تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : مقاومت مصالح2

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی عمران۱۳۱۳۱۲۶

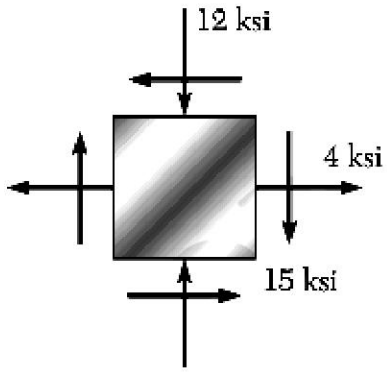
استفاده از ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱- برای حالت تنش صفحه ای در شکل زیر، مطلوبست تعیین: ۲،۸۰ نمره

الف- صفحات اصلی

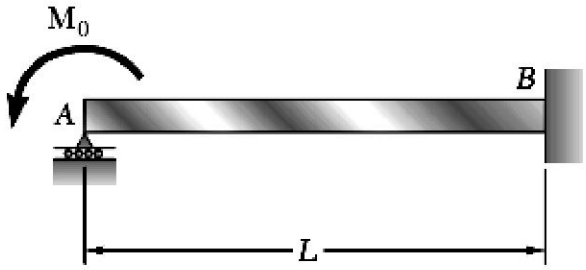
ب- تنش های اصلی

ج- ماکزیمم تنش برشی و تنش قائم متناظر



۲- قطر خارجی و ضخامت داخلی یک مخزن استوانه ای به ترتیب $1.75m$ و $16mm$ است. تنش قائم نهایی برای این مخزن $450MPa$ است. با استفاده از ضریب اطمینان 5، ماکزیمم فشار داخلی مجاز را بیابید. ۲،۸۰ نمره

۳- برای تیر با بارگذاری نشان داده شده، معادله حاکم بر خیز را نوشته و با اعمال شرایط مرزی، واکنش تکیه گاه ها را بیابید. ۲،۸۰ نمره

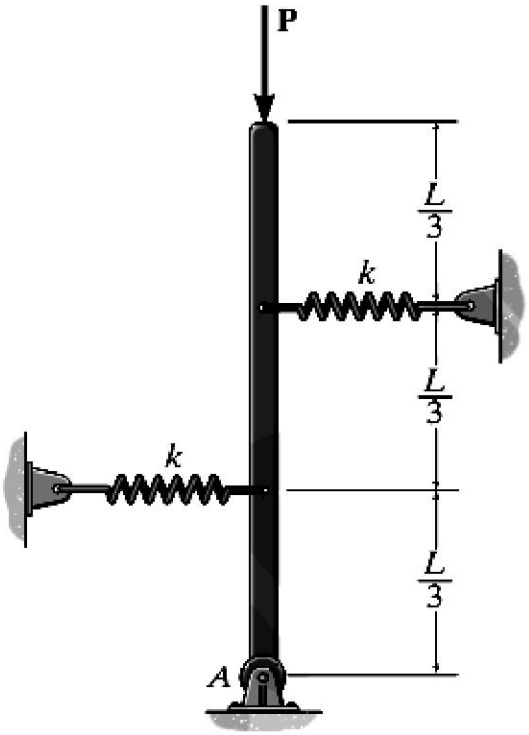


تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : مقاومت مصالح2

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی عمران۱۳۱۳۱۲۶

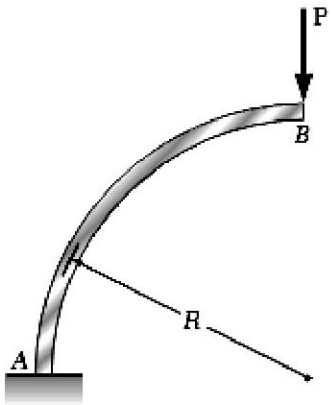
۴- بار بحرانی را برای سیستم نشان داده شده به دست آورید. ۲،۸۰ نمره



۵- برای تیر نشان داده شده، با استفاده از قضیه کاستیگلیانو، مطلوبست تعیین: ۲،۸۰ نمره

الف- انحراف افقی نقطه B

ب- انحراف عمودی نقطه B



تعداد سؤالات: تستی: -- **تشریحی:** 5

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- **تشریحی:** 120

نام درس: مقاومت مصالح 2

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی عمران 1313126

--

استفاده از: ماشین حساب مهندسی **مجاز است.**

پاسخ سوال 1

$$\tan 2\theta_p = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \qquad \sigma_{\max,\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \qquad \sigma' = \sigma_{\text{ave}} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

پاسخ سوال 2

$$\sigma_1 = \frac{pr}{t} \qquad \sigma_2 = \frac{pr}{2t}$$

پاسخ سوال 3

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma M_A = 0$$

$$EI\,\frac{d^2y}{dx^2} = M(x)$$

پاسخ سوال 4

$$+\Sigma M_A = 0; \qquad F_2\left(\frac{L}{3}\right) + F_1\left(\frac{2}{3}L\right) - PL\theta = 01$$

$$F_2 + 2F_1 = 3P\theta \qquad (1)$$

Spring Force. The restoring spring force $(F_{sp})_1$ and $(F_{sp})_2$ can be determined using the spring formula,

$F_{sp} = kx$, where $x_1 = \frac{2}{3}L\theta$ and $x_2 = \frac{1}{3}L\theta$, Fig. *b*. Thus,

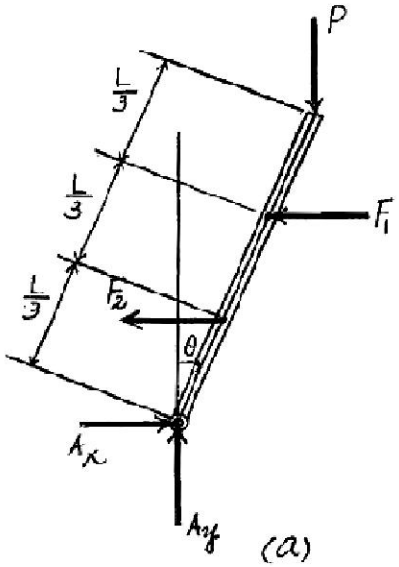
$$(F_{sp})_1 = kx_1 = k\left(\frac{2}{3}L\theta\right) = \frac{2}{3}kL\theta \qquad (F_{sp})_2 = kx_2 = k\left(\frac{1}{3}L\theta\right) = \frac{1}{3}kL\theta$$

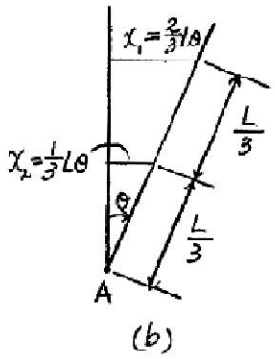
Critical Buckling Load. When the mechanism is on the verge of buckling the disturbing force F must be equal to the restoring force of the spring F_{sp}. Thus,

$$F_1 = (F_{sp})_1 = \frac{2}{3}kL\theta \qquad F_2 = (F_{sp})_2 = \frac{1}{3}kL\theta$$

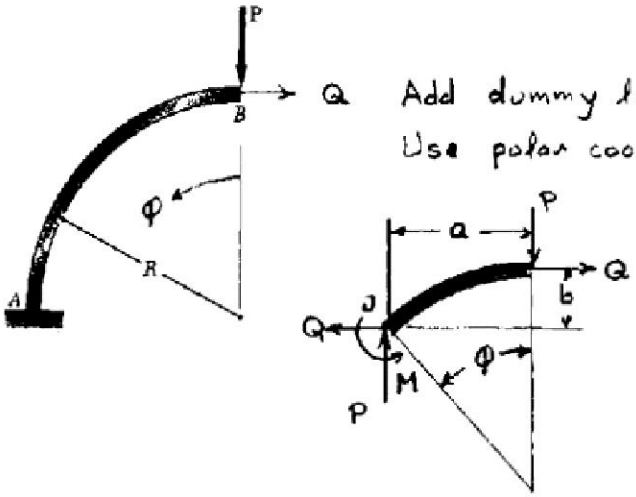
$$\frac{1}{3}kL\theta + 2\left(\frac{2}{3}kL\theta\right) = 3P_{cr}\theta$$

$$P_{cr} = \frac{5}{9}kL \qquad \text{Ans.}$$





پاسخ سوال 5



Add dummy load Q at point B.

Use polar coordinate φ.

$$U = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{M^2}{2EI} R\,d\varphi$$

Bending moment

$$+\circlearrowleft \Sigma M_J = 0: \quad M - Pa - Qb = 0$$

$$M = Pa + Qb$$
$$= PR\sin\varphi + QR(1-\cos\varphi)$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = R\sin\varphi \qquad \frac{\partial M}{\partial Q} = R(1-\cos\varphi) \qquad \text{Set } Q = 0$$

(a) $$\delta_Q = \frac{\partial U}{\partial Q} = \frac{1}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} M\frac{\partial M}{\partial Q} R\,d\varphi = \frac{1}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} PR\sin\varphi\, R(1-\cos\varphi) R\,d\varphi$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\sin\varphi - \sin\varphi\cos\varphi)\,d\varphi = \frac{PR^3}{EI}\left(-\cos\varphi - \frac{1}{2}\sin^2\varphi\right)\Big|_0^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\left(-\cos\frac{\pi}{2} + \cos 0 - \frac{1}{2}\sin^2\frac{\pi}{2} + \frac{1}{2}\sin^2 0\right)$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\left(0 + 1 - \frac{1}{2} + 0\right) = \frac{1}{2}\frac{PR^3}{EI} \rightarrow$$

(b) $$\delta_P = \frac{\partial U}{\partial P} = \frac{1}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} M\frac{\partial M}{\partial P} R\,d\varphi = \frac{1}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} PR\sin\varphi\, R\sin\varphi\, R\,d\varphi$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\varphi\,d\varphi = \frac{PR^3}{EI}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2}(1-\cos 2\varphi)\,d\varphi$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\left(\frac{1}{2}\varphi - \frac{1}{2}\sin 2\varphi\right)\Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{PR^3}{EI}\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}\cdot 0 - \frac{1}{2}\sin\pi + \frac{1}{2}\cdot\sin 0\right)$$

$$= \frac{PR^3}{EI}\left(\frac{\pi}{4} - 0 - 0 + 0\right) = \frac{\pi}{4}\frac{PR^3}{EI} \downarrow$$