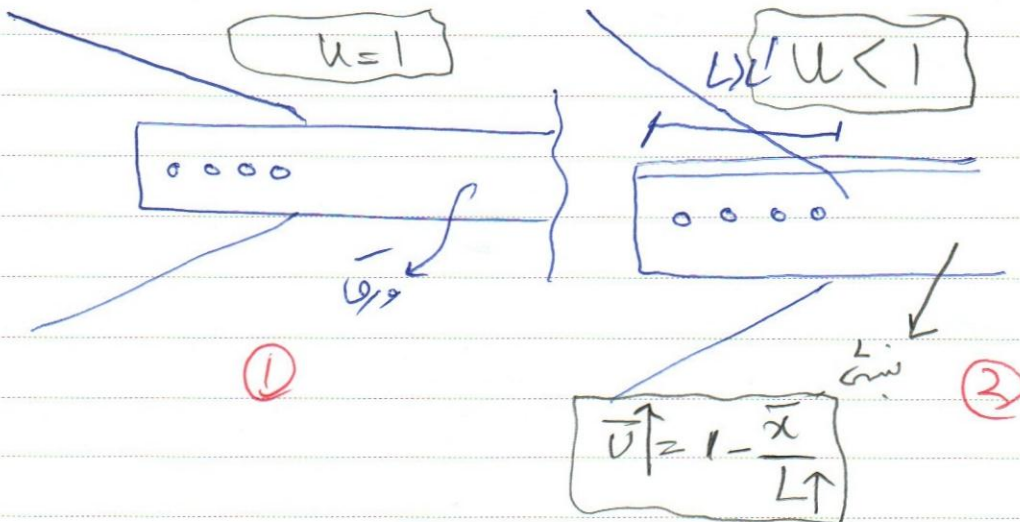
$$L = 1 \text{ m}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta}{L} = \frac{2}{1000} = 0.002 > \epsilon_y \rightarrow T = A \times F_y = 180 \text{ ton}$$

در روش طراحی عضو فولادی میزان خطای بارگذاری 25٪ و میزان خطای در محاسبات

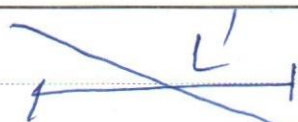
مقاومت 15٪ می باشد ضریب اطمینان طراحی کدام است؟

$$F.S. = \frac{1 + \Delta L}{1 - \Delta R} = \frac{1.25}{0.85} = \frac{25}{17} \approx 1.4$$

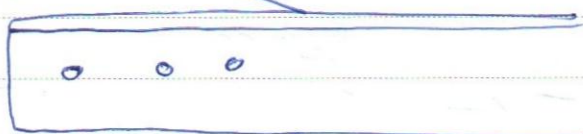


Subject :

Year . Month . Date . ()



انتقال ناقص $u < 1$

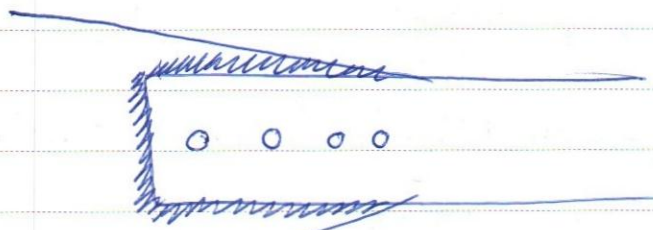


$$1 - \frac{x}{L}$$

③

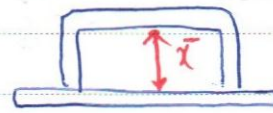
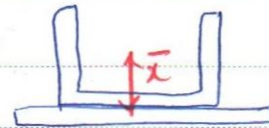
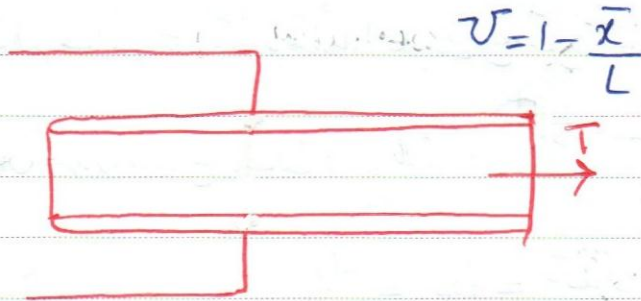
$$U_1 > U_2 > U_3$$

تعداد مقاطع
در سوال قبل برای حالتی که هیچ هلا بر داریم و جوش رفتن آب را بگذاریم چه می شود؟

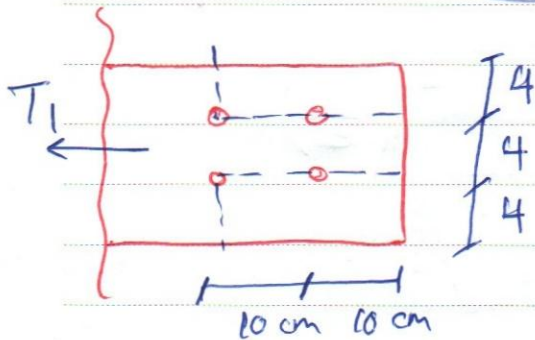


$$U_1 > U_2 > U_3$$

باز هم استدلال سوال قبل



$v_b > v_{af}$



ظرفیت گسترش اتصال 1/2 حین برابر اتصال 2 می باشد

$$T_1 = A_v \times F_v + A_t \times F_t$$

LRFD
0.6 F_u

ASD
0.3 F_u

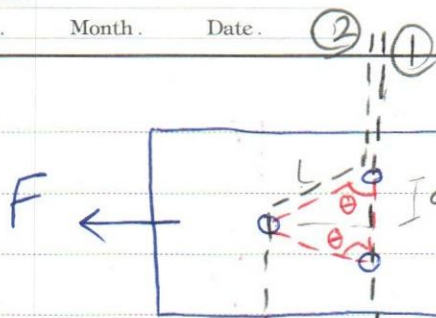
$$T_2 = A_v \times F_v + A_t \times F_t$$

20xt

4xt

$$T_1 = T_2$$

$$L = \frac{a}{\cos \theta} \quad S = \frac{a}{\cos \theta} \sin \theta$$



مقدار حداقل θ چقدر باشد تا در محاسبه سطح مقطع

خالص تنها در سوراخ دخالت داشته باشند؟

$$P \cdot 4axt \quad \text{قطر محاسبه سوراخ} = D_e = a/\cos \theta \quad \begin{cases} S = a \tan \theta \\ g = a \end{cases}$$

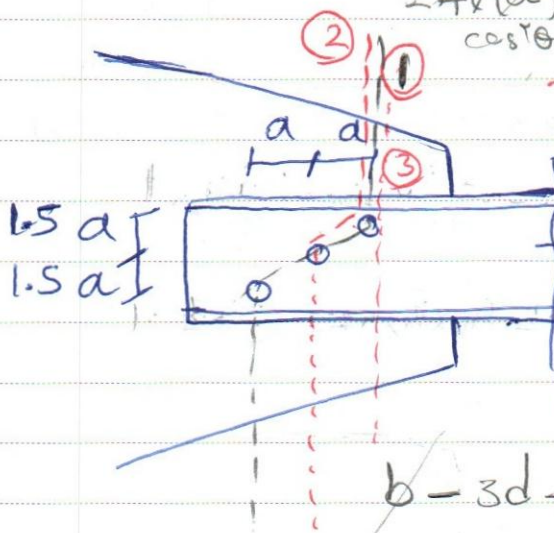
$$4a - \frac{3a}{10} + 2 \times \frac{S^2}{4g} = 4a - \frac{2a}{10}$$

$$2 \times \frac{(\sin \theta)^2 a^2}{4 \times (a) \cos^2 \theta} = \frac{a}{10}$$

$$\tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{1}{5}} \right)$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{5}}{5} \right) < \theta \quad \checkmark$$

قطر محاسبه سوراخ = d



حداقل مقدار d چقدر باشد تا در نشان داده شده شکل سوراخ باشد؟

$$b - 3d + \frac{a^2}{4(1.5a)} \times 2 = b - d$$

$$2d = \frac{2a}{6}$$

از هر دو سوراخ جواب میسر است.

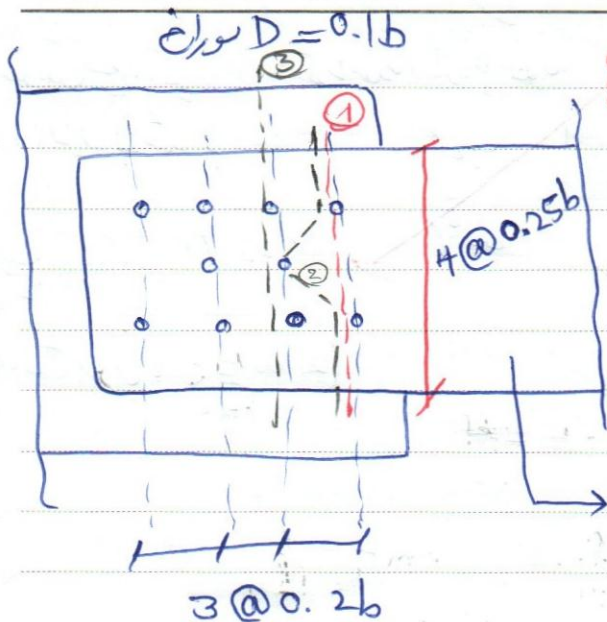
$$a \leq 6d$$

$$A_n^{(1)} = \left(b - 3d + \frac{(a)^2}{4(1.5a)} \times 2 \right) t = \left(b - 3d + \frac{a}{3} \right) \times t$$

$$A_n^{(2)} = \left(b - 2d + \frac{(a)^2}{4(1.5a)} \right) \times t = \left(b - 2d + \frac{a}{6} \right) \times t$$

$$A_n^{(3)} = (b - d) \times t = (b - d) \times t = (b - d) \times t$$

0.7 0.78 0.8 0.87



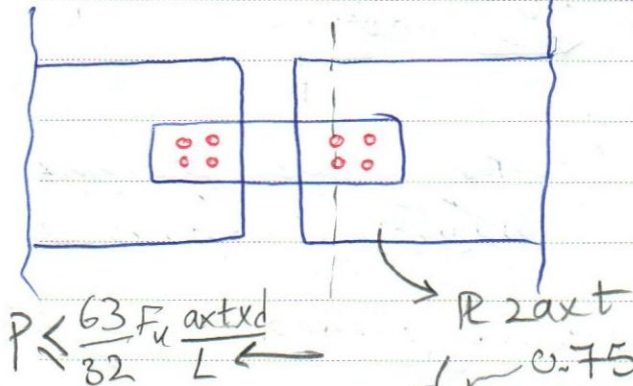
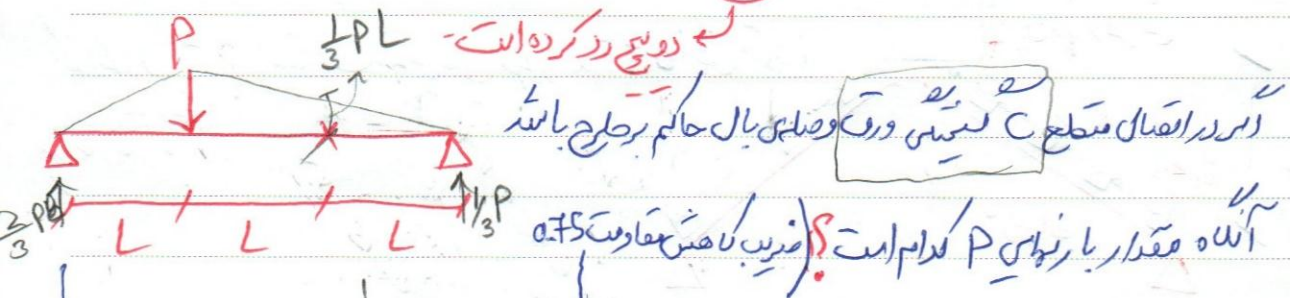
$$A_e = \sum A_n = A_n$$

$$\frac{s^2}{4g} = \frac{(0.2b)^2}{4 \times 0.25} = 0.04b$$

$$A_n^{①} = (b - 2 \times 0.1b) t = 0.8bt$$

$$A_n^{②} = (b - 3 \times 0.1b + \frac{(0.2b)^2}{4(0.25b)} \times 2) \times t = 0.78bt$$

$$A_n^{③} = (b - 3 \times 0.1b) \times t \times \frac{10}{8} = \frac{7}{8}bt = 0.87bt$$



$$F_u \times A_n \times \frac{M}{d} = \frac{1}{3} PL$$

$$\frac{1}{3} (2 \times P \times L)$$

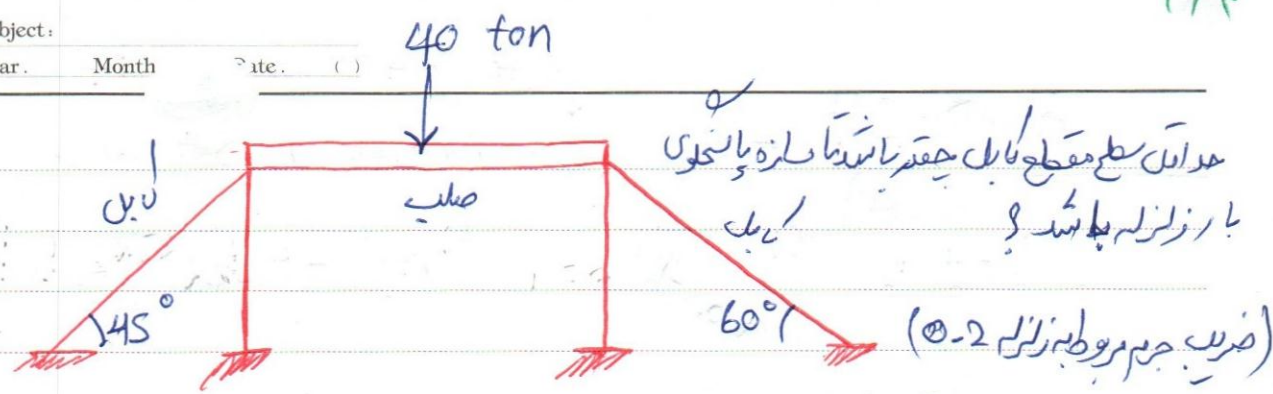
$$(2a - 2 \times \frac{a}{8}) t$$

Subject:

Year:

Month:

Date: ()

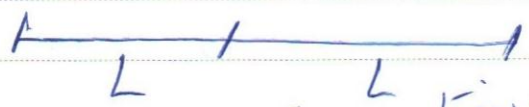
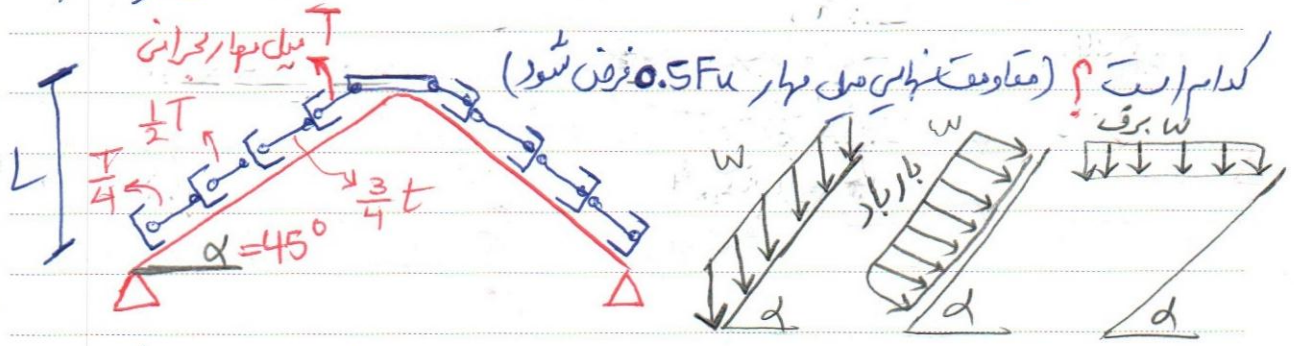


(مقاومت نهایی کابل $2000 \frac{kg}{cm^2}$)

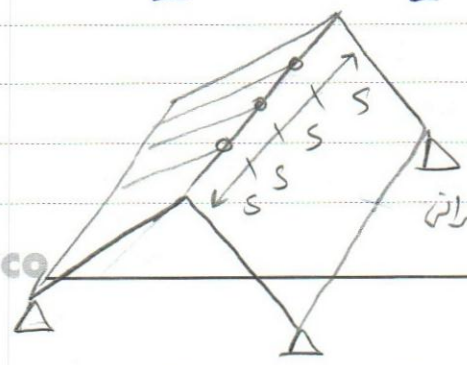
$$8\sqrt{2} = (2A) \frac{40}{\sqrt{2}} \rightarrow A = 4\sqrt{2} \text{ cm}^2$$

$$\frac{8}{\frac{1}{2}} = 2A \frac{8}{\sqrt{2}} \rightarrow A = 8 \text{ cm}^2$$

قاب سیمدار مقابل تحت بار برف، بار باد و بار مرده هر کدام به شدت واحد سطح
چنانچه طولی مورد نظر به طول 20 L از 6 قاب تشکیل شده باشد و در فاصله هر دو
قاب از یک میل مهار در سقف سوله استفاده شده باشد آنگاه حداقل سطح مقطع میل مهار بحرانی



* بار باد یا برفی در محاسبه نیروی sag-roof ندارد و فقط تحت بار مرده و برف طراحی می گردد.



$$T = w_{\text{برف}} \times L_{\text{افقی}} \times \sin \alpha + w_{\text{مرده}} \times L \times \sin \alpha$$

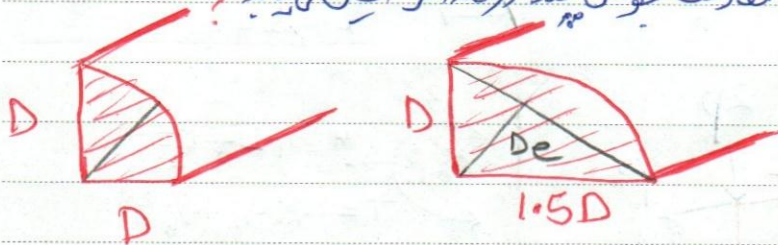
↓ L
↓ $\sqrt{2}L$

$$\Rightarrow T = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1\right) WL^2$$

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1\right) WL^2 \leq 0.5 F_u \times A \rightarrow A \geq \left(\frac{\sqrt{2} + 2}{F_u}\right) WL^2$$

مثال) در یک اتصال جوش با جوش نوته اگر با افزایش فقط یکی از ابعاد ها، سطح جوشکاری

50٪ افزایش یابد، آنگاه مقاومت جوش چند درصد افزایش می یابد؟



$$\frac{D \times D}{2} \times L_w \Rightarrow \frac{D \times 1.5D}{2} \times L_w \rightarrow \text{سطح جوشکاری 50٪ افزایش می یابد}$$

$$\frac{R_w(2)}{R_w(1)} = \frac{(0.6 F_u \times \phi \times \beta) \times L_w \times D_e(2)}{(0.6 F_u \times \phi \times \beta) \times L_w \times D_e(1)} = \frac{D_e(2)}{D_e(1)}$$

$$\frac{D_e(1)}{D_e(2)} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} D}{\frac{D \times 1.5D}{\sqrt{D^2 + (1.5D)^2}}} = \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{2}} \rightarrow \frac{D_e(2)}{D_e(1)} \approx 1.3$$

30٪ افزایش

Subject:

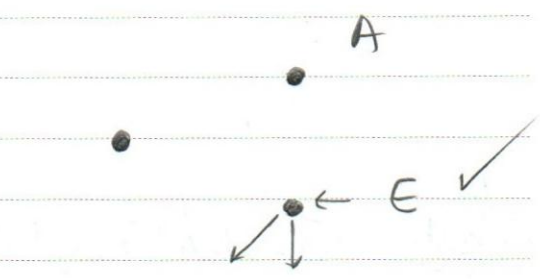
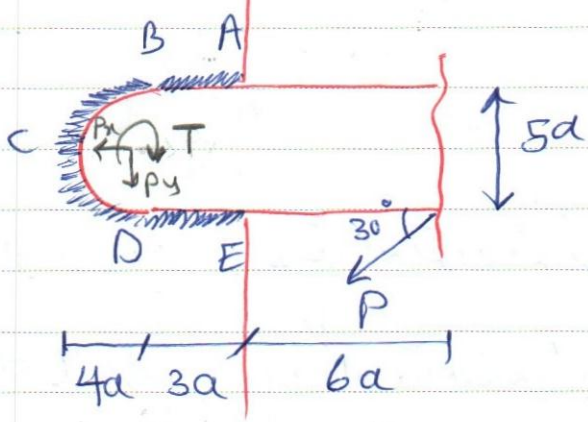
Year:

Month:

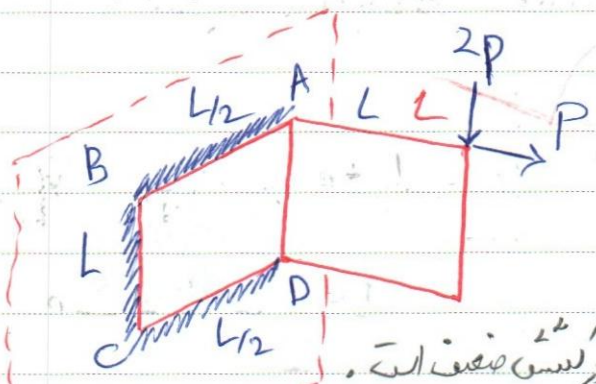
Date:

()

جوش بحرانی کدام است؟



$$\bar{x} = \frac{\frac{L}{2} \times \frac{L}{4} \times 2}{L + \frac{L}{2} + \frac{L}{2}} = \frac{L}{8}$$



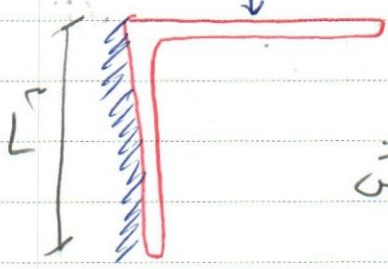
$$M = 2PL + \frac{PL}{2}$$

$$T = 2P(L/2 - L/8)$$

$$P(L/2 - L/8)$$

* جوش در برش از هم ضعیف تر بعد از برش در تنش ضعیف است.

حداکثر تنش در جوش اتصال ساده با برش نشین چقدر می باشد؟



از برش جوش صرف نظر شود

$$I = 2 \times \frac{1}{12} \times tL^3$$

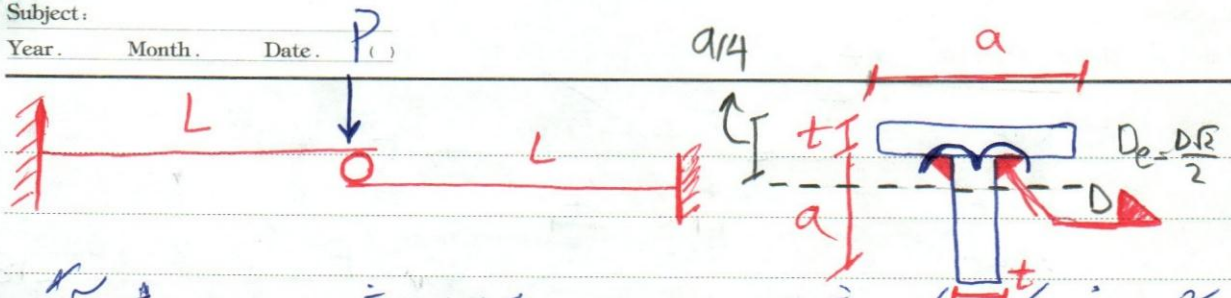
$$V = \frac{R}{2Lt}$$

$$\text{جوش} = \frac{R \times \frac{L}{2}}{\frac{1}{6} tL^3} = \frac{3}{2} \frac{Re}{tL^2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{R}{2Lt} \sqrt{1 + \frac{36e^2}{L^2}}$$

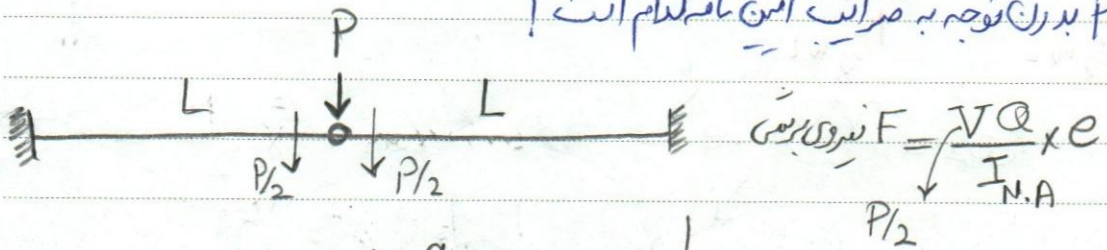
این تنش برشی است

از تنش برشی جوش R_w



اگر فاصله مرکز تا مرکز جوش برابر ۲ا و طول هر قطعه جوش برابر ۲ا باشد، آنکس

مجاز P بدین توجه به ضرایب است؟



$$\bar{x} = \frac{atx_0 + atx_{a/2}}{2at} = \frac{a}{4}$$

$$I = \frac{1}{12}ta^3 + atx_{\frac{a}{4}}^2 + atx_{\frac{a}{4}}^2$$

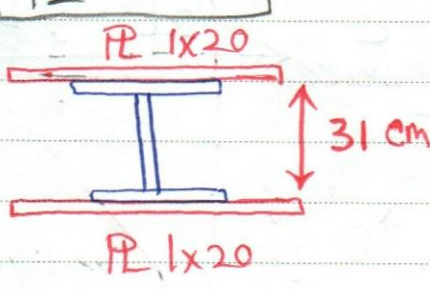
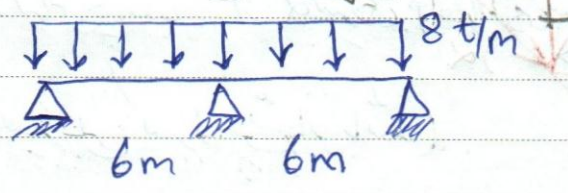
$$Q = atx_{\frac{a}{4}} = \frac{a^2t}{4}$$

$$F = \frac{\frac{P}{2} \times \frac{a^2t}{4}}{\frac{5}{24}a^3t} \times 2a \times \frac{1}{2} = \frac{24 \times 2 \times 9}{8 \times 5} = \frac{3}{5}P \leq F_w \times (\frac{a}{2} \times D_e)$$

$$\downarrow \frac{D}{\sqrt{2}}$$

2 جوش

$$P = \frac{5}{3} \times \frac{aD}{2\sqrt{2}} \times F_w = \frac{5\sqrt{2}}{12} a D F_w \quad \checkmark$$



(ساده)

$$P_{uw} = 960 a \text{ kg/cm}$$

ارزش جوش
 یک سره غیر منقطع
 جوش = a = ?

$$I_{uw} = 20000 \text{ cm}^4$$

$$\frac{5 \times 8 \times (12)^4}{384 EI} = \frac{F \times L^3}{48 EI}$$

$$F = 160$$

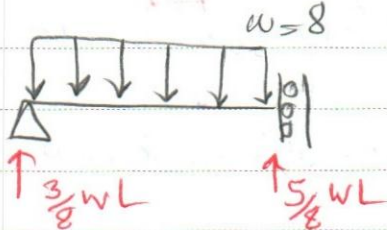
$$384 EI$$

$$32 H$$

$$48 EI$$

$$12$$

$$F = \frac{12 \times 8 - 60}{2} = 18$$



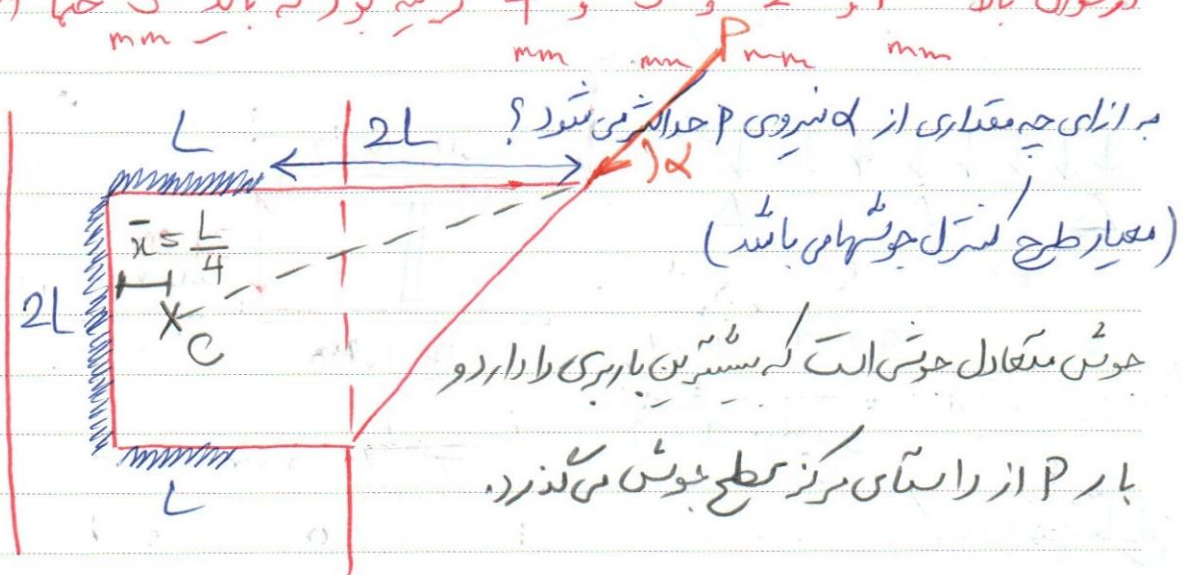
$$V_{max} \text{ دارد بر سر } \frac{5}{8} WL \text{ است}$$

$$F_{\text{جوش}} = \frac{VQ}{I} \cdot e = 480 \text{ kg/cm} \times \frac{1}{2} = 240$$

$\frac{5}{8} WL$
 8000 kg/m
 6 m
 $(20 \times 1) \times 16 \text{ cm}^3$
 $20,000 \text{ cm}^4$
 $240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} = 960 a \text{ kg/cm} \rightarrow a = \frac{1}{4} \text{ cm}$
 $a = 2.5 \text{ mm}$

$$a = 3 \text{ mm}$$

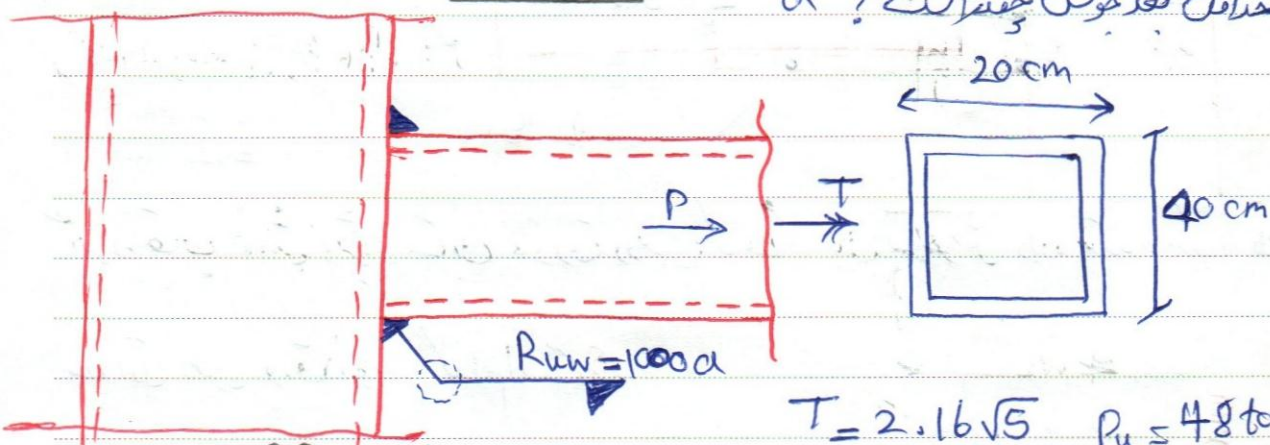
در سوال بالا 1 و 2 و 3 و 4 زین برداریم باید 3 حتما انتخاب



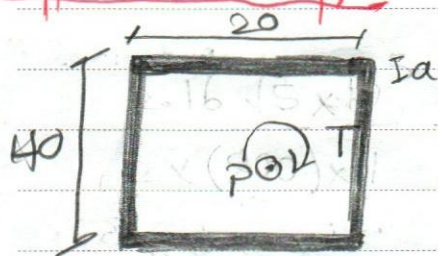
$$\sum M_c = 0 \rightarrow p \sin \alpha \cdot L = p \cos \alpha \left(3L - \frac{L}{4} \right) \quad \text{برای این بار باید } \sum M_c = 0 \text{ برداریم}$$

$$\tan \alpha = \frac{11}{4}$$

حداقل بُعد جوش چقدر است؟ α



$$T = 2.16 \sqrt{5} \quad P_u = 48 \text{ ton}$$



در فولاد ر به واسطه مقاطع برای بیش از این در نظر گرفته می شوند

$$f_T = \frac{Tx}{J} \quad J = J_p = I_x + I_y$$

$$I_x = \left(\frac{40^3}{12} + 20 \times 20^3 \right) \times 2$$

$$I_y = \left(\frac{20^3}{12} + 40 \times 10^3 \right) \times 2$$

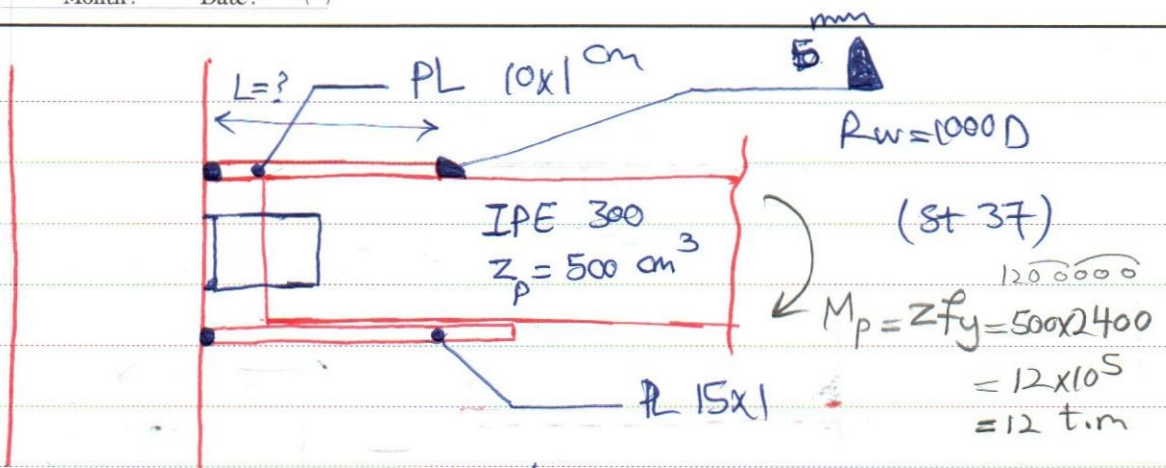
$$I_p = 36000 \text{ cm}^3$$

$$A_e = 2(40 + 20) \times D_e = 120$$

$$f_N = \frac{P}{A_e} = \frac{48000}{120} = 400 \text{ kg/cm}$$

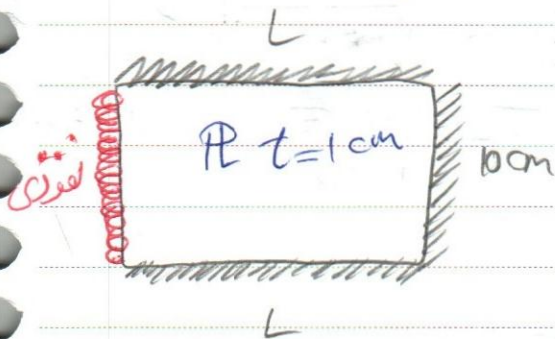
$$f_T = \frac{2.16 \sqrt{5} \times 10^5 \times \sqrt{10^2 + 20^2}}{J} = 300 \text{ kg/cm}$$

$$f_{\text{ج}} = \sqrt{300^2 + 400^2} \leq 1000 \text{ a} \rightarrow 0.5 \text{ cm} \leq a$$



اگر در عاب خمشی و برشی مقابلی و در قی روسری کاملاً به بال تیر جوش داده شده باشد آنگاه

حد اکثر طول ورق روسری کدام است؟



$$F = \frac{M}{D} = \frac{12}{\frac{30}{100}} = 40 \text{ ton}$$

$$40000 \leq 1000 \times 0.5 \times (2L + 10) \quad \boxed{L \geq 35 \text{ cm}}$$

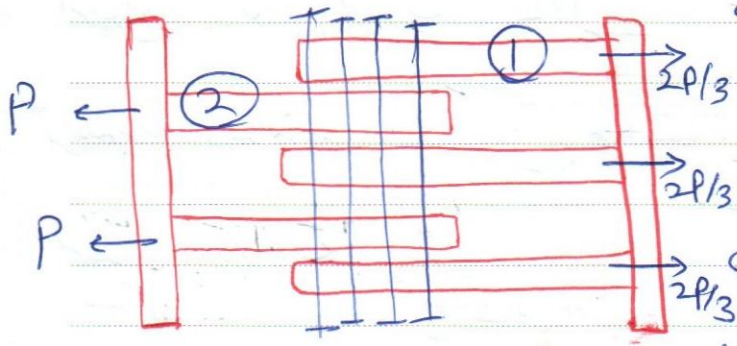
$$L' \geq 40 \text{ cm} \quad 40000 \leq 1000 \times 0.5 \times (2L + 10) \quad \leftarrow \text{طول ورق زیر برشی}$$

جوش نفوذی ورق زیر برشی و اطرافش کنید.

$$401000 \leq 0.9 F_y \times A_e \times \phi \quad \rightarrow A_e =$$

$\downarrow$ 2400 $\downarrow$ 0.75

8M20



مثال) فرضیه اصطلاحی بین ورق ۲۵

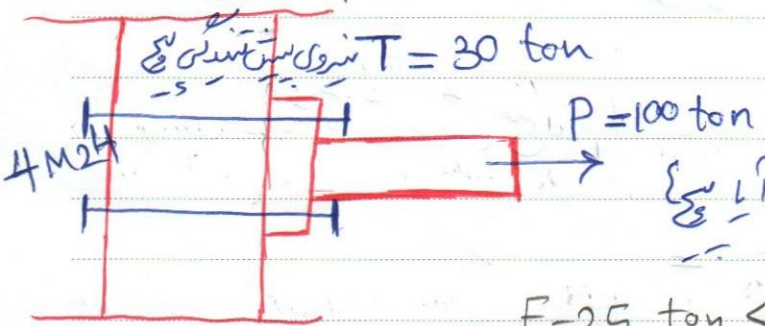
و نیروی بین لوله‌گی بیج‌ها ۱۲ باشد. ton

حد اکثر نیروی P برای آن لوله‌گی هادراستانی

الغرض تکرار بگیرد کدام است؟ (فرضیه اصطلاحی طرأض ۲)

① $(8 \times 12 \times \frac{1}{4}) \times 1 = 2 \times \frac{2P}{3} \rightarrow P_1 \leq 18 \text{ ton}$

② $(8 \times 12 \times \frac{1}{4}) \times 2 = 2 \times P \rightarrow P_2 \leq 24 \text{ ton}$

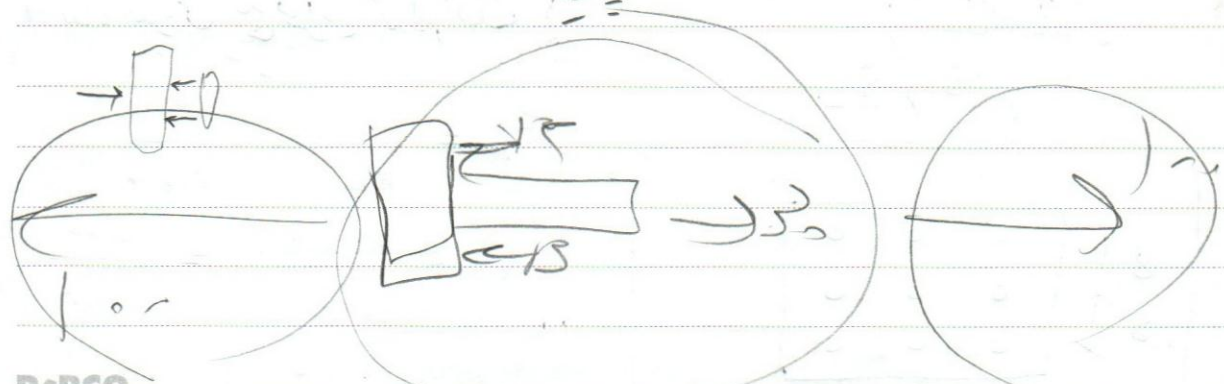


مثال) در این سوال اس مقاومت

کشی بیج ۲۰۰۰ در نظر گرفته شود آیا بیج؟ $\frac{kg}{cm^2}$

جواب بدهند؟ $F = 25 \text{ ton} < T = 30 \text{ ton}$ بیج بارگذاری

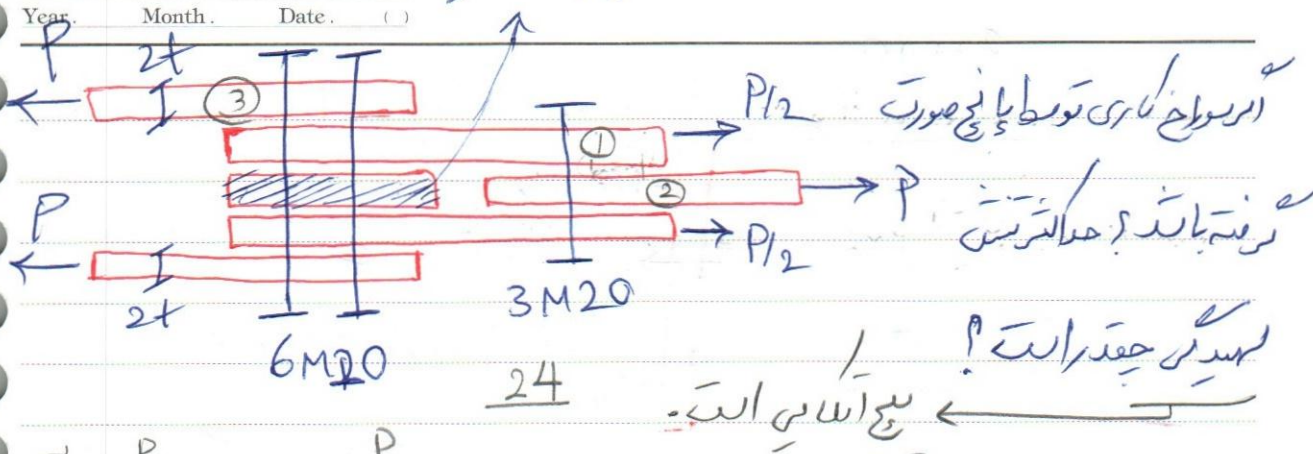
$F = 25 \text{ ton}$ بیج بارگذاری



Subject:

Year: Month: Date: ()

ورقی به آن نیرو وارد نشود لقه است.



$$\sigma_1 \frac{P}{6 \times 2} = \frac{P}{12}$$

$$t=1$$

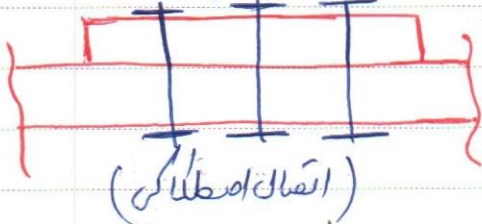
$$\sigma_3 \frac{P}{6 \times 2 \times 2} = \frac{P}{24}$$

$$\sigma_2 \frac{P}{3 \times 2 \times 1} = \frac{P}{6} \quad \checkmark \quad \text{حد اکثر}$$

در سطح قبل حد اکثر تنش برش بیچ کدام است؟

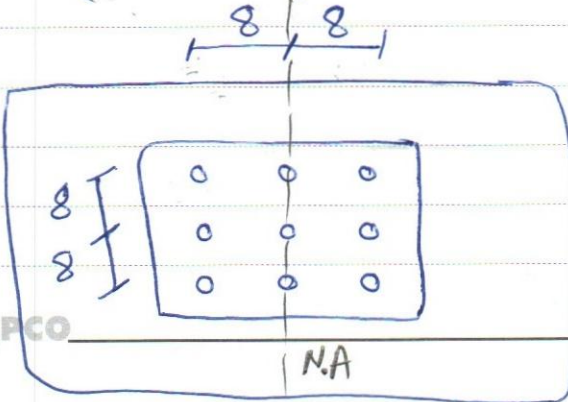
$$\tau_v = \frac{P/6}{6\pi} = \frac{P}{6\pi} \quad \checkmark$$

$P=100 \text{ ton}$
 $M=10 \text{ ton.m}$
 $A_b = \pi (2)^2$



اگر فاصله هر بیچ از بیچ کنی مجاور 8 cm باشد.

آنگاه نیروی بیچ مجاور کدام است؟



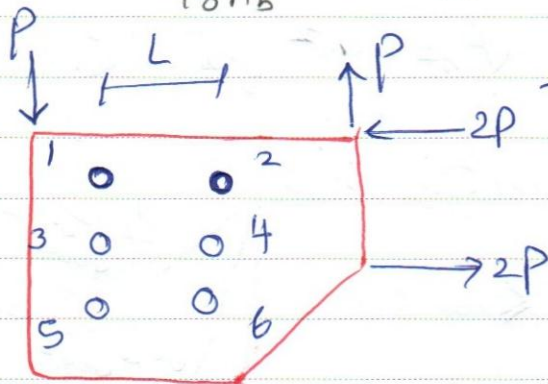
$$\tau_v = \frac{P}{A_b} = \frac{100/9}{A_b}$$

$$\tau_m = \frac{M \times 8 \text{ cm}}{I_{NA}} = \frac{8000}{6 \times 64 A_b} = \frac{125}{6 A_b}$$

$\downarrow$
 $6 \times (A_b 8^2)$

$$\sqrt{f} = \frac{100}{9A_b} + \frac{125}{6A_b} = \frac{575}{18A_b}$$

$$f_{\text{مجران}} = \frac{575}{18A_b} \times A_b = \frac{575}{18} \approx 32 \text{ ton} \checkmark$$



اگر تنش نهایی پیچ‌ها و فوقانی و تحتانی برابر

پیچ‌ها را وصل باشد، آنگاه کدام پیچ مجران

می باشد؟

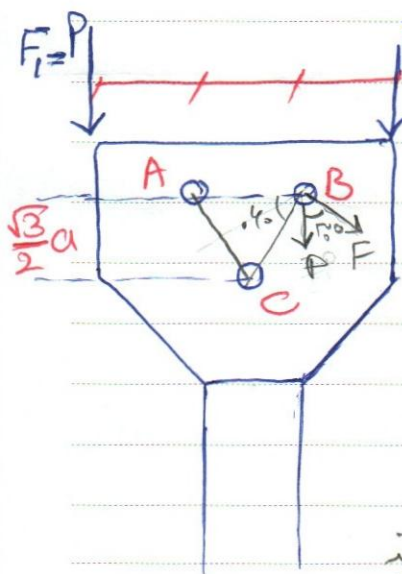
$$\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{5}, \textcircled{6} \rightarrow f_T = \frac{T \sqrt{L^2 + \frac{L^2}{4}}}{I_p} \leq 3 F_u \phi$$

$$\textcircled{3}, \textcircled{4} \rightarrow f_T = \frac{T \times L/2}{I} \leq F_u \phi$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \leq \frac{6 F_u \phi I_p}{\sqrt{5} L} \\ T_2 \leq 2 \frac{F_u \phi I_p}{L} \end{array} \right.$$

$$T_2 \leq 2 \frac{F_u \phi I_p}{L}$$

شدنی است ✓



اگر نیروی F_2 دو برابر شود آنگاه نیروی پیچ B چند برابر می شود؟

$$\text{حالت اول} \quad \frac{2}{3} P \quad 3P = F \times 3 \times \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

حالت دوم

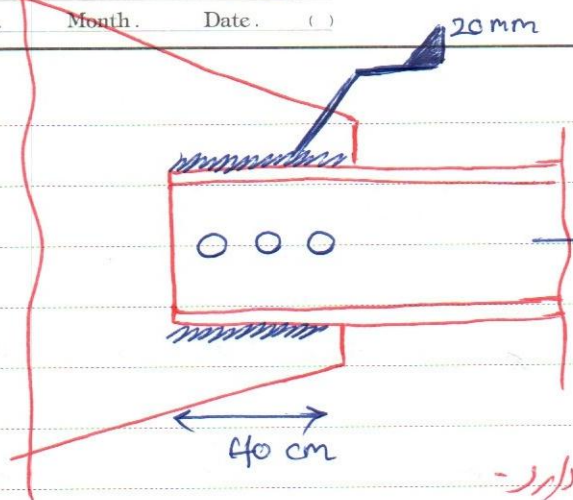
$$F = \sqrt{3} P$$

$$\begin{aligned} \text{برای} &= \sqrt{(P)^2 + (\sqrt{3}P)^2 + 2(\sqrt{3}P)P \cos 30} \\ &= \sqrt{7} P \checkmark \end{aligned}$$

Subject:

Year . Month . Date . ()

$$R_w = 1000 D$$



آیر ناودانی نشان داده شده از مقاومت کافی

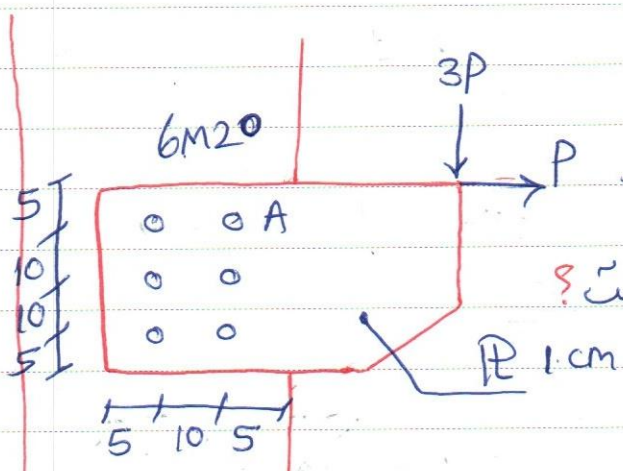
برخوردار باشد ظرفیت کشش T

کدام است؟ آسانی $(A_b = 2 \text{ cm}^2)$

ناودانی ظرفیت کافی دارد -

- تایم OK
- نقطه کشش OK
- نقطه قلابی OK
- لهیدی OK

$$T \leq 1000 D \times (2 \times 40 \text{ cm}) \quad T \leq 160 \text{ ton}$$

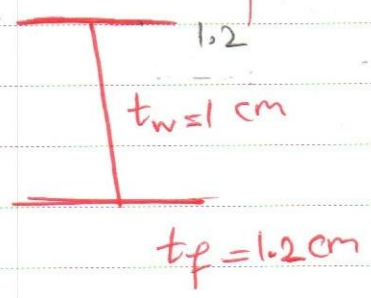


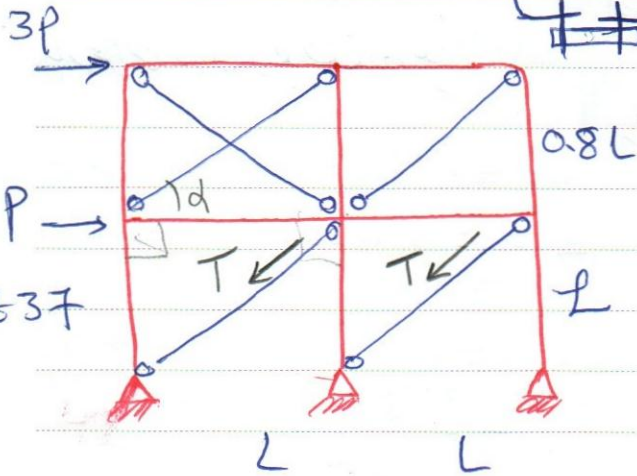
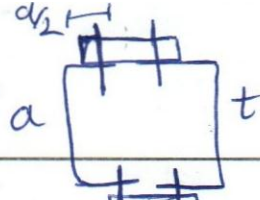
آیر تیش برشی ایجاد شده در پیچ $kg \frac{100}{\text{cm}^2}$ باشد

آ نهاده حداکثر شد لهیدی در این اتصال کدام است؟

$$100 \times \pi \frac{2^2}{4} = 100\pi$$

$$\frac{100\pi}{1.2 \times 2} = 50\pi \text{ kg/cm}^2$$





در قاب مقابل ۱/۲۵ بار جانبی تون

قاب خمشی و مابقی تون سیستم هار بندی

تخمین می شود، مقدار بار P کدام است؟

ضریب کاهش ۰.۹ ضریب انقباض بار ۱

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{4P}{\frac{0.8L}{\sqrt{2}}} = \frac{3\sqrt{2}P}{2} = F \text{ بار بند چکن}$$

$$\frac{3\sqrt{2}P}{2} \leq 0.9 F_y \times (4at)$$

$$P \leq 1.2\sqrt{2} \times 2400 \times at = 4000 at$$

حدالشیطون بار بند طبقه ی چکن حیدر باید باشد ؟

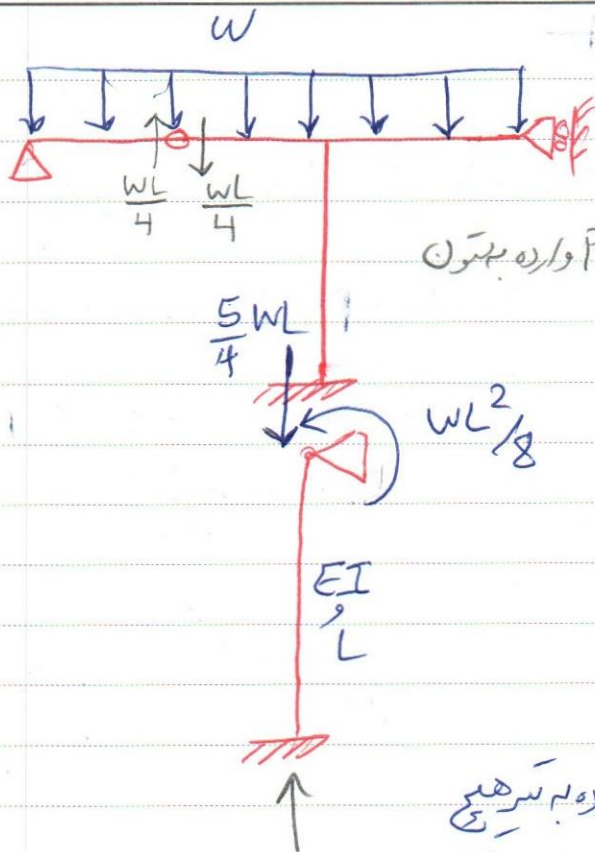
$$\frac{KL}{r} \leq 300 \rightarrow L \leq \frac{300r}{K} \rightarrow \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{r_3 ast}{4at}}$$

$$L \leq \frac{300a}{\sqrt{6}} \approx 125a$$

اگر ورق وصلی ناودانی از ۸ پیچ به قطر ۲۰ mm ساخته شده باشد و مقاومت نهایی

$$\frac{(3\sqrt{2}P)/16}{A_b} \leq 8000 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_b \rightarrow \pi \times \frac{2^2}{4} \rightarrow P \leq 188 \text{ ton}$$



بار بحرانی نتون رایدن آورد

$$P = \frac{wL}{4} + wL = \frac{5wL}{4}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \leftrightarrow \frac{5}{4} w_{cr} L$$

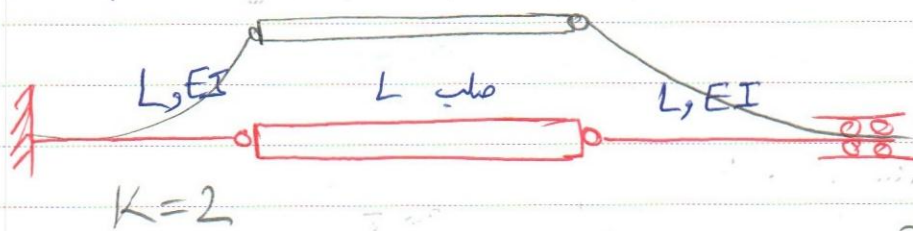
$$w_{cr} = 1.6 \frac{\pi^2 EI}{L^3}$$

* کنتورداره یا سایر بارگذاری های مجانبی وارده به سازه هیچ

تأثیری روی خود بار بحرانی ندارد.

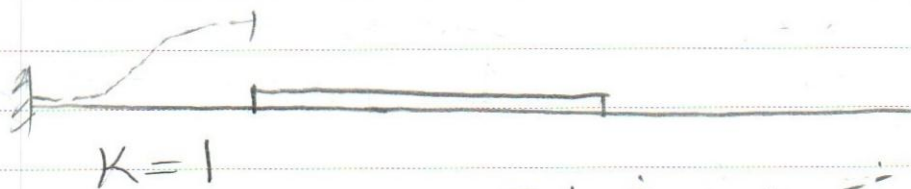
اگر در سازه ای مقابل اتصالات مفصلی به سازه تبدیل شود بار بحرانی سازه چند درصد افزایش

پیدا می کند.



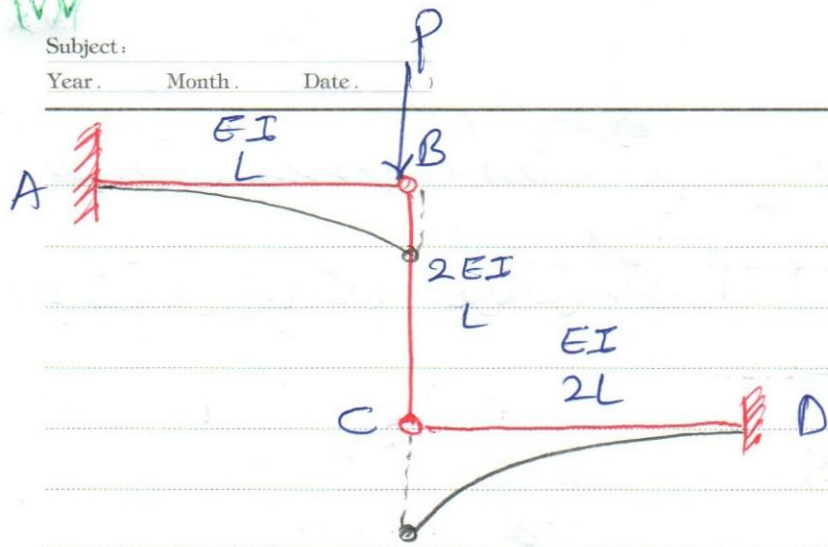
$$K=2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$



$$K=1$$

300% افزایش داشته 4 برابر شده است.

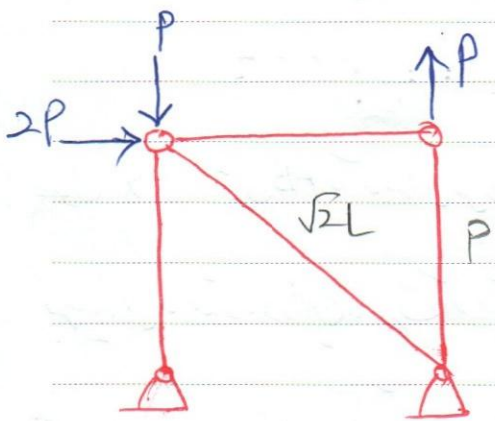


نیروی محوری ستون BC

$$P_{\text{ستون}} = \frac{3EI/L^3}{\frac{3EI}{L^3} + \frac{3EI}{(2L)^3}} P = \frac{P}{9}$$

$$\frac{P}{9} = \frac{\pi^2 EI}{(1 \times L)^2}$$

$$P = \frac{9\pi^2 EI}{L^2}$$



F cos

$$F \frac{\sqrt{2}}{2} = 2P$$

$$F = 2\sqrt{2}P$$

$$2\sqrt{2}P = \frac{\pi^2 EI}{L}$$

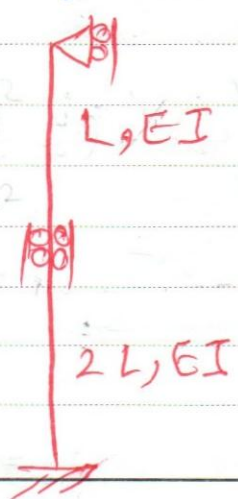
$$P = \frac{\sqrt{2}}{4} \frac{\pi^2 EI}{2L^2} = \frac{\sqrt{2}}{8} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

با اضافه کردن یک ستون به B در فاصله 2L از ستون A از طرفی که ستون جدید برابر شود

$$P_{\text{cr}}^{(2)} \left\{ \begin{array}{l} \frac{\pi^2 EI}{(0.7L)^2} \rightarrow 2 \\ \frac{\pi^2 EI}{0.5 \times 2L} \rightarrow 1 \end{array} \right.$$

$$P_{\text{cr}}^{(1)} = \frac{\pi^2 EI}{(0.7 \times 3L)^2} = \frac{2}{9}$$

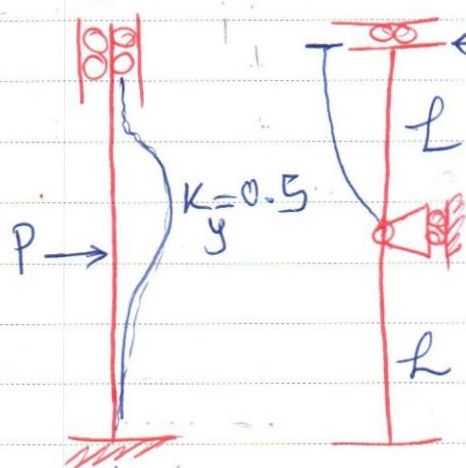
$$\frac{P_{\text{cr}}^{(2)}}{P_{\text{cr}}^{(1)}} = \frac{9}{2} = 4.5$$



Subject:

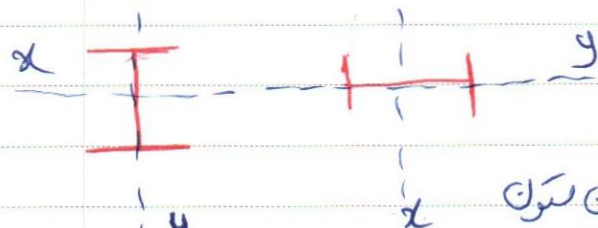
Year. Month. Date. ()

ستون نشان داده شده مربوط به یک ستون از قاب در جهت مختلف می باشد. نسبت r_x به r_y چقدر باشد تا طراحی این ستون از نظر لایتنر بهینه شود.

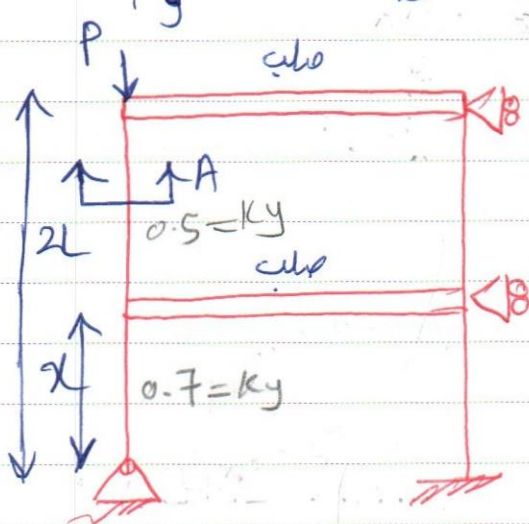


$$\frac{0.5 \times 2L}{r_y} = \frac{2 \times L}{r_x}$$

$$\frac{r_x}{r_y} = 2$$

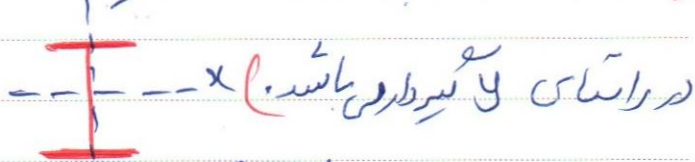


طول x از ستون AB به گونه ای می باشد که طراحی این ستون بهینه می باشد، در این صورت اگر شعاع گریز این ستون چقدر باشد؟



معمولاً x باشد 36cm، r_x چقدر است؟

(تخاب در راستای عمود بر صفحه مهار نشده است و نکته ماه)



$$r_x = 36 \text{ cm}$$

$$r_y = ?$$

$$0.7 \times x = L - 0.5 \times x$$

$$x = \frac{L}{1.2}$$

$$\frac{1 \times 4L}{r_x} = \frac{0.7 \times x}{r_y} = \frac{0.5 \times (2L - x)}{r_y}$$

$$r_y = \frac{0.7 \times 36}{1.2 \times 2} = \frac{21}{4} = 5.25 \text{ cm}$$

149

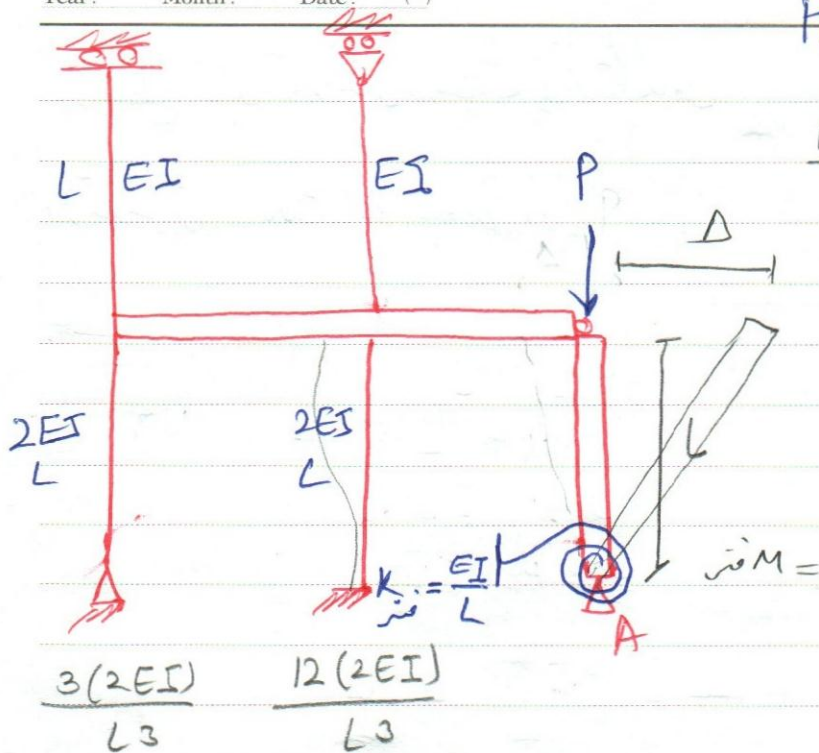
Subject:

Year:

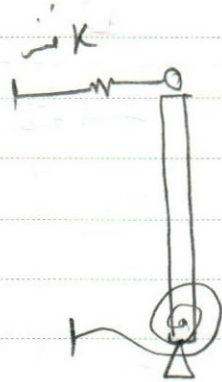
Month:

Date:

()

 $P_r = ?$ 

$$\frac{12(2EI)}{L^3} + \frac{3(2EI)}{L^3} + 0 = \frac{30EI}{L^3}$$



$$\sum M_A = 0$$

$$P \times \Delta = F_{\text{spring}} \times L + M_{\text{spring}}$$

$$\frac{30EI}{L^3} \times \Delta$$

$$\frac{EI}{L} \times \frac{\Delta}{L}$$

$$a$$

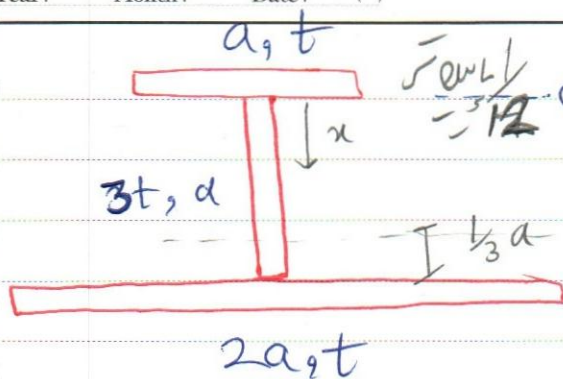
$$P = \frac{31EI}{L^3}$$

$$M_p \quad S, Z \quad S.F. = \frac{Z}{S}$$

$$Z = 2 \left(at \times a + at \times \frac{a}{2} \right) = 3a^2t$$

$$\frac{1}{12} (2a)^3 t + at \times (a)^2 \times 2 = \left(\frac{2}{3} + 2 \right) a^3 t$$

$$S.F. = \frac{Z}{S} = \frac{3}{\frac{8}{3}} = \frac{9}{8}$$



در مقطع متقابل تارخشی در حالت پلاستیک کامل

از تارخشی در حالت الاستیک قرار دارد

$$3t \times x + at = 2at + (a-x)t$$

$$4xt = 6at$$

$$x = \frac{6}{4}a = \frac{3}{2}a$$

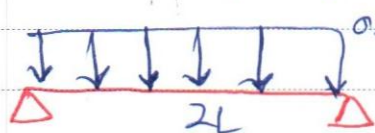
$$y_p = \frac{1}{3}a = \frac{4}{12}$$

$$y_{NA} = \frac{3at \times \frac{a}{2} + at \times a}{4at} = \frac{5}{12}a$$

$$\text{اختلاف فاصله} = \frac{5}{12} - \frac{1}{3} = \frac{5-4}{12} = \frac{1}{12}$$

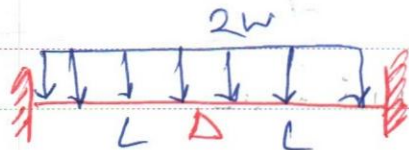
0.66

تمام تیرهای نشان داده شده دارای مقطع فشرده و یک ناهمبندی کافی می باشند

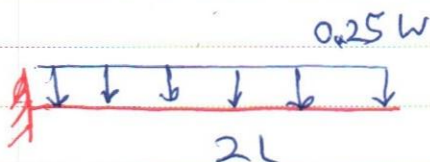
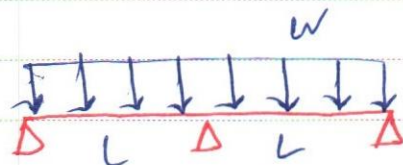


تیر بر اساس مقطع کمتری نیاز دارد؟

$$\frac{(0.25w)(2L)^2}{8} = \frac{wL^2}{8}$$

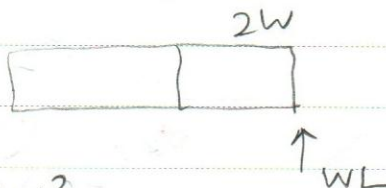
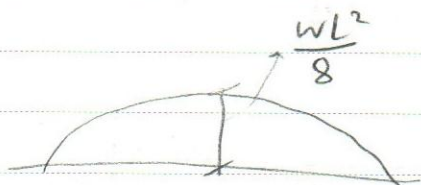


$$\rightarrow \frac{(2w)L^2}{12}$$



سازه‌ی مقابل برای بار به شدت w طراحی شده است، اگر شدت این بار 2 برابر شود

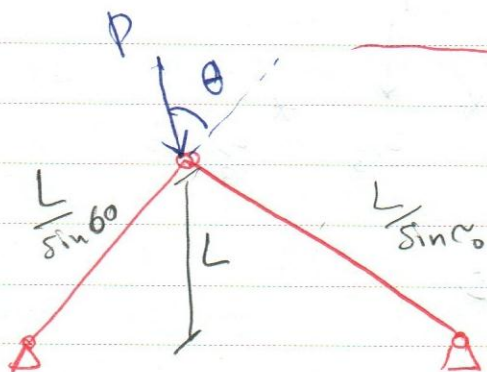
چند درصد از طول دهانه‌ی سازه باید تقویت شود



$$M(x) = wL \cdot x - \frac{2w}{2}(x)^2 = \frac{wL^2}{8}$$

$$-Lx - x^2 = \frac{L^2}{8} \rightarrow x = \frac{2 \pm \sqrt{2}}{4}$$

$$x_1 - x_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} L = 0.7L = 70\%$$



$$P \cos \theta = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2$$

$$P \sin \theta = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \left(\frac{1}{2} \right)^2$$

$$\tan \theta = \frac{1}{3}$$

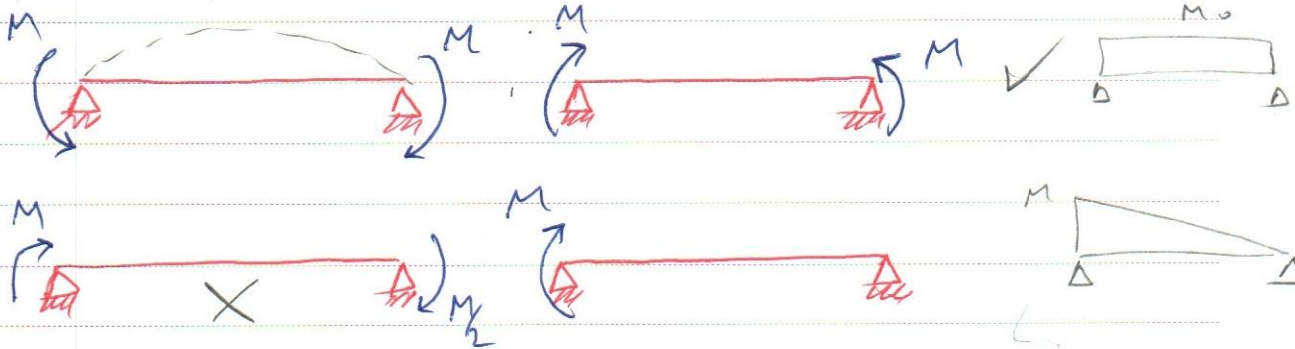
Subject:

Year. Month. Date. ()

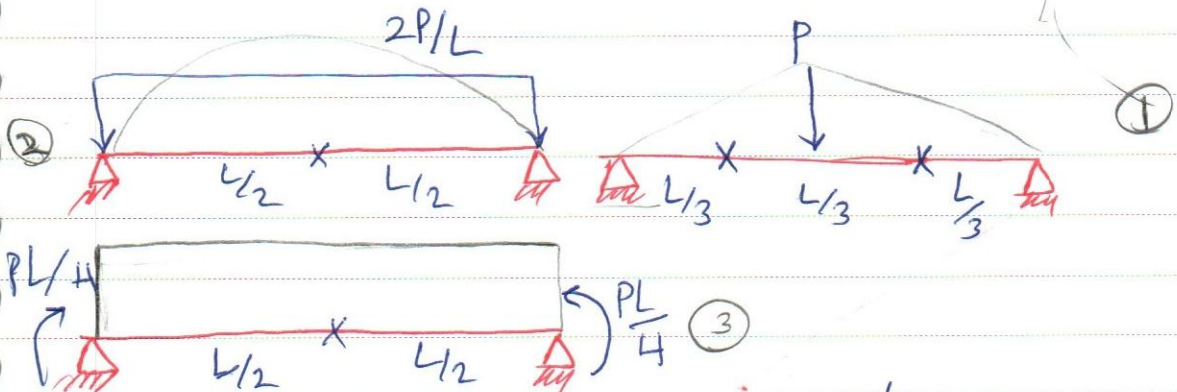
$$1.05 = 1.75x + 0.3x^2$$

۱۸۲

در کدام تیرینه، ظرفیت تیر با مقطع شان داده شده کمتر باشد



هر چه مقدار کمتر روی تیر در برابر آن بیشتر باشد مقدار پویست آن بیشتر کننده می شود بدتر است.



مقطع هر تیر شان داده شده یک از طرفت خمشی کدام تیرینه از همه بیشتر می باشد ؟

در محل آن شخص شده، بال فوقانی تیر مهار جانبی شده است ؟

تیر ۱ از همه بهتر است چون فاصله مهارهای جانبی آن از همه کمتر است.

