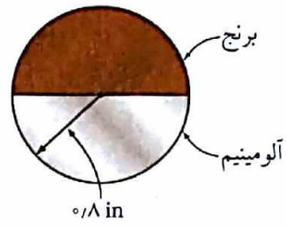
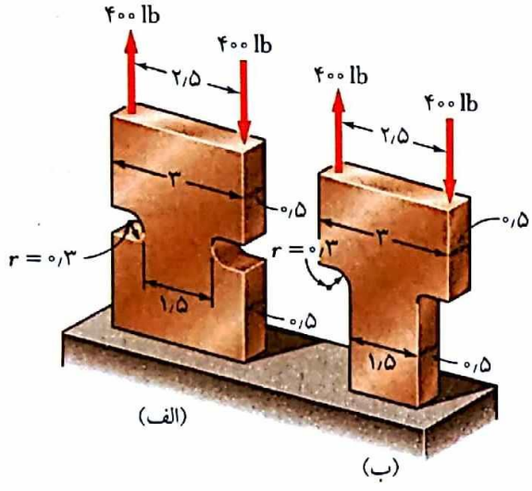
۴-۲۱۲ و ۴-۲۱۳ برای تیرهای مرکب مسائل ۴-۲۱۰ و ۴-۲۱۱، گشتاور خمشی مجاز را هنگامی که تیر حول محور عمودی آن خم می‌شود بدست آورید.

۴-۲۱۴ تیر مرکبی که در شکل می‌بینید از اتصال یک میله برنجی و یک میله آلومینیمی با مقطع نیمدایره ساخته شده است. مدول الاستیسیته برای برنج 15×10^6 psi و برای آلومینیم 10×10^6 psi است. چنانچه این تیر مرکب توسط گشتاور خمشی 8 kip·in حول محور افقی خود خم شود، (الف) بیشترین تنش در برنج، و (ب) در آلومینیم را بدست آورید.

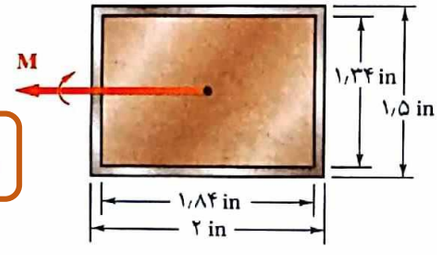


شکل مسئله ۴-۲۱۴

۴-۲۱۵ بیشترین تنش در هر یک از عضوهایی را که در شکل می‌بینید تعیین کنید. (اندازه‌ها به اینچ است.)



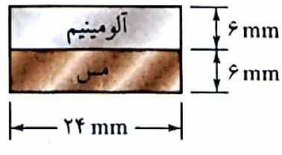
شکل مسئله ۴-۲۱۵



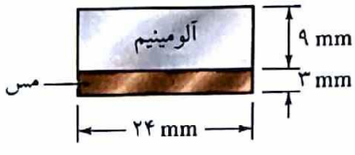
شکل مسئله ۴-۲۱۶

۴-۲۱۶ به منظور افزایش مقاومت خوردگی یک میله فولادی، لایه‌ای به ضخامت 0.08 in از جنس آلومینیم بر روی آن کشیده‌اند. مدول الاستیسیته برای فولاد 29×10^6 psi و برای آلومینیم 10.4×10^6 psi است. چنانچه گشتاور خمشی $M = 12$ kip·in به این میله وارد شود، (الف) بیشترین تنش در فولاد، (ب) بیشترین تنش در آلومینیم، و (ب) شعاع انحناء میله را بدست آورید.

۴-۲۱۷ و ۴-۲۱۸ برای ساخت یک میله مرکب، از یک تسمه مسی ($E_c = 105$ GPa) و یک تسمه آلومینیمی ($E_a = 75$ GPa) استفاده کرده‌ایم. چنانچه این میله توسط گشتاور 35 N·m حول محور افقی آن خم شود، بیشترین تنش ایجاد شده در (الف) تسمه آلومینیمی، و (ب) تسمه مسی را بدست آورید.



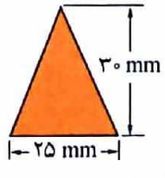
شکل مسئله ۴-۲۱۷



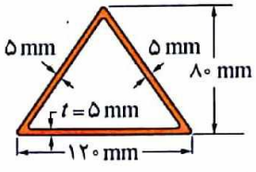
شکل مسئله ۴-۲۱۸

مسائل مربوط به بخشهای ۴-۸ تا ۴-۱۱:

۴-۲۱۹ و ۴-۲۲۰ برای تیرهایی که سطح مقطع آنها را در شکل می‌بینید، گشتاور خمشی پلاستیک M_p حول محور افقی را با این فرض که از یک ماده الاستوپلاستیک با استحکام تسلیم 175 MPa باشند تعیین کنید.

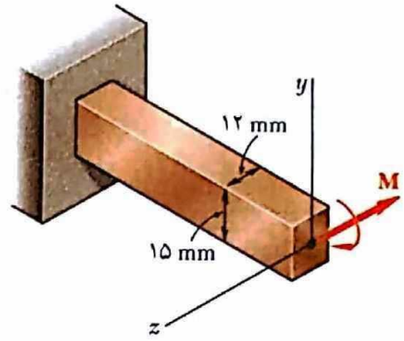


شکل مسئله ۴-۲۱۹



شکل مسئله ۴-۲۲۰

۴-۲۲۱ میله‌ای با سطح مقطع چهارگوش از فولادی با استحکام تسلیم $\sigma_Y = ۳۲۰\ \text{MPa}$ و مدول الاستیسیته $E = ۲۰۰\ \text{GPa}$ که می‌توان آن را الاستوپلاستیک فرض کرد ساخته شده است. کوپل خمشی **M** موازی با محور z به این میله وارد می‌شود. مقدار گشتاور خمشی M را به گونه‌ای تعیین کنید که (الف) در میله تسلیم رخ دهد، و (ب) ناحیه‌های پلاستیک به ضخامت ۵ mm در بالا و پایین آن ایجاد شود.

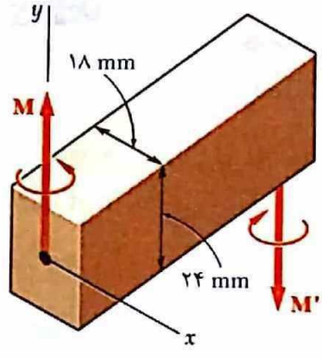


شکل مسئله ۴-۲۲۱

۴-۲۲۲ مسئله ۴-۲۲۱ را با این فرض که کوپل **M** موازی با محور y است، حل کنید.

۴-۲۲۳ یک میله توپُر با سطح مقطع مربع به ضلع ۰٫۷۵ in از یک فولاد الاستوپلاستیک با مدول الاستیسیته $E = ۲۹ \times ۱۰^۶\ \text{psi}$ و استحکام تسلیم $\sigma_Y = ۴۰\ \text{ksi}$ ساخته شده است. چنانچه کوپل ۴ kip·in حول محوری موازی با یکی از اضلاع مقطع میله به آن وارد شود، بیشترین تنش ایجاد شده در میله و شعاع انحناء ناشی از آن را تعیین کنید.

۴-۲۲۴ میله منشوریی که در شکل می‌بینید از یک فولاد الاستوپلاستیک با مدول الاستیسیته $E = ۲۰۰\ \text{GPa}$ و استحکام تسلیم $\sigma_Y = ۲۸۰\ \text{MPa}$ ساخته شده است. چنانچه کوپلهای **M** و **M′** با گشتاور خمشی ۵۲۵ N·m حول محورهای موازی با محور y به آن وارد شوند، (الف) ضخامت هسته الاستیک، و (ب) شعاع انحناء میله را بدست آورید.



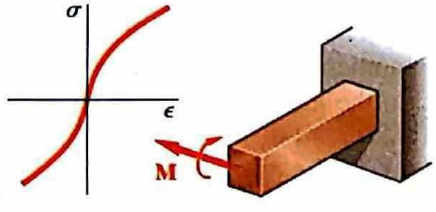
شکل مسئله ۴-۲۲۴

۴-۲۲۵ مسئله ۴-۲۲۴ را با این فرض که کوپلهای **M** و **M′** حول محورهای موازی با محور x به میله وارد شوند حل کنید.

۴-۲۲۶ یک میله توپُر با سطح مقطع مربع به ضلع ۰٫۵ in از یک فولاد الاستوپلاستیک با مدول الاستیسیته $E = ۲۹ \times ۱۰^۶\ \text{psi}$ و استحکام تسلیم $\sigma_Y = ۴۲\ \text{ksi}$ ساخته شده است. چنانچه کوپل **M** حول محوری موازی با یکی از اضلاع مقطع میله به آن وارد شود، مقدار گشتاور خمشی M را برای آنکه شعاع انحناء میله (الف) ۵ ft، و (ب) ۲ ft شود، بدست آورید.

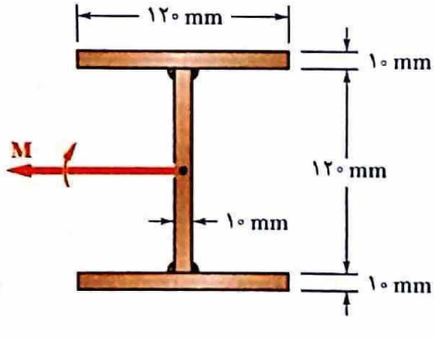
۴-۲۲۷ یک میله منشوری با سطح مقطع چهارگوش از آلیاژی ساخته شده است که نمودار «تنش-کرنش» آن را می‌توان با رابطه $\epsilon = k\sigma^۳$ نمایش داد. اگر کوپل **M** به این میله وارد شود، نشان دهید که بیشترین تنش ایجاد شده در آن برابر است با:

$$\sigma_m = \frac{۷}{۹}\frac{Mc}{I}$$



شکل مسئله ۴-۲۲۷

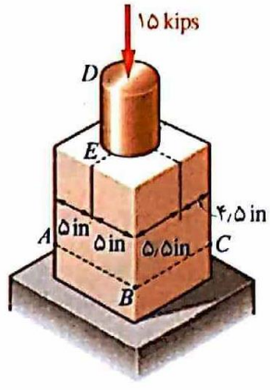
۴-۲۲۸ برای ساختن تیری که در شکل می‌بینید، سه ورق فولادی ۱۰ mm × ۱۲۰ mm را به یکدیگر جوش داده‌ایم. با فرض الاستوپلاستیک بودن فولاد و $E = ۲۰۰\ \text{GPa}$ و $\sigma_Y = ۳۰۰\ \text{MPa}$، (الف) گشتاور خمشی **M** را برای آنکه ضخامت ناحیه پلاستیک در بالا و پایین تیر به ۴۰ mm برسد محاسبه کنید، و (ب) شعاع انحناء تیر را در این حالت بدست آورید.



شکل مسئله ۴-۲۲۸

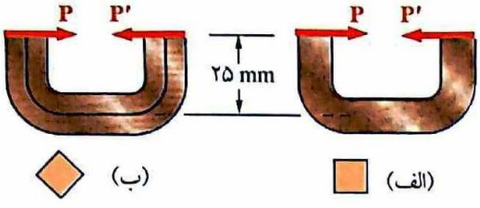
مسائل مربوط به بخش ۴-۱۲ :

۴-۲۲۹ پایه DE توسط یک ستون کوتاه با ابعاد 10×10 in نگهداری می‌شود. در مقطع ABC که به اندازه کافی از سر ستون فاصله دارد، تنش در (الف) گوشه A، و (ب) گوشه C را تعیین کنید.



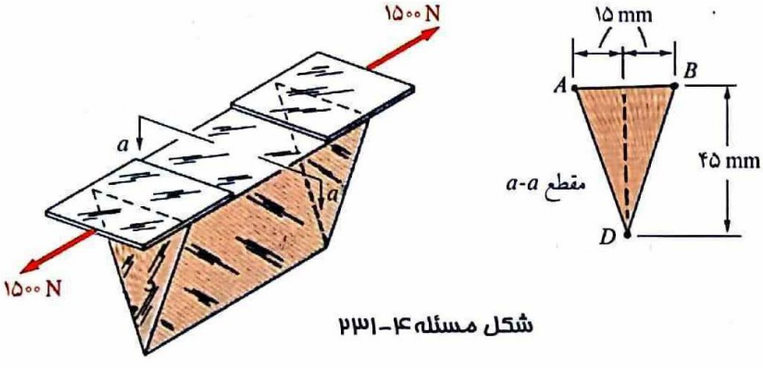
شکل مسئله ۴-۲۲۹

۴-۲۳۰ قطعاتی از یک میله چهارگوش با سطح مقطع 12×12 mm را به گونه‌ای که در شکل می‌بینید، برای ساختن اجزایی از یک ماشین خم کرده‌ایم. چنانچه تنش مجاز ۱۲۰ MPa باشد، بیشترین باری را که می‌توان به هر یک از این اجزاء وارد کرد پیدا کنید.



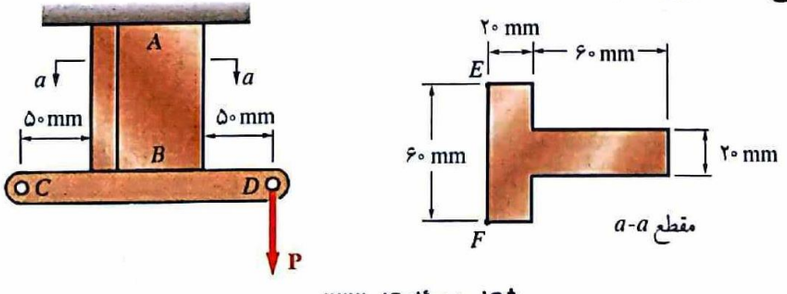
شکل مسئله ۴-۲۳۰

۴-۲۳۱ دو ورق نازک از جنس پشم شیشه به گونه‌ای که در شکل می‌بینید به وجه افقی یک منشور پلاستیکی چسبانده شده‌اند. برای بارهای وارد به این ورقها، (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه D، و (ج) مکان محور خنثی را تعیین کنید.



شکل مسئله ۴-۲۳۱

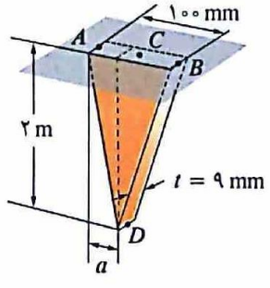
۴-۲۳۲ چنانچه تنش مجاز در مقطع $a-a$ از آویزی که در شکل می‌بینید برابر ۱۵۰ MPa باشد، (الف) بیشترین نیروی $\mathbf{P}$ را که می‌توان به نقطه D وارد کرد بدست آورید، و (ب) مکان محور خنثی در مقطع $a-a$ را پیدا کنید.



شکل مسئله ۴-۲۳۲

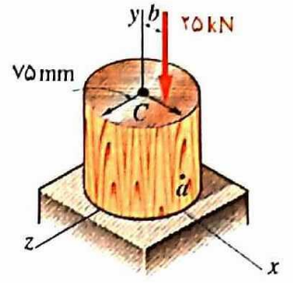
۴-۲۳۳ مسئله ۴-۲۳۲ را با این فرض که نیروی $\mathbf{P}$ به جای نقطه D به نقطه C وارد شود، حل کنید.

۴-۲۳۴ همانگونه که در شکل می‌بینید، ورق سه گوش فولادی ABD که دارای ضخامت یکنواخت است، از یک صفحه افقی آویزان شده. چنانچه چگالی فولاد $7850\ kg/m^3$ باشد، تنشهای عمودی در نقاط A و B را برای (الف) $a = 50$ mm، (ب) $a = 25$ mm و (ج) $a = 0$ mm بدست آورید.

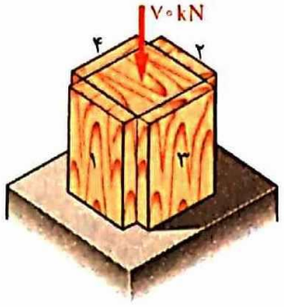


شکل مسئله ۴-۲۳۴

۴ - ۲۳۵ همانگونه که در شکل می‌بینید، بار محوری ۲۵ kN به یک ستون کوتاه چوبی وارد می‌شود. تنش ایجاد شده در نقطه a را برای (الف) $b = 0$، (ب) $b = 38$ mm و (ج) $b = 75$ mm تعیین کنید.



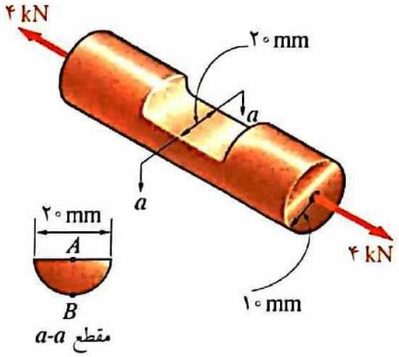
شکل مسئله ۴-۲۳۵



شکل مسئله ۴-۲۳۶

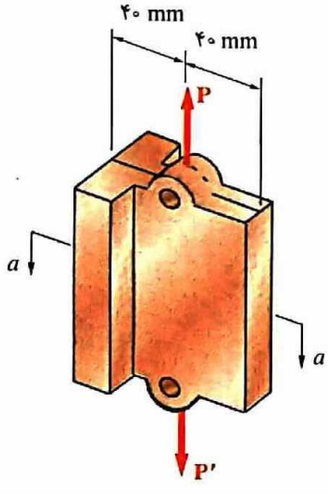
۴ - ۲۳۶ برای تقویت یک ستون کوتاه چوبی با ابعاد ۱۰۰ mm × ۱۰۰، چهار تخته ۱۰۰ mm × ۲۵ را به وسیله میخ به آن متصل کرده‌ایم. چنانچه بار محوری مرکزی ۷۰ kN به این ستون وارد شود، تنش فشاری ایجاد شده در ستون را در هر یک از حالتهای زیر بدست آورید: (الف) هر چهار تخته به ستون متصلند، (ب) تخته ۱ را برداشته‌ایم، (ج) تخته‌های ۱ و ۲ را برداشته‌ایم، (د) تخته‌های ۱، ۲ و ۳ را برداشته‌ایم، و (ه) هر چهار تخته را برداشته‌ایم.

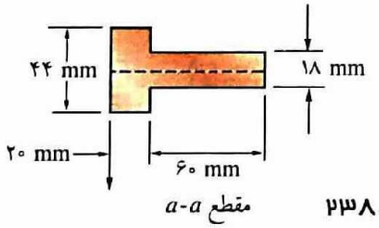
۴ - ۲۳۷ همانگونه که در شکل می‌بینید، نیمی از قطر میله ۲۰ mm را در امتداد طولی آن تراشیده‌ایم. چنانچه نیروی محوری مرکزی ۴ kN به دو سر این میله وارد شود، (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B و (ج) مکان محور خنثی سطح مقطع $a-a$ را پیدا کنید.



شکل مسئله ۴-۲۳۷

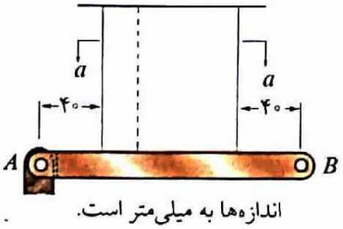
۴ - ۲۳۸ چنانچه تنش مجاز برای قطعه‌ای که در شکل می‌بینید برابر ۹۰ MPa باشد، بزرگترین نیروی **P** را که می‌توان به این قطعه وارد کرد پیدا کنید.

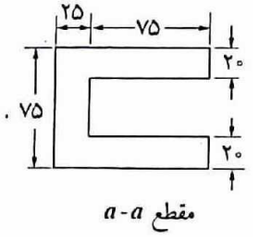




شکل مسئله ۴-۲۳۸

۴ - ۲۳۹ همانگونه که در شکل می‌بینید، یک میله عمودی در نقطه A به یک آویز چدنی متصل شده است. چنانچه تنشهای مجاز کششی و فشاری در آویز، به ترتیب $\sigma_{all} = 35$ MPa و $\sigma_{all} = -85$ MPa باشد، بزرگترین نیروهایی را که به طرف پایین و بالا می‌توان به این میله وارد کرد پیدا کنید.

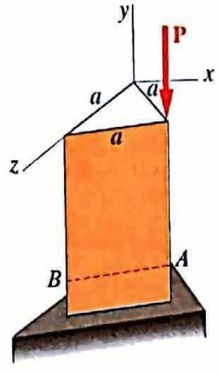




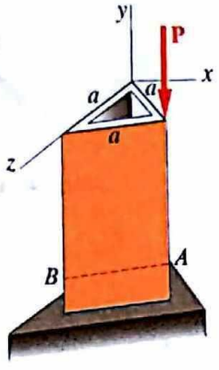
شکل مسئله ۴-۲۳۹

۴۴۰-۴ مسئله ۴-۲۳۹ را با این فرض که میله عمودی به نقطه B وصل شده باشد حل کنید.

۴۴۱-۴ سطح مقطع یک منشور توپُر، یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع a است. برای بارگذاری که در شکل می‌بینید، تنش در (الف) نقطه A و (ب) نقطه B را تعیین کنید.



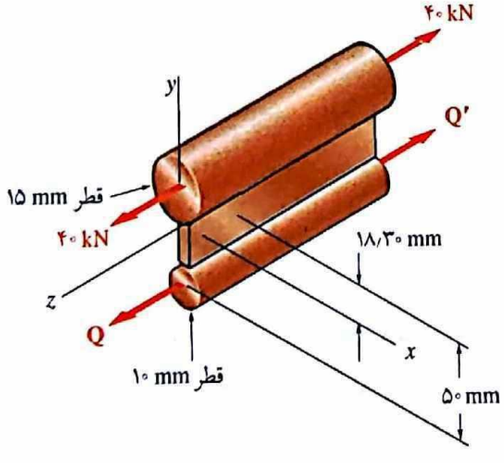
شکل مسئله ۴-۲۴۱



شکل مسئله ۴-۲۴۲

۴۴۲-۴ سطح مقطع یک منشور توخالی، یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع a و ضخامت t است. با این فرض که t در مقایسه با a کوچک باشد، تنش در (الف) نقطه A، و (ب) نقطه B را تعیین کنید.

۴۴۳-۴ همانگونه که در شکل می‌بینید، دو میله فولادی را به یک ورق فولادی به ضخامت ۲٫۵ mm جوش داده‌ایم. چنانچه نیروی $Q = ۲۰$ kN باشد، بیشترین تنش کششی مجاز در این قطعه را محاسبه کنید. (داده‌ها: $I_x = ۱۵۸ \times ۱۰^{-۹}$ m^۴).

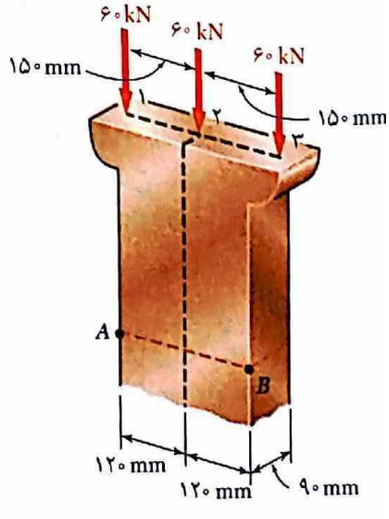


شکل مسئله ۴-۲۴۳

۴۴۴-۴ در مسئله ۴-۲۴۳، محدوده مقادیر بار Q را به گونه‌ای تعیین کنید که تنش کششی در قطعه از ۱۴۰ MPa فراتر نرود. (داده‌ها: $I_x = ۱۵۸ \times ۱۰^{-۹}$ m^۴).

۴۴۵-۴ تنش در نقاط A و B را برای شرایط زیر بدست آورید: (الف) اگر بارگذاری به گونه‌ای باشد که در شکل می‌بینید، و (ب) اگر بارهای ۶۰ kN تنها به نقاط ۱ و ۲ وارد شوند.

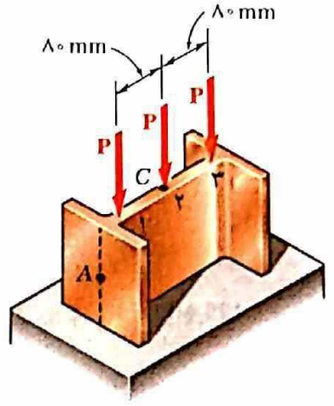
۴۴۶-۴ تنش در نقاط A و B را برای شرایط زیر بدست آورید: (الف) اگر بارگذاری به گونه‌ای باشد که در شکل می‌بینید، و (ب) اگر بارهای ۶۰ kN وارد به نقاط ۲ و ۳ حذف شوند.



شکل مسائل ۴-۲۴۵ و ۴-۲۴۶

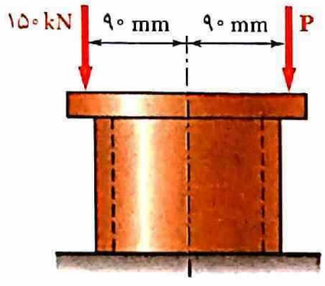
۴۷-۴ سه بار محوری $P = 50$ kN به انتهای یک تیر فولادی نورد شده W۲۰۰ × ۳۱٫۳ وارد می‌شود. تنش ایجاد شده در نقطه A را برای حالتهای زیر محاسبه کنید: (الف) هنگامی که بارگذاری به گونه‌ایست که در شکل می‌بینید، و (ب) هنگامی که بارها تنها به نقاط ۱ و ۲ وارد می‌شوند.

۴۸-۴ سه بار محوری $P = 50$ kN به انتهای یک تیر فولادی نورد شده W۲۰۰ × ۳۱٫۳ وارد می‌شود. تنش ایجاد شده در نقطه A را برای حالتهای زیر محاسبه کنید: (الف) هنگامی که بارگذاری به گونه‌ایست که در شکل می‌بینید، و (ب) هنگامی که بارها تنها به نقاط ۲ و ۳ وارد می‌شوند.



شکل مسائل ۴-۴۷ و ۴-۴۸

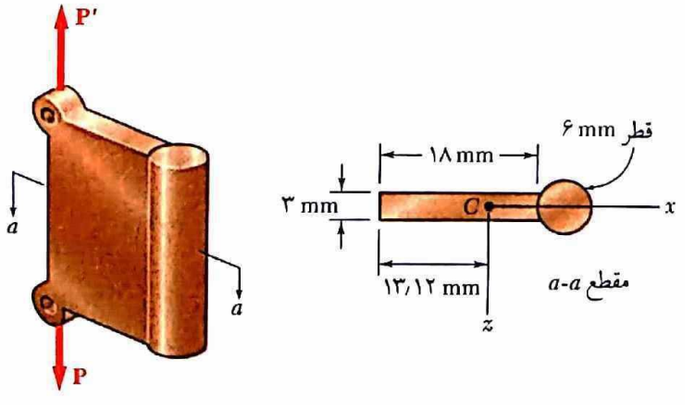
۴۹-۴ همانگونه که در شکل می‌بینید، دو نیرو به یک ورق صُلب که بر روی یک لوله فولادی به قطر خارجی ۱۴۰ mm و قطر داخلی ۱۲۰ mm قرار دارد وارد می‌شود. چنانچه تنش فشاری مجاز در لوله ۱۰۰ MPa باشد، محدوده مقادیر مجاز **P** را تعیین کنید.



شکل مسائل ۴-۴۹ و ۴-۵۰

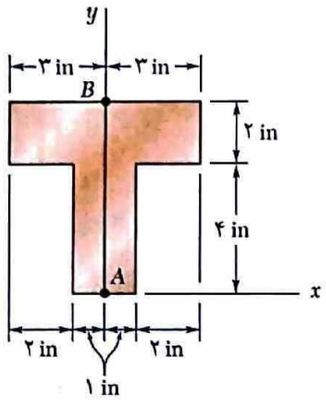
۵۰-۴ همانگونه که در شکل می‌بینید، دو نیرو به یک ورق صُلب که بر روی یک لوله فولادی به قطر خارجی ۱۴۰ mm و قطر داخلی ۱۲۰ mm قرار دارد وارد می‌شود. چنانچه بخواهیم تمام تنشها در لوله از نوع فشاری و کوچکتر از ۱۰۰ MPa باشد، محدوده مقادیر مجاز **P** را تعیین کنید.

۵۱-۴ برای ساخت قطعه‌ای از یک ماشین، یک میله فولادی را به یک ورق جوش داده‌ایم. چنانچه تنش مجاز فولاد ۱۳۵ MPa باشد، (الف) بیشترین نیروی **P** را که می‌توان به این نقطه وارد کرد بدست آورید، و (ب) مکان محور خنثی را تعیین کنید. داده‌ها: مرکز سطح مقطع در نقطه C و $I_z = 4195\ \text{mm}^4$ است.

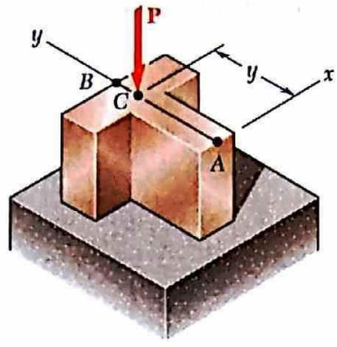


شکل مسئله ۴-۵۱

۵۲-۴ نیروی عمودی $P = 20$ kips به نقطه C واقع بر محور تقارن سطح مقطع یک ستون کوتاه وارد می‌شود. چنانچه $y = 5$ in باشد، (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B، و (ج) مکان محور خنثی را تعیین کنید.

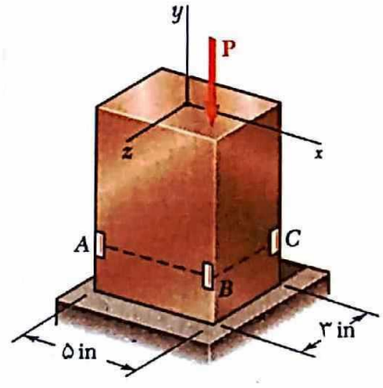


(ب)



(الف)

شکل مسائل ۴-۲۵۲ و ۴-۲۵۳



شکل مسئله ۴-۲۵۴

۴-۲۵۳ نیروی عمودی P به نقطه C واقع بر محور تقارن سطح مقطع یک ستون کوتاه وارد می‌شود. محدوده مقادیر y را به گونه‌ای تعیین کنید که تنشهای کششی در ستون ایجاد نشود.

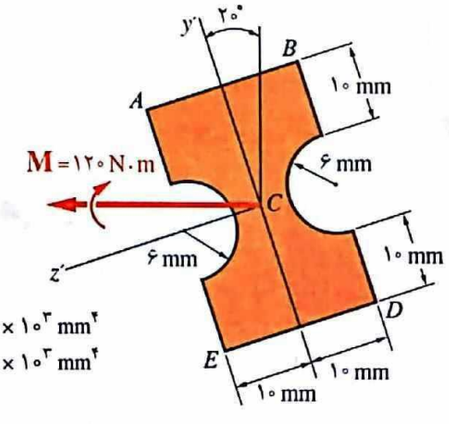
۴-۲۵۴ نیروی عمودی **P** به ستون فولادی کوتاهی که در شکل می‌بینید وارد می‌شود. کرنش‌سنج‌هایی که در نقاط A، B و C قرار داده‌ایم کرنشهای زیر را نشان می‌دهند:

$$\epsilon_A = -۵۰۰\,\mu \qquad \epsilon_B = -۱۰۰۰\,\mu \qquad \epsilon_C = -۲۰۰\,\mu$$

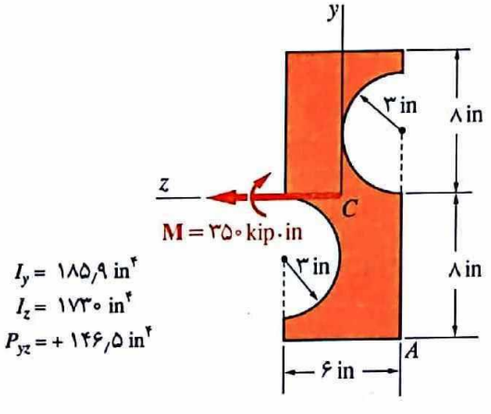
چنانچه $E = ۲۹ \times ۱۰^۶$ psi باشد، (الف) مقدار نیروی **P**، (ب) خط اثر نیروی **P**، و (ج) کرنش در گوشه پنهان D با مختصات $x = -۲٫۵$ in و $z = -۱٫۵$ in را پیدا کنید.

مسائل مربوط به بخشهای ۴-۱۳ و ۴-۱۴:

۴-۲۵۵ کوپل **M** در صفحه عمود، به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. (الف) زاویه‌ای که محور خنثی با صفحه افق می‌سازد را پیدا کنید، و (ب) بیشترین تنش کششی در تیر را بدست آورید.



شکل مسئله ۴-۲۵۵

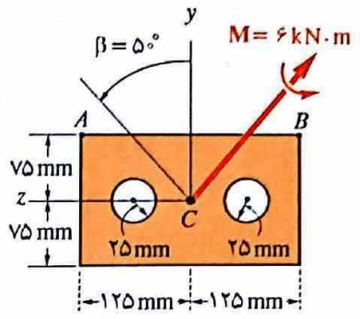


شکل مسئله ۴-۲۵۶

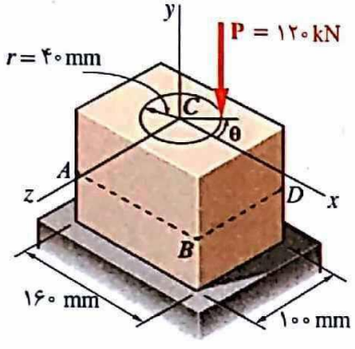
۴-۲۵۶ کوپل **M** در صفحه عمود، به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. تنش در نقطه A را بدست آورید.

۴-۲۵۷ کوپل **M** به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید، در صفحه‌ای که نسبت به راستای عمود زاویه β می‌سازد وارد می‌شود. (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B و (ج) زاویه‌ای که محور خنثی با صفحه افق می‌سازد را تعیین کنید.

۴-۲۵۸ همانگونه که در شکل می‌بینید، بار ۱۲۰ kN به نقطه‌ای واقع بر محیط دایره‌ای به شعاع ۴۰ mm بر روی یک پایه کوتاه وارد می‌شود. چنانچه $\theta = ۲۰°$ باشد، (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B و (ج) محل تلاقی محور خنثی با خط ABD را تعیین کنید.



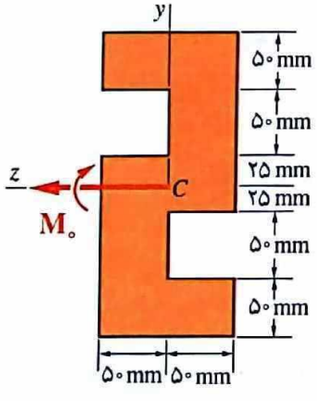
شکل مسئله ۴-۲۵۷



شکل مسائل ۴-۲۵۸ و ۴-۲۵۹

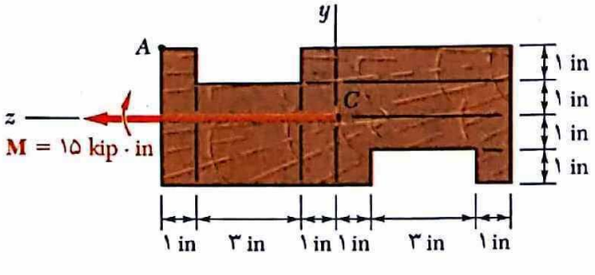
۴-۲۵۹ بار ۱۲۰ kN را می‌توان به هر نقطه‌ای واقع بر محیط دایره‌ای به شعاع ۴۰ mm بر روی یک پایه کوتاه وارد کرد. (الف) مقدار θ را به گونه‌ای تعیین کنید که تنش در نقطه D به بیشترین مقدار مطلق خود برسد، و (ب) تنش در نقاط A، B و D را تحت این زاویه بدست آورید.

۴-۲۶۰ کوپل $\mathbf{M}_o$ در صفحه عمود، به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. بیشترین مقدار گشتاور خمشی M_o را به گونه‌ای تعیین کنید که تنشهای ایجاد شده در تیر از مقدار مجاز ۳٫۵ MPa فراتر نرود.



شکل مسئله ۴-۲۶۰

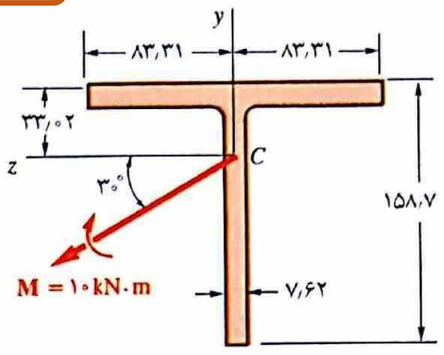
***۴-۲۶۱** الواری با سطح مقطع اولیه ۱۰ in × ۴ به صورت تیری که در شکل می‌بینید در آمده است. چنانچه کوپل **M** در صفحه عمود وارد شود، تنش در نقطه A را تعیین کنید.



$I_y = ۲۹۱ \text{ in}^4$
$I_z = ۳۹٫۳ \text{ in}^4$
$I_{yz} = -۲۲٫۵ \text{ in}^4$

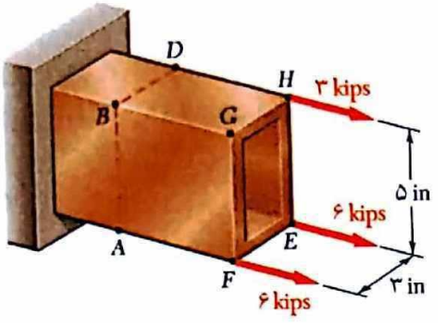
شکل مسئله ۴-۲۶۱

۴-۲۶۲ کوپل **M** در صفحه‌ای که با راستای عمود زاویه $\beta = ۳۰^\circ$ می‌سازد به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. (الف) زاویه‌ای که محور خنثی با محور z می‌سازد را تعیین کنید، و (ب) بیشترین تنشهای فشاری و کششی در تیر را بدست آورید.
(داده‌ها: $I_y = ۵٫۰۷۸ \times ۱۰^{-۶}\ m^۴$ و $I_z = ۶٫۶۶۰ \times ۱۰^{-۶}\ m^۴$).



اندازه‌ها به میلی‌متر است

شکل مسئله ۴-۲۶۲



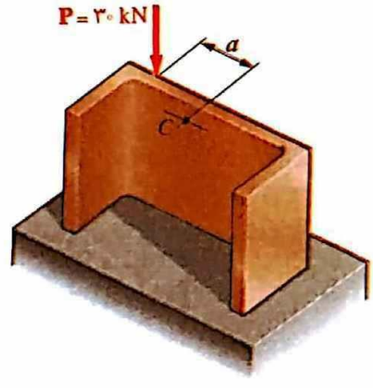
شکل مسئله ۴-۲۶۳

۴-۲۶۳ قوطی که در شکل می‌بینید دارای دیواره‌ای با ضخامت یکنواخت ۰٫۵ in است. برای بارگذاری داده شده، (الف) تنش در نقاط A و B، و (ب) نقطه برخورد محور خنثی با خط ABD را پیدا کنید.

۴-۲۶۴ با این فرض که نیروی ۶ kips وارد به نقطه E حذف شود، مسئله ۴-۲۶۳ را حل کنید.

۴-۲۶۵ نیروی محوری $P = ۳۰$ kN به ناودانی کوتاهی از فولاد نورد شده C۱۵۰ × ۱۲٫۲ وارد می‌شود. فاصله a را به گونه‌ای تعیین کنید که بیشترین تنش فشاری در این ناودانی از ۶۰ MPa فراتر نرود.

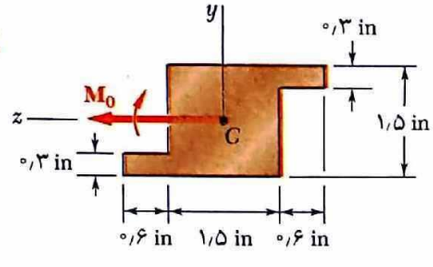
۴-۲۶۶ کوپل $\mathbf{M}_0$ در صفحه عمود، به عضوی از جنس آلومینیم که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. چنانچه بیشترین تنش مجاز در این تیر ۱۲ ksi باشد، بزرگترین گشتاور قابل قبول $\mathbf{M}_0$ را تعیین کنید. (داده‌ها: $I_{max} = ۰٫۹۵۷\ in^۴$ ، $I_{min} = ۰٫۴۲۷\ in^۴$ ، محورهای اصلی z و y ۲۹٫۴° و ۶۰٫۶°).



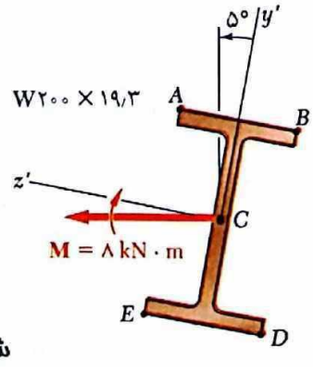
شکل مسئله ۴-۲۶۵

۴-۲۶۷ اگر یک میله توپُر با مقطع چهارگوش توسط کوپلی که در صفحه یکی از قطرهای این سطح مقطع چهارگوش به آن وارد می‌شود خم گردد، نشان دهید که محور خنثی در امتداد قطر دیگر قرار دارد.

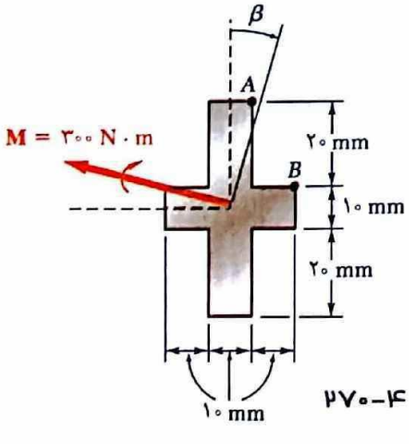
۴-۲۶۸ گشتاور خمشی $M = ۸\ kN \cdot m$ در صفحه عمود به یک تیر فولادی W۲۰۰ × ۱۹٫۳ وارد می‌شود. (الف) زاویه محور خنثی نسبت به صفحه افق، و (ب) بیشترین تنش در تیر را بدست آورید.



شکل مسئله ۴-۲۶۶



شکل مسئله ۴-۲۶۸

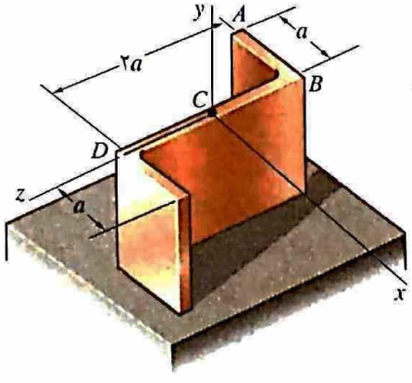


شکل مسائل ۴-۲۶۹ و ۴-۲۷۰

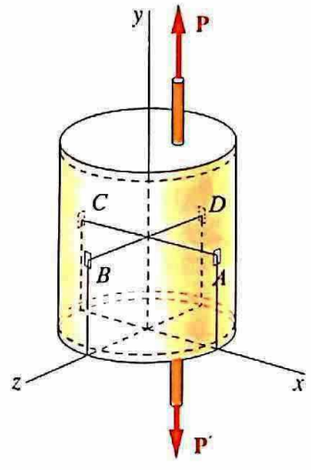
۴-۲۶۹ کوپل **M** در صفحه عمود ($\beta = ۰$)، به یک تیر آلومینیمی که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B، و (ج) شعاع انحناء تیر را بدست آورید. $E = ۷۲$ GPa است.

۴-۲۷۰ کوپل **M** در صفحه‌ای که با راستای عمود زاویه $\beta = 15^\circ$ می‌سازد به تیری که سطح مقطع آن را در شکل می‌بینید وارد می‌شود. (الف) تنش در نقطه A، (ب) تنش در نقطه B، و (ج) زاویه محور خنثی نسبت به افق را بدست آورید.

***۴-۲۷۱** مقطع سپری (Z) که در شکل می‌بینید دارای ضخامت ثابت t است و یک نیروی عمودی **P** از طریق یک صفحه صلب (در شکل نشان داده نشده) به آن وارد می‌شود. خط اثر نیروی **P** که موجب مجموعه تنشهای زیر می‌شود را تعیین کنید: (الف) $\sigma_A = \sigma_B = -\sigma_0$ ، $\sigma_D = \sigma_E = 0$ ، (ب) $\sigma_A = \sigma_D = -\sigma_0$ ، $\sigma_B = \sigma_E = 0$. (**راهنمایی:** نیروهای جزیی وارد به بالها و جان این سپری را با سه نیروی معادل جایگزین کنید و توجه داشته باشید که برآیند این سه نیرو بایستی همراستا با **P** باشد).



شکل مسئله ۴-۲۷۱



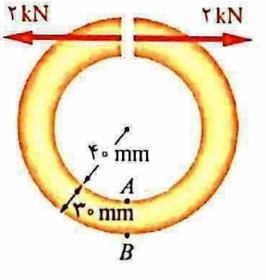
شکل مسئله ۴-۲۷۲

۴-۲۷۲ از یک دینامومتر برای‌اندازه گیری نیروی کششی **P** در یک لوله آلومینیمی با قطر خارجی 6 in و ضخامت جداره $\frac{3}{32}$ in استفاده کرده‌ایم. نیروی محوری مرکزی **P** از طریق دو صفحه صلب که به دو سر این لوله متصل شده‌اند به آن وارد می‌شود. چهار کرنش‌سنج در نقاط A، B، C و D با فواصل مساوی از یکدیگر بر روی سطح خارجی لوله نصب شده‌اند. چنانچه مدول‌الاستیسیته 10×10^6 psi و مقدار کرنشها به گونه‌ای باشد که در جدول مقابل آمده است، موقعیت دقیق لوله عمودی و نیروی کششی **P** را تعیین کنید.

	کرنش in/in
A	809×10^{-6}
B	816×10^{-6}
C	801×10^{-6}
D	794×10^{-6}

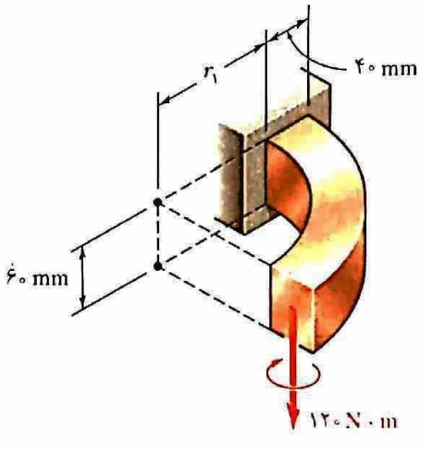
مسائل مربوط به بخش ۴-۱۵ :

۴-۲۷۳ رینگ شکاف‌داری که در شکل می‌بینید دارای سطح مقطع دایره‌ای به قطر 30 mm است. چنانچه بارهای 2 kN به مرکز سطح مقطع آن وارد شوند، (الف) تنش در نقطه A و (ب) تنش در نقطه B را تعیین کنید.



شکل مسئله ۴-۲۷۳

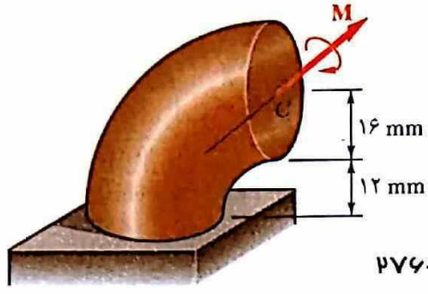
۴-۲۷۴ میله خمیده‌ای که در شکل می‌بینید دارای سطح مقطع 60 mm × 40 mm و شعاع داخلی $r_1 = 15$ mm است. برای بار وارد به آن، بیشترین تنشهای کششی و فشاری در میله را تعیین کنید.



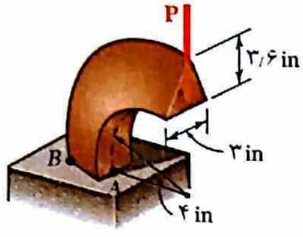
شکل مسائل ۴-۲۷۴ و ۴-۲۷۵

۴-۲۷۵ برای میله خمیده و بارگذاری که در شکل می‌بینید، درصد خطای محاسبه بیشترین تنش را با فرض مستقیم بودن میله بدست آورید. حالتی را بررسی کنید که در آن (الف) $r_1 = 20$ mm، (ب) $r_1 = 200$ mm، و (ج) $r_1 = 2$ m است.

۴-۲۷۶ میله خمیده‌ای که در شکل می‌بینید، دارای سطح مقطع دایره‌ای به قطر ۳۲ mm است. چنانچه بیشترین تنش مجاز در میله ۶۰ MPa باشد، بزرگترین کوپل **M** را که می‌توان حول یک محور افقی به آن وارد کرد بدست آورید.



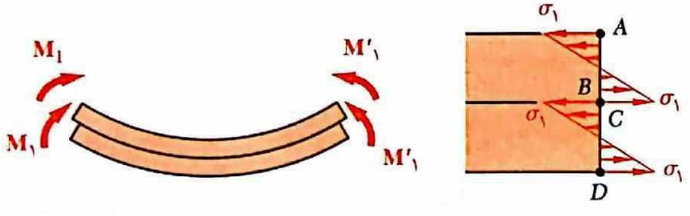
شکل مسئله ۴-۲۷۶



شکل مسئله ۴-۲۷۷

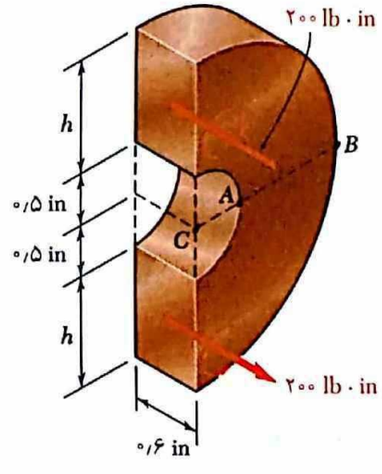
۴-۲۷۷ چنانچه $P = 3.5$ kips باشد، تنش در (الف) نقطه A، و (ب) نقطه B را تعیین کنید.

۴-۲۷۸ دو تسمه نازک با جنس و سطح مقطع یکسان توسط کوپلهای مشابه خم شده و سپس به یکدیگر چسبانده شده‌اند. پس از اینکه سطح اتصال کاملاً خشک شد، کوپلها برداشته می‌شود. اگر بیشترین تنش در هر یک از تسمه‌ها و شعاع انحناء آنها را در زمان اِعمال کوپلها به ترتیب با σ_1 و ρ_1 نشان دهیم، (الف) تنشهای نهایی در نقاط A، B، C و D، و (ب) شعاع انحناء نهایی را بدست آورید.



شکل مسئله ۴-۲۷۸

۴-۲۷۹ برای قطعه و بارگذاری وارد به آن، تنش نقطه A را برای (الف) $h = 0.9$ in، و (ب) $h = 1.5$ in بدست آورید.



شکل مسئله ۴-۲۷۹