دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

سرفصل مقاومت مصالح 1 (طبق مصوبه شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری)

تعداد واحد : 3 نوع واحد : نظری، تخصصی الزامی پیشنیاز : استاتیک

این درس به منظور آشنایی دانشجویان با رفتار مواد و عکس العمل های آن تحت تاثیر نیروها و بررسی شناخت این رفتارها و تغییرات که می‌تواند موجب و زمینه ساز محاسبات سازه باشد، ارائه می گردد. موضوع این درس سر فصل های زیر را شامل می گردد:

1. موضوع. فرض های عمومی. الاستیسیته.
2. نیروهای داخلی و روشهای تعیین و ترسیم آنها در اعضای خطی (نیروی محوری- نیروی برشی- لنگر خمشی و لنگر پیچشی)
3. تنش. تنجش (کرنش)- منحنی تنش: کرنش- قانون هوک- تنش مجاز- ضریب پواسون.
4. مسائل هیپراستاتیک (نامعین استاتیکی) در نیروی محوری- اثر حرارت- سازه خطی- روش جمع اثرها.
5. آنالیز تنش: تنش دو محوری- برش خالص- تنش مسطح- تنش سه محوری و حالت کلی تنش- رابطه بین تنش و کرنش.
6. کرنش مسطح.
7. مشخصات هندسی مقاطع: ممان اینرسی- شعاع ژیراسیون- محورهای اصلی- دایره مور.
8. پیچش: مقاطع مدور- جدار نازک بسته- آشنایی با پیچش در مقطع مستطیل.
9. تنش خمشی در تیرها.
10. تنش برشی در تیرها: مقطع مستطیل- دایره- I- مقاطع جدار نازک بسته متقارن نسبت به محور برش- مقاطع جدار نازک باز- مرکز برش تیرهای ساخته شده.
11. تغییر شکل تیرها، روش انتگرال گیری، روش ماکالی(استفاده از توابع ویژه)، روش جمع اثرها.
12. تیرهای هیپراستاتیک: روش انتگرال گیری، روش ماکالی، روش جمع اثرها.

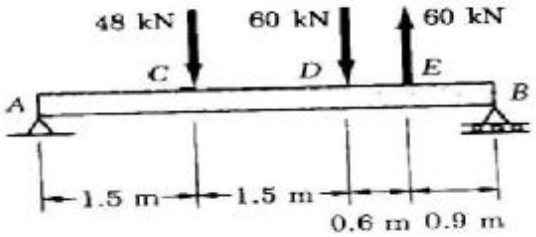
منابع و مراجع

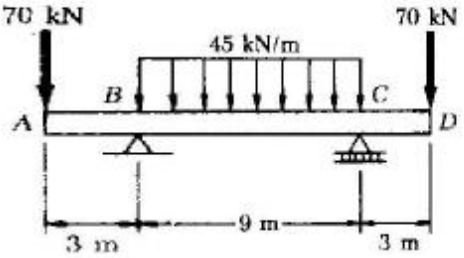
ردیف	عنوان کتاب	مؤلف	مترجم
1	**مقاومت مصالح**	**ایگور پوپوف**	**مهندس شاپور طاحونی**
2	**مقاومت مصالح** - استاتیک	**بیر و جانستون**	**دکتر ابرهیم واحدیان**
3	مقاومت مصالح	تیموشنکو	دکتر توکلی- دکتر مهرکار اصل
4	طرح و محاسبات ایستایی- جلد 1(مبانی محاسباتی)	آرک مگردیچیان	
5	رفتار اجزاء سازه ها (مقدمه ای بر مهندسی ساختمان و سازه)	مهندس مجید بدیعی	
6	STRUCTURAL ANALYSIS	James K. Nelson & Jack C. McCormac	
7	STATICS AND MECHANICS OF MATERIALS	William F. Riley, Leroy D. Sturges & Don H. Morris	

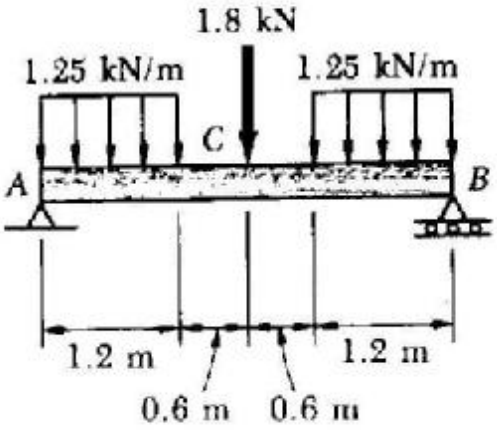
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

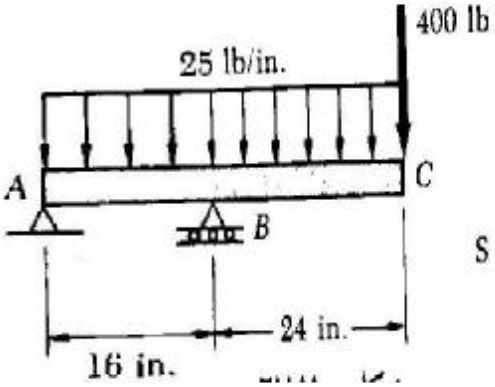
تمرینهای مربوط به درس مقاومت مصالح تاریخ تحویل: 93/3/6

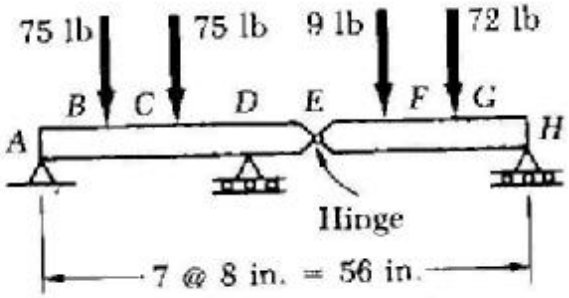
۱- مطلوب است، رسم دیاگرام نیروی برشی و لنگر خمشی برای تیرهای نشان داده شده در شکل.

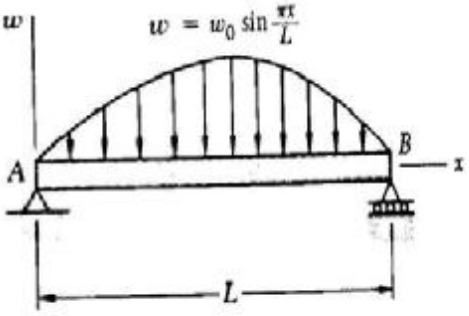


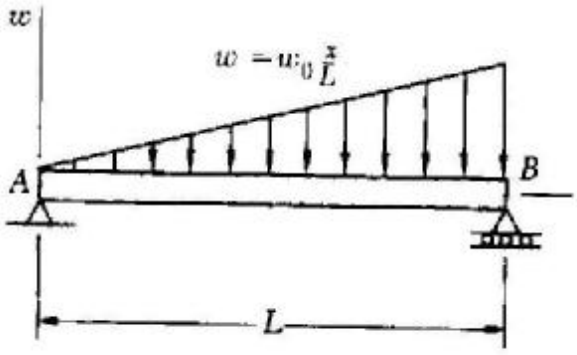


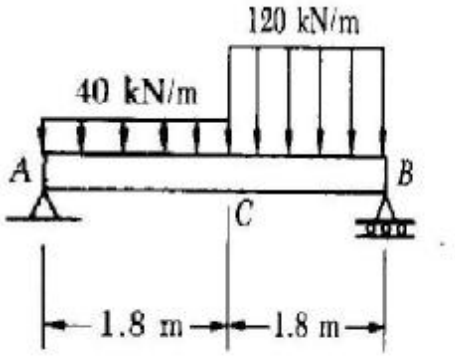








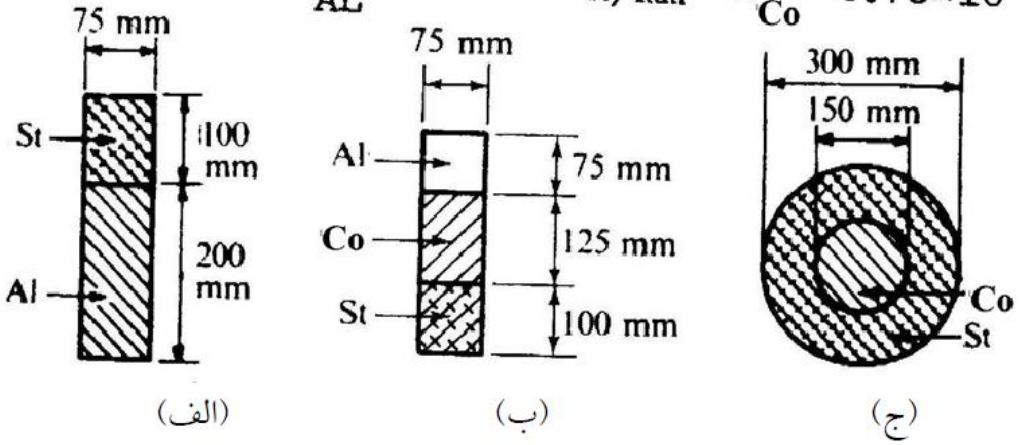




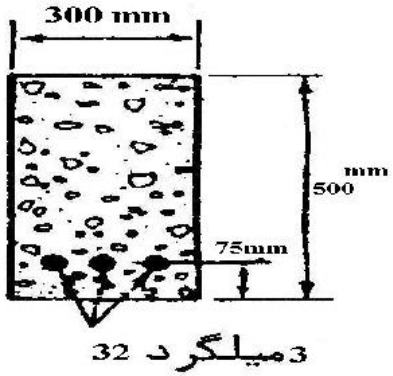
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۱- هر کدام از مقاطع مرکب نشان داده شده در شکل، تحت تأثیر لنگر خمشی مثبت ۷۵ کیلونیوتن متر قرار دارند.مطلوب است (الف) تعیین حداکثر تنش فشاری و کششی در فولاد، بتن و آلمینیوم.(ب) توزیع تنش و کرنش را در هر کدام از مقاطع زیر رسم کنید.

$E_{st}=2.1\times10^5$ N/mm^2 $E_{AL}=0.7\times10^5$ N/mm^2 $E_{Co}=1.75\times10^5$ N/mm^2

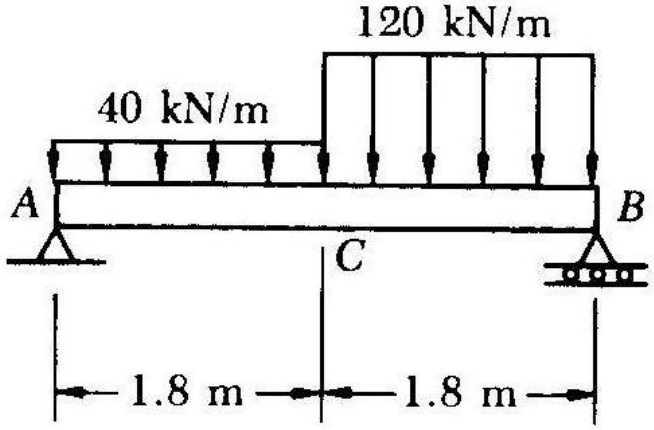


(الف) (ب) (ج)



میلگرد 32 3

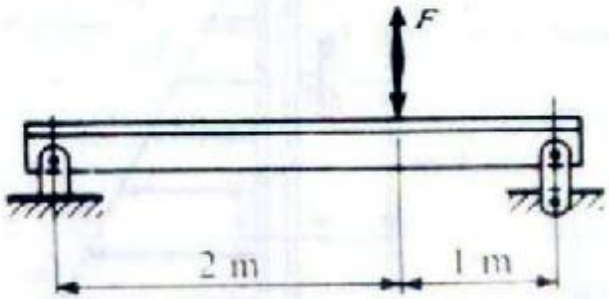
۲- یک مقطع I مناسب برای سازهٔ زیر با فرض تنش تسلیم ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بدست آورید.(برای حل مسئله تنها کنترل خمش را در نظر بگیرید.)

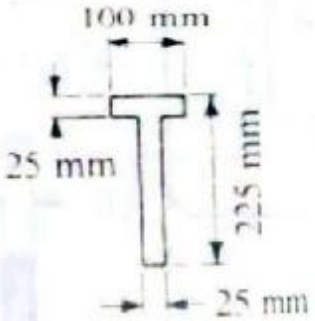


۳- مطابق شکل، یک تیر با مقطع سپری از مصالحی ساخته شده است که حد تناسب کششی آن ۲۰ نیوتن بر میلیمترمربع و حد تناسب فشاری آن مساوی ۴۰ نیوتن بر میلیمترمربع میباشد. با ضریب اطمینان ۱/۵ در مقابل جاری

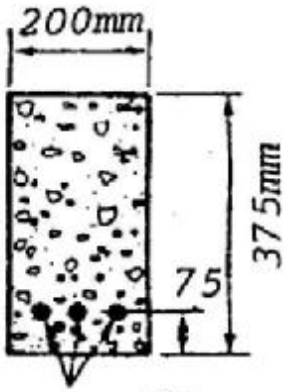
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شدن، مطلوب است تعیین حداکثر نیروی متمرکز F (جهت F میتواند هم به سمت بالا و هم به سمت پایین باشد) که میتواند بر تیر وارد شود. مسئله را فقط بر مبنای حداکثر تنشهای خمشی ناشی از F حل نمایید.

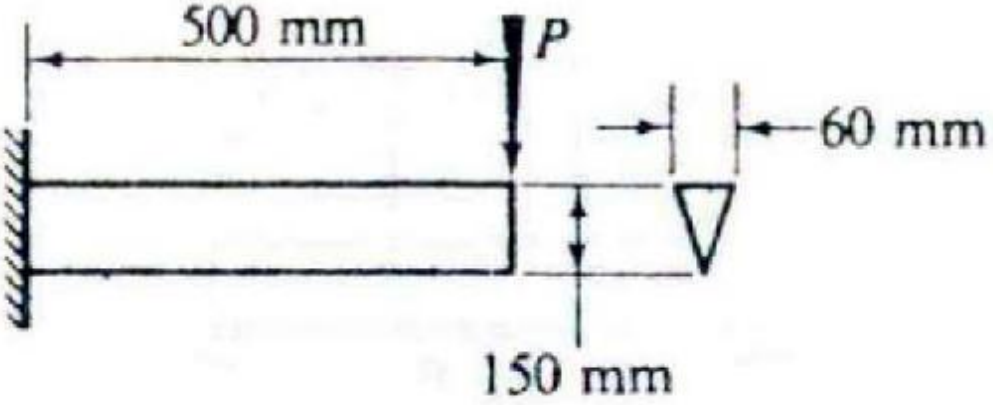




٤- یک تیر بتن مسلح با مقطع نشان داده شده در شکل، تحت تاثیر لنگر خمشی مثبت ۱۱ کیلونیوتن متر قرار دارد. مطلوب است تعیین حداکثر تنش فشاری در بتن و حداکثر تنش کششی در فولاد. مدول الاستیسیته فولاد را ۱۳ برابر مدول الاستیسیته بتن در نظر بگیرید.

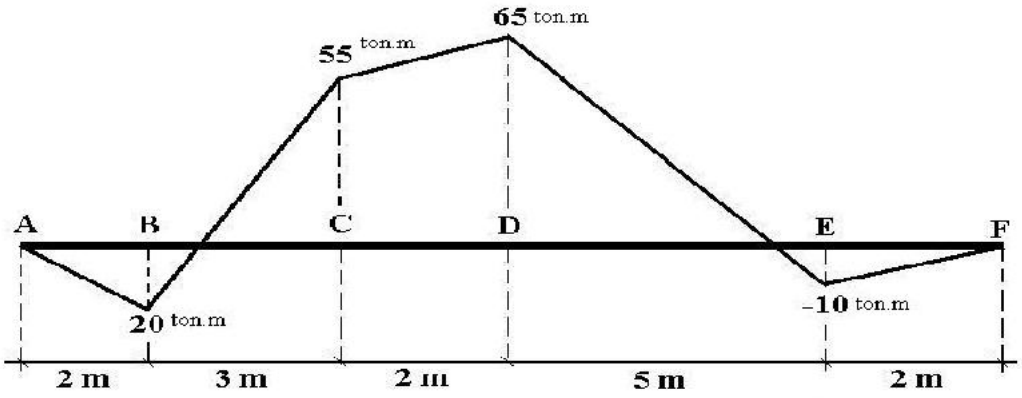


٥- مطلوب است تعیین حداکثر تنش خمشی در مقطعی به فاصله ۲۵۰ میلیمتر از تکیه گاه یک تیر طره‌ای که مطابق شکل بارگذاری شده است. نتایج را در روی یک جزء کوچک در امتداد تیر نشان دهید. وزن تیر تقریبا ۳۵۰ نیوتن بر متر و P مساوی ٤٥٠ نیوتن میباشد.

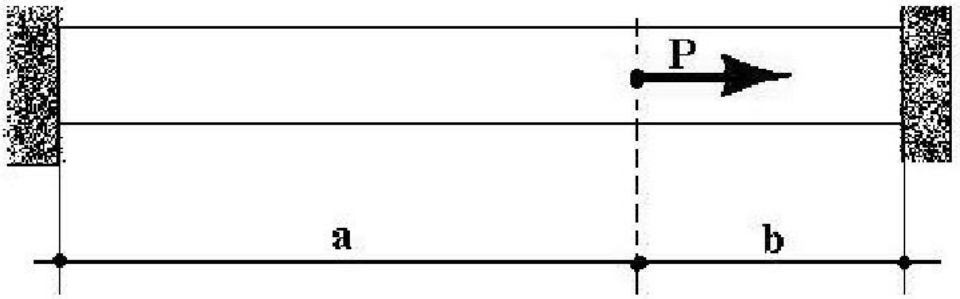


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۱- نمودار لنگر خمشی تیری مطابق شکل است، بارگذاری تیر و نمودار برش را مشخص کنید.

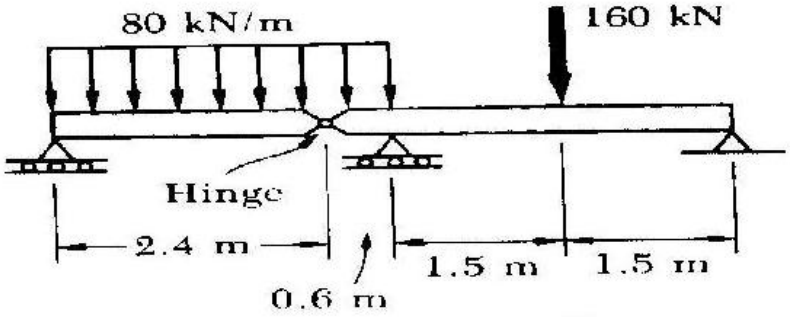


۲- مطلوب است تعیین واکنشهای تکیه‌گاهی میلهٔ نشان داده شده‌درشکل‌ورسم‌دیاگرام تغییرات نیروی محوری در طول تیر.
سطح مقطع میله ثابت و رابطهٔ تنش-کرنش برای مصالح میله بصورت $\sigma = K\varepsilon^3$ می‌باشد که در آن K ضریب ثابتی است.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

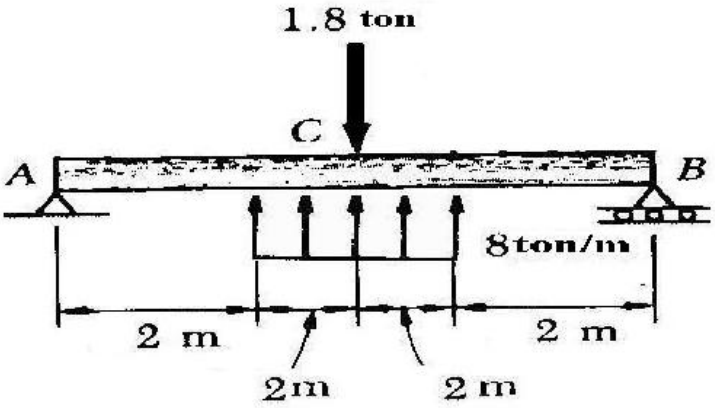
۱- یک مقطع مربع مناسب برای سازهٔ زیر با فرض تنش مجاز ۱۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بدست آورید.(برای حل مسئله تنها کنترل خمش را در نظر بگیرید.)

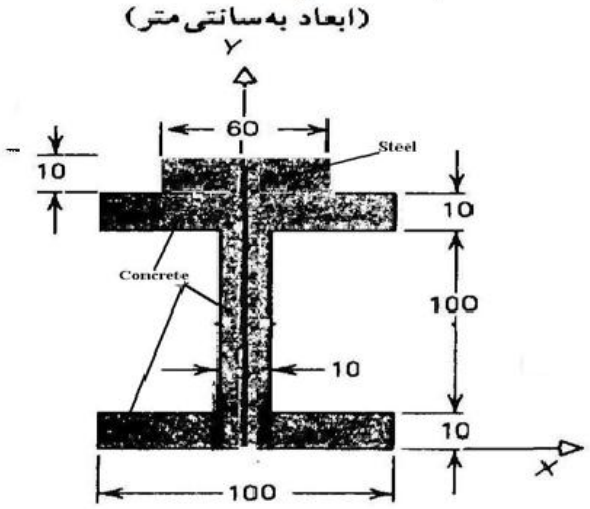


۲- مقطع I شکل بتنی را با یک ورق فولادی تقویت نموده‌ایم.اگر تنش مجاز بتن ۱۵۰ و برای فولاد ۱۵۰۰ کیلو گرم بر سانتیمترمربع و نسبت مدول الاستیسیتهٔ فولاد به بتن ۱۰ باشد، تیر داده شده در زیر را برای تنشهای ناشی از خمش کنترل نمائید.

(ب) برای مقطعی در محل ممان حداکثر توزیع تنش را رسم کنید.

(ج) برای اینکه مقطع بتنی در هیچ نقطه‌ای تحت اثر تنشهای کششی قرار نگیرد چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟ در صورت لزوم ابعاد مقطع پیشنهادی خود را ارائه کنید و برای مقطع جدید توزیع تنش را رسم کنید.





PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

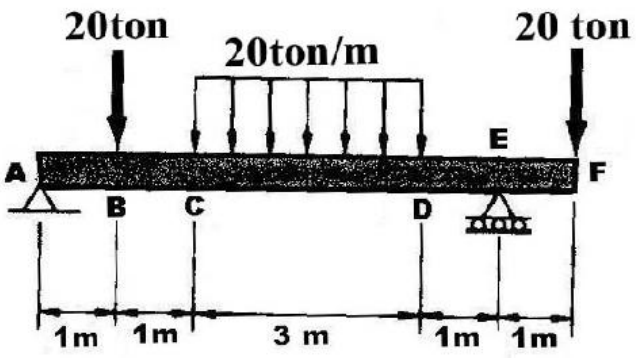
۴- با فرض چسبندگی کامل بین بتن و فولاد در مقطع داده شده:

(الف) مقطع مرکب زیر را برای تنشهای کششی و فشاری ناشی از خمش کنترل نمائید.

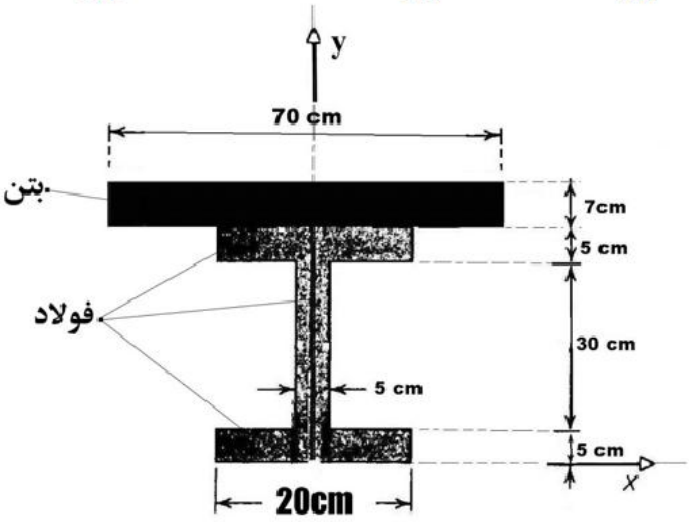
(ب) توزیع تنش و کرنش را در نقطهٔ با ممان حداکثر وهمچنین برای تکیه‌گاه E رسم نمائید.

(ج) اگر مقطع داده شده جوابگو نمی‌باشد، نقطهٔ ضعف آن چیست؟راه حلهای خود را برای بهبود وضعیت تیر ارائه نمایید؟

تنش مجاز فولاد در کشش و فشار $1600\frac{kg}{cm^2}$ ، تنش مجاز فشاری بتن $140\frac{kg}{cm^2}$ و تنش مجاز کششی آن $50\frac{kg}{cm^2}$ می‌باشد. $E_{st} = 2.1*10^6\ \frac{kg}{cm^2}$ و $E_c = 2.1*10^5\ \frac{kg}{cm^2}$



مقطع طولی



مقطع عرضی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۲- مقطع I شکل چوبی را با یک ورق فولادی و یک لایه بتن تقویت نموده‌ایم. با فرض چسبندگی کامل بین بتن،چوب و فولاد در مقطع داده شده، پس از رسم نمودار برش وممان تیر :

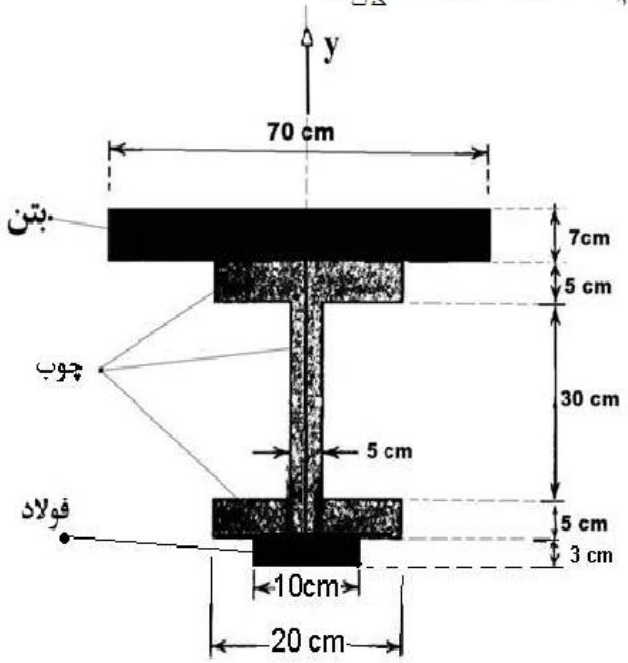
(الف) مقطع مرکب زیر را بطور کامل برای تنشهای کششی و فشاری ناشی از خمش کنترل نمائید.(برای ممان مثبت و منفی ماکزیمم)

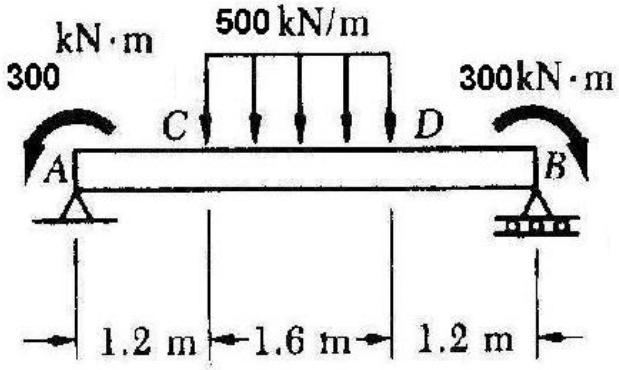
(ب) توزیع تنش و کرنش را برای نقطهٔ با ممان مثبت و منفی حداکثر رسم نمائید.

(ج) اگر مقطع داده شده جوابگو نمی‌باشد دقیقاً علت را مشخص کرده و بهترین راه حل رفع مشکل را پیشنهاد کنید؟ در صورت لزوم ابعاد مقطع پیشنهادی خود را ارائه کنید و برای مقطع جدید توزیع تنش را رسم کنید.

تنش مجاز فولاد در کشش و فشار $2250\frac{kg}{cm^2}$ ، تنش مجاز فشاری بتن $180\frac{kg}{cm^2}$ و تنش مجاز کششی آن $50\frac{kg}{cm^2}$ و تنش مجاز فشاری چوب $400\frac{kg}{cm^2}$ و تنش مجاز کششی آن $150\frac{kg}{cm^2}$ می‌باشد.

$E_{st} = 2.04*10^6\ \frac{kg}{cm^2}$ و $E_{بتن} = 2.4*10^5\ \frac{kg}{cm^2}$ و $E_{چوب} = 1.2*10^5\ \frac{kg}{cm^2}$



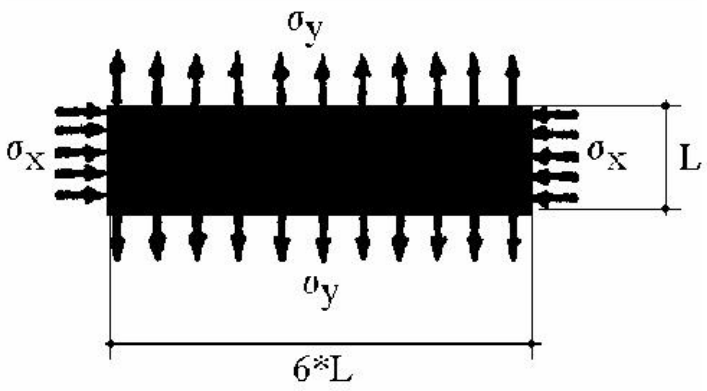


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۵- یک ورق فولادی به ابعاد $6L \times L$ و به ضخامت $\frac{L}{10}$ ، تحت تاثیر تنشهای گستردهٔ یکنواخت نشان داده شده در شکل قرار دارد. اگر $P_X = 500KN$ و $P_y = 600KN$ و $L = 15cm$ باشد:

الف- ابعاد ورق جدید را حساب کنید.

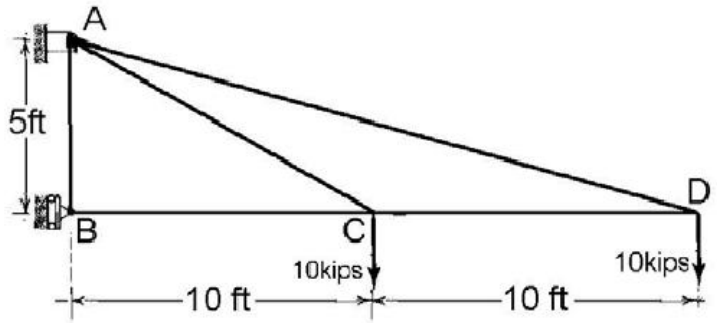
ب- چه نیرویی در امتداد ضخامت ورق(P_z) باید وارد کنیم تا تغییری در ضخامت ورق حاصل نشود.



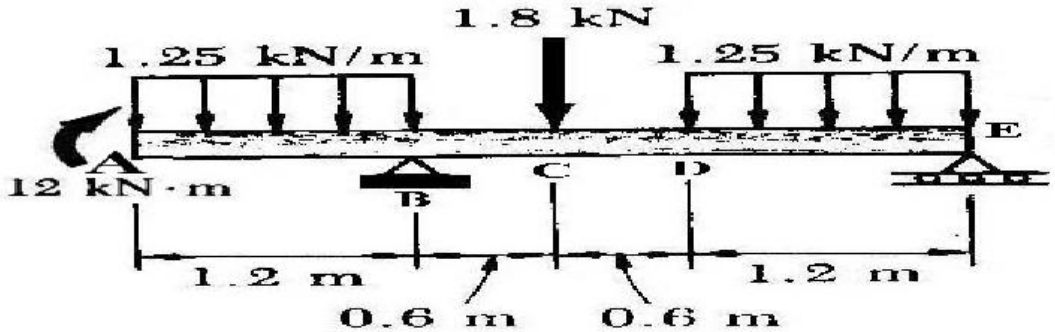
۶- در خرپای نشان داده شده میله‌های AC و AD از یک نوع آلیاژ فلزی ساخته شده‌اند. با دانستن اینکه قطر AC برابر 1 in بوده و بار نهایی قابل تحمل آن 75 kips است، مطلوب است تعیین:

(الف)- مقدار ضریب اطمینان برای AC

(ب)- قطر لازم برای AD ، در صورتیکه ضریب اطمینان هر دو میله یکسان باشد.

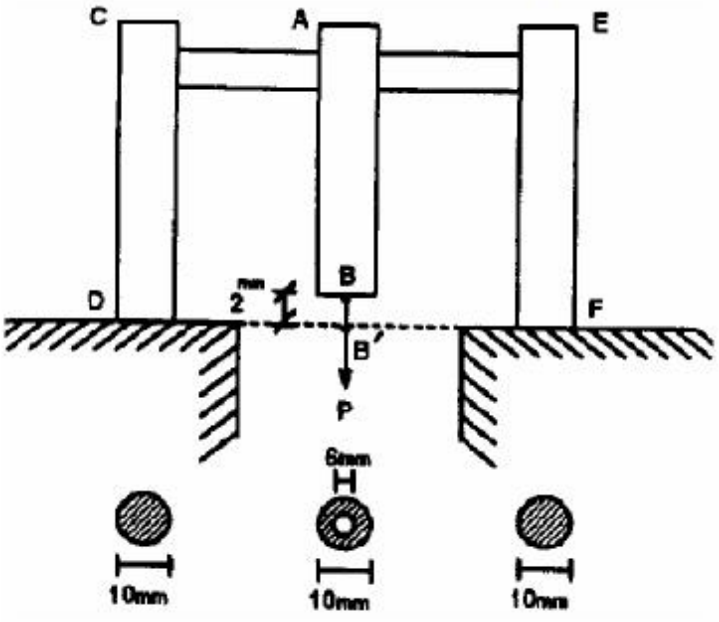


۲- با استفاده از روش جمع زدن مساحت‌ها، مطلوب است رسم نمودار نیروی برشی ولنگر خمشی برای تیر نشان داده شده در شکل (۱/۷۵ نمره)

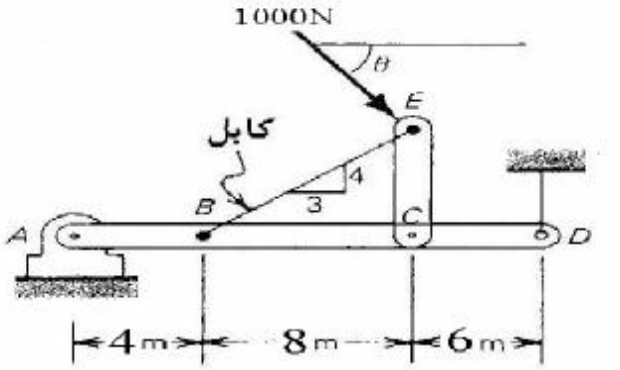


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

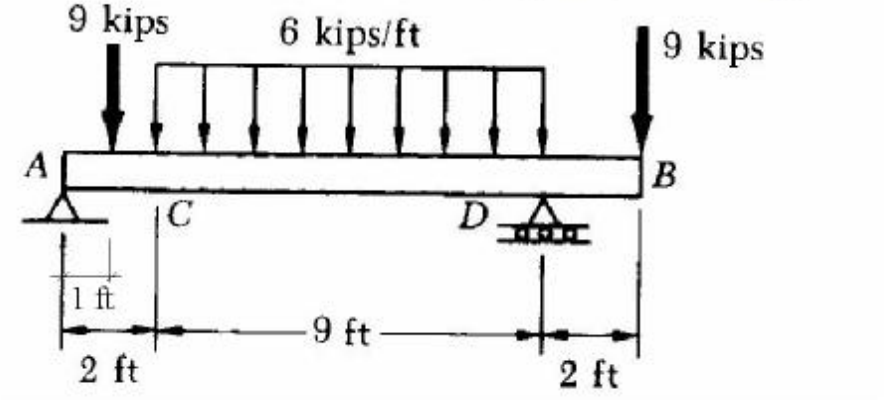
۲- سیستم زیر دارای ۲ میلهٔ فولادی CD و EF با مدول الاستیسیتهٔ $E_{st} = 2*10^5 MPa$ با سطح مقطع دایره‌ای توپر به قطر ۱۰ میلیمتر و میلهٔ آلومینیومی AB با مدول الاستیسیتهٔ $E_{AL} = 8*10^4 MPa$ با سطح مقطع دایره‌ای توخالی با قطر داخلی ۶ و قطر خارجی ۱۰ میلیمتر می‌باشد. با توجه با اینکه اتصال (عضو) CAE بی نهایت صلب است، مقدار P را در حالتی که B به B' برسد، تعیین کنید.



۲- در قاب نشان داده شده در شکل، مقدار نیروهای مؤثر بر عضو AD چقدر می‌باشد؟ θ را برابر ۳۰ درجه در نظر بگیرید.

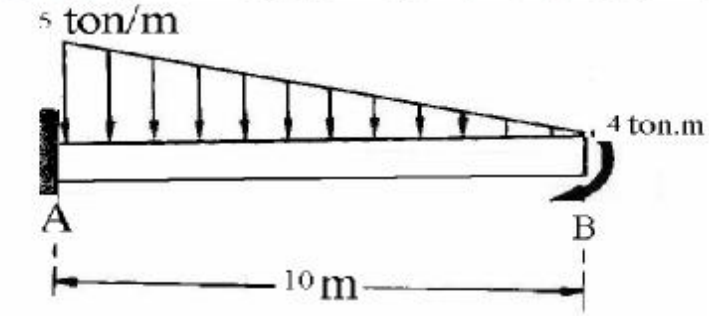


٦- با استفاده از روش جمع زدن، مطلوب است رسم نمودار نیروی برشی ولنگر خمشی برای تیر نشان داده شده در شکل.محل و مقدار برش و ممان حداکثر را تعیین کنید.

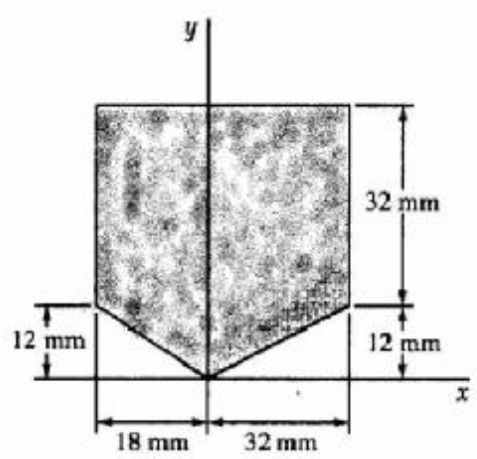


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

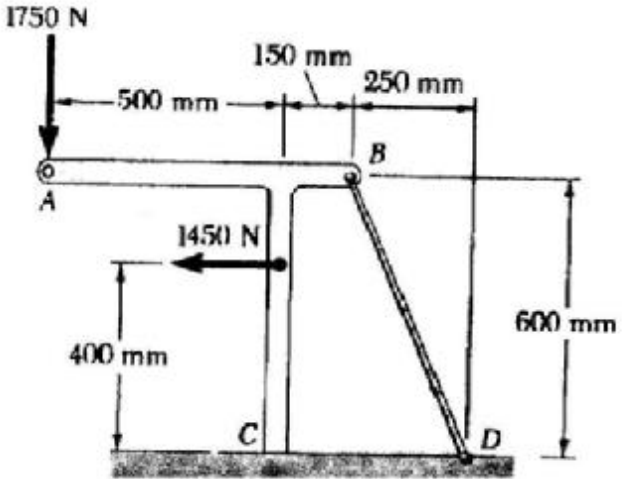
۴- با استفاده از روش مقطع معادلات نیروی برشی و گشتاور خمشی تیر داده شده را نوشته و با استفاده از آنها دیاگرام تغییرات برش و خمش را رسم نموده و محل و مقدار برش و ممان ماکزیمم را تعیین کنید.



۵- مرکز سطح شکل داده شده را تعیین کنید.

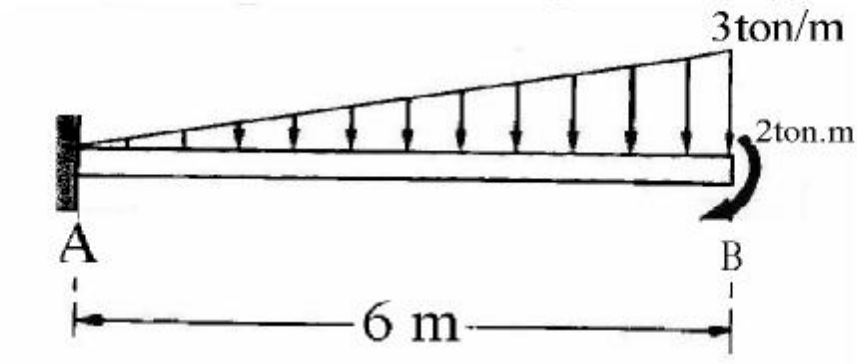


۳- گسترهٔ مقادیر مجاز کشش در سیم **BD** را طوری تعیین کنید که بزرگی گشتاور در تکیه‌گاه ثابت **C** از **200N.m** تجاوز نکند.

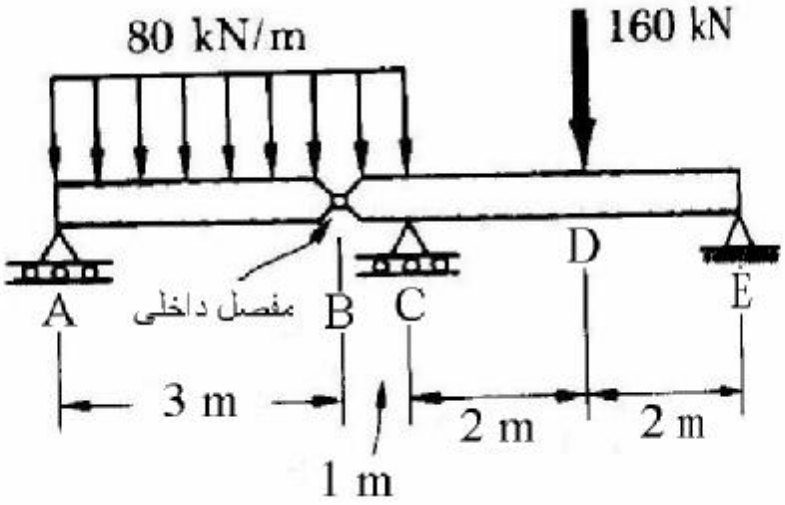


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۲- با استفاده از روش مقطع،الف) مطلوب است تعیین معادلات نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیر داده شده در شکل ب) دیاگرام تغییرات برش و ممان را با استفاده از معادلاتی که در مرحله قبل بدست آورده‌اید رسم نموده، محل و مقدار برش و ممان حداکثر را تعیین کنید.



۳- با استفاده از روش جمع زدن مساحت ها، دیاگرام تغییرات نیروی برشی و گشتاور خمشی تیر داده شده در شکل را رسم نمایید.



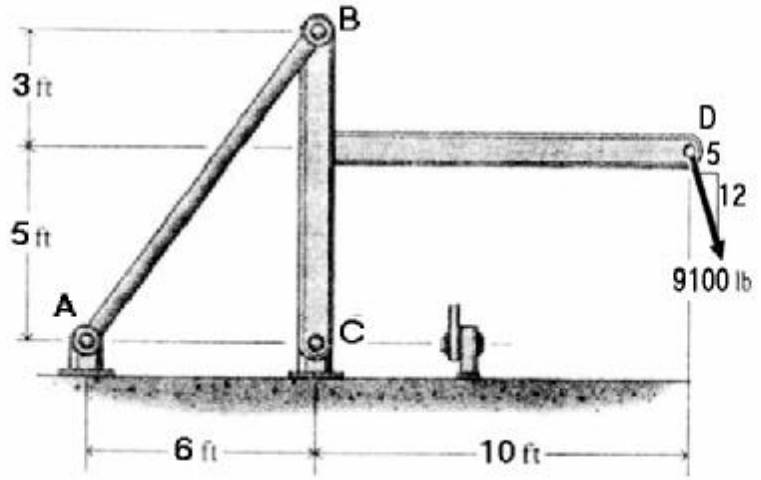
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۴- در سازه داده شده، اگر قطر میله دایره‌ای AB برابر با ۱٫۷۵اینچ و قطر پین موجود در نقطهٔ C برابر با ۱٫۵ اینچ باشد، مطلوب است:

الف- تنش محوری در عضو AB

ب- تنش برشی در پین C

ج- تغییر طول عضو AB، با فرض $E = 29000Ksi$



۴- در سیستم داده شده در شکل زیر، میلهٔ AE آلومینیومی($E = 10600Ksi$ ، $L = 24in$ ، $d = \frac{1}{2}in$ ، $\sigma_{all} = 40Ksi$) و میلهٔ CF فولادی($E = 30000Ksi$ ، $L = 18in$ ، $d = \frac{3}{4}in$ ، $\sigma_{all} = 50Ksi$) میباشند.

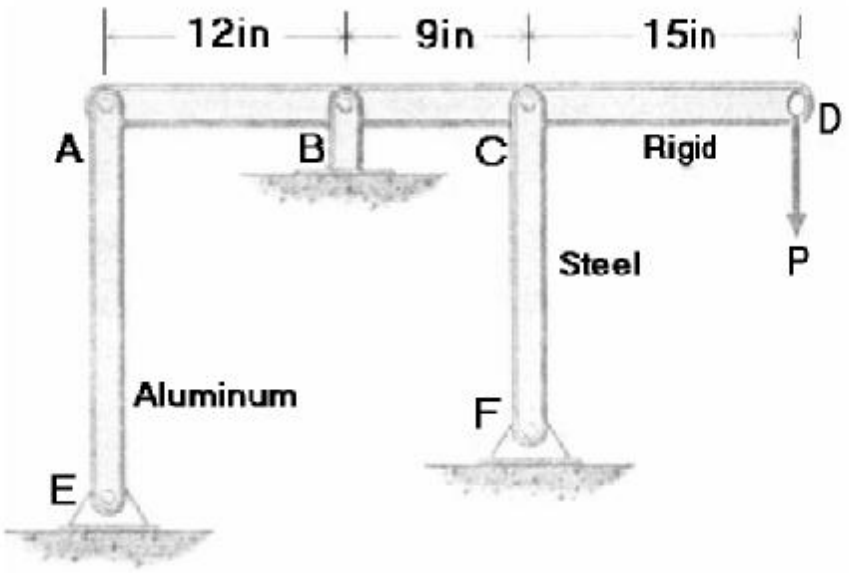
قطر پین یک برشهٔ B برابر با $\frac{3}{4}$ اینچ و تنش برشی مجاز آن $25Ksi$ است.

مطلوب است:

الف- رسم نمودار تغییرات σ_{AE}، σ_{CF} و τ_B بر حسب P ($0 \le P \le 10kips$)

ب- رسم نمودار تغییرات δ_{AE} و δ_{CF} بر حسب P ($0 \le P \le 10kips$)

ج- حداکثر بار P قابل حمل توسط سیستم چقدر است؟



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

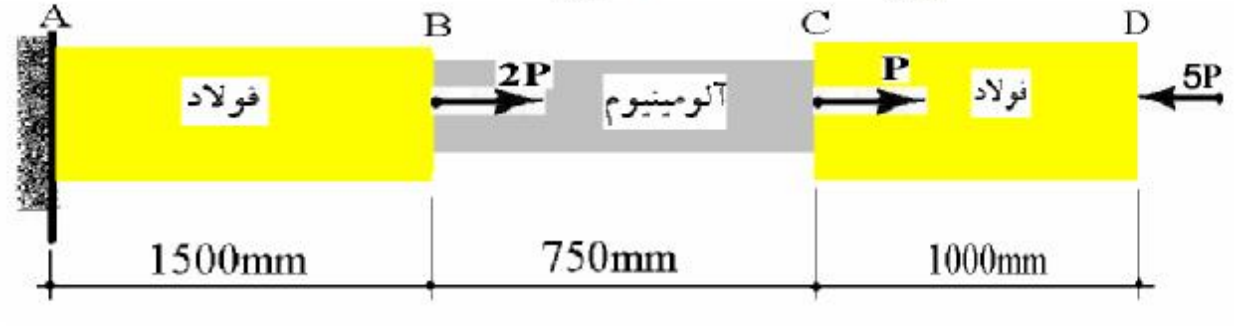
۱- سه عدد میله مطابق شکل تحت تاثیر نیروهای نشان داده شده قرار گرفته‌اند. مقطع قسمتهای فولادی دایره توپری به قطر ۲۴ میلیمتر و مقطع قسمت آلومینیومی دایره توپری به قطر ۱۶ میلیمتر می‌باشد.

الف- اگر مقدار نیروی P برابربا ۱۰۰۰ نیوتن باشد، تنش در قسمتهای مختلف را محاسبه کرده و پس از محاسبه تغییر طول قسمتهای مختلف، کرنش در قسمتهای مختلف را محاسبه و سپس تغییر طول کلی سیستم را محاسبه کنید.

ب- مقدار نیروی P را طوری محاسبه کنید که تغییر طول کلی سیستم برابر صفر باشد.

برای هر دو حالت رسم نمودار تغییرات نیروی محوری، تنش و کرنش در طول میله الزامی است.

$$E_{st} = 2*10^5 \frac{N}{mm^2} \quad \text{و} \quad E_{AL} = 0.7*10^5 \frac{N}{mm^2}$$



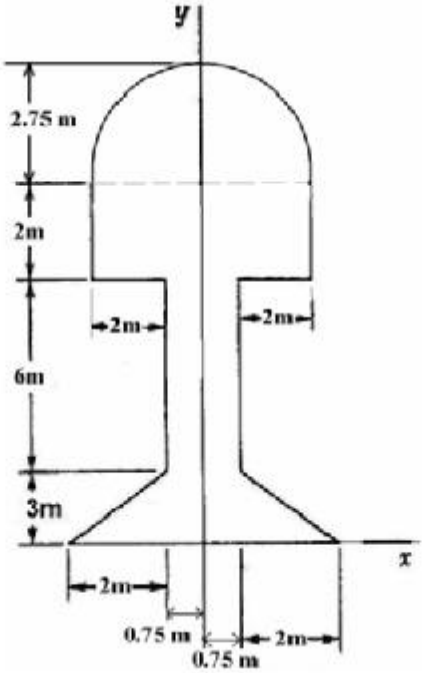
۴- برای سطح داده شده در شکل زیر مطلوب است:

الف- محاسبه ممان اینرسی حول محور x

ب- محاسبه مرکز سطح

ج- با استفاده از قضیه محورهای موازی و نتایج بدست آمده قبلی، ممان اینرسی مقطع را حول محور مرکز سطحی (x') محاسبه کنید.

د- شعاع ژیراسیون حول محور x و همچنین حول محور مرکز سطحی (x') چقدر است؟



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com