



کد کنترل

492

F

# آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه  
۱۴۰۱/۱۲/۱۱



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»  
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

مهندسی عمران - سازه (کد ۲۳۰۷)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها) - دینامیک سازه - تئوری الاستیسیته	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

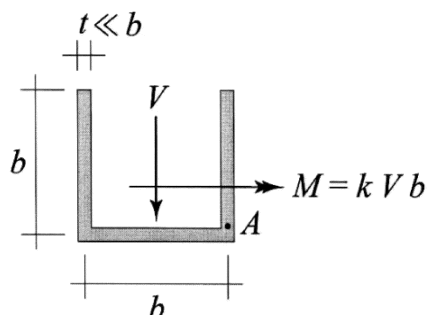
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه‌ها) - دینامیک سازه - تئوری الاستیسیته):

۱- بزرگ‌ترین مقدار اصلی تنش در نقطه A، چند برابر  $\frac{V}{bt}$  است؟



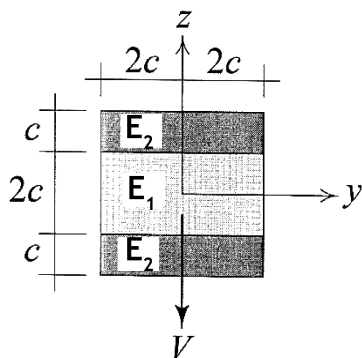
$$\frac{1}{2}(k + \sqrt{1+k^2}) \quad (1)$$

$$\frac{3}{4}(k + \sqrt{1+k^2}) \quad (2)$$

$$\frac{1}{2}(k + \sqrt{4+k^2}) \quad (3)$$

$$\frac{3}{4}(k + \sqrt{4+k^2}) \quad (4)$$

۲- در تیر مرکب نشان داده شده  $E_2 = 2E_1$  است. مقطع تحت تأثیر نیروی برشی V قرار دارد. نسبت بزرگ‌ترین تنش برشی  $\tau_{xz}$  پدید آمده در ناحیه تیره رنگ (ناحیه ۲) به بیشینه مقدار همین مؤلفه تنش که در کل مقطع ایجاد می‌شود، کدام است؟



$$\frac{3}{8} \quad (1)$$

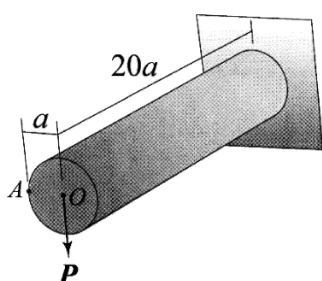
$$\frac{3}{7} \quad (2)$$

$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

$$\frac{6}{7} \quad (4)$$

۳- استوانه نشان داده شده توخالی و از ماده‌ای با نسبت بواسون  $\nu = \frac{1}{3}$  ساخته شده است. اگر بار P به جای نقطه O

در نقطه A اعمال شود، جابه‌جایی نقطه محل اثر بار (با صرف نظر از اثر نیروی برشی) چند درصد افزایش می‌یابد؟



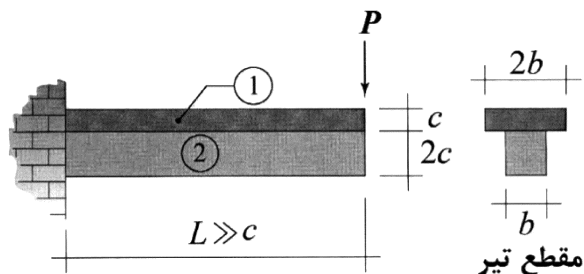
$$0.375 \quad (1)$$

$$0.75 \quad (2)$$

$$1 \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$

۴- در تیر نشان داده شده، در سطح تماس بین ناحیه ۱ و ۲ امکان لغزش بدون اصطکاک وجود دارد، البته بدون اینکه هیچ جدایش عمودی در آن سطح رخ دهد. نسبت بزرگترین تنش خمشی پدید آمده در ناحیه ۱ به بزرگترین تنش خمشی ایجاد شده در ناحیه ۲ تحت بارگذاری نشان داده شده کدام است؟ (فرض شود بین مدول یانگ این دو ناحیه رابطه  $E_1 = 2E_2$  برقرار است).

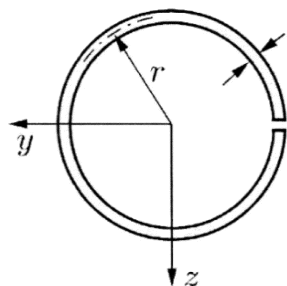


۲ (۱)

۱ (۲)

 $\frac{1}{2}$  (۳) $\frac{1}{4}$  (۴)

۵- فاصله مرکز برش حلقه جدار نازک باز نشان داده شده تا مرکز آن حلقه، چه ضریبی از شعاع حلقه است؟

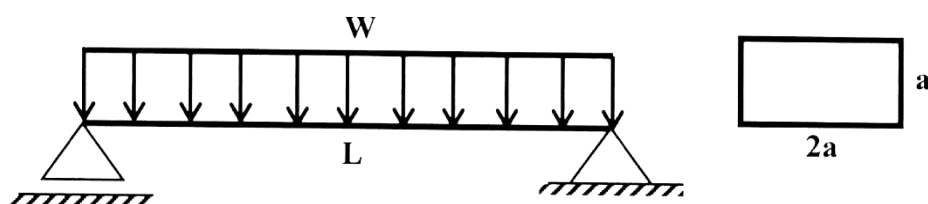
 $\frac{1}{5}$  (۱)

۲ (۲)

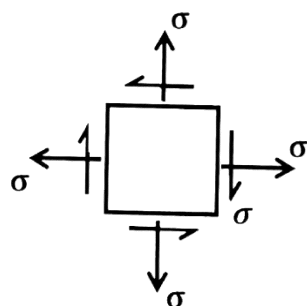
 $\frac{2}{5}$  (۳)

۳ (۴)

۶- در تیر شکل زیر، مقدار شدت بار  $W$  چه ضریبی از  $\frac{a^3 \times \sigma_y}{L^2}$  باشد تا در وسط دهانه،  $50\%$  درصد از مقطع تیر وارد ناحیه پلاستیک گردد؟ (تنش تسلیم مصالح  $\sigma_y$  فرض گردد).

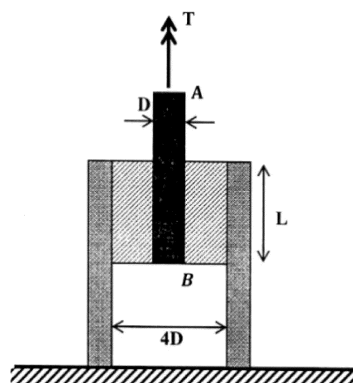
 $\frac{11}{3}$  (۱) $\frac{11}{6}$  (۲) $\frac{11}{8}$  (۳) $\frac{11}{24}$  (۴)

۷- المان تنش مسطح شکل زیر چه مقدار دوران نماید تا نسبت تنش عمودی در دو صفحه متعامد دوران داده شده برابر با ۳ شود؟

 $\frac{1}{2} \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$  (۱) $\frac{1}{2} \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$  (۲) $\sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$  (۳) $\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$  (۴)

۸- در شکل زیر یک حلقه لاستیکی با مدول برشی  $G$ ، قطعه صلب مدور  $AB$  به قطر  $D$  را به قطعه استوانه‌ای صلب

دیگری با قطر داخلی  $4D$  متصل کرده است. زاویه پیچش قطعه  $AB$  چه ضربی از  $\frac{T}{\pi L G D^2}$  است؟



$$\frac{15}{2} \quad (1)$$

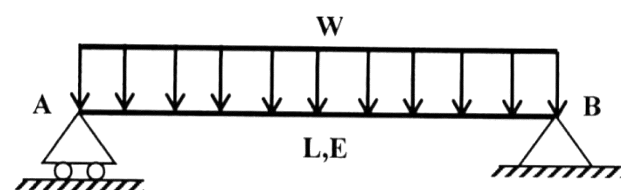
$$\frac{15}{4} \quad (2)$$

$$\frac{15}{8} \quad (3)$$

$$\frac{15}{16} \quad (4)$$

۹- مقطع تیر شکل زیر دارای ارتفاع ثابت  $h$  است و پهنای آن از صفر در تکیه‌گاه  $A$  به صورت خطی تا  $b_0$  در تکیه‌گاه

$B$  تغییر می‌کند. شیب منحنی تغییر شکل تیر در تکیه‌گاه  $B$  چه ضربی از  $\frac{WL^3}{Eb_0h^3}$  است؟



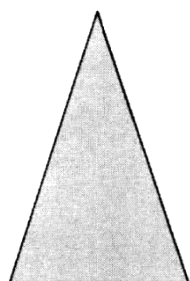
$$2 \quad (1)$$

$$1/5 \quad (2)$$

$$1 \quad (3)$$

$$0/5 \quad (4)$$

۱۰- در مقطع شکل زیر، نسبت لنگر خمشی تسلیم مقطع به لنگر خمشی تمام پلاستیک آن کدام است؟



$$\frac{2-\sqrt{2}}{8} \quad (1)$$

$$\frac{2-\sqrt{2}}{4} \quad (2)$$

$$\frac{2+\sqrt{2}}{8} \quad (3)$$

$$\frac{2+\sqrt{2}}{4} \quad (4)$$

۱۱- لنگرهای گیرداری یک تیر به طول  $4\text{ m}$  و صلبیت خمشی  $EI$  تحت لنگر خمشی گسترده یکنواخت به شدت

$30 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$  چند  $\text{kN.m}$  است؟

$$40 \quad (4)$$

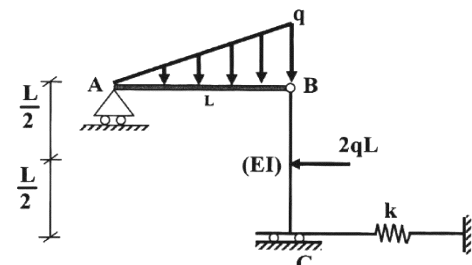
$$30 \quad (3)$$

$$15 \quad (2)$$

$$\text{صفر} \quad (1)$$

۱۲- در سازه شکل زیر، مقدار سختی فنر  $(k)$  چه ضربی از  $\frac{EI}{L^3}$  باشد تا انرژی ارتجاعی خمشی این سازه به ۳ برابر

مقدار حداقل خود برسد؟ (میله  $AB$  صلب است.)



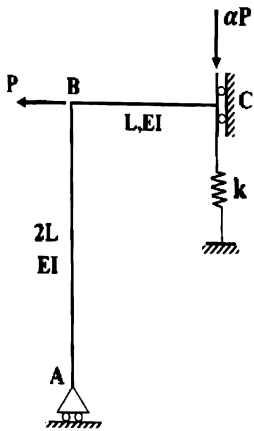
$$3 \quad (1)$$

$$6 \quad (2)$$

$$12 \quad (3)$$

$$18 \quad (4)$$

۱۳- اگر در سازه زیر تغییر مکان تکیه‌گاه غلتکی A برابر با  $\frac{PL^3}{9EI}$  باشد، نیروی فنر به سختی  $k = \frac{2EI}{L^3}$  کدام است؟



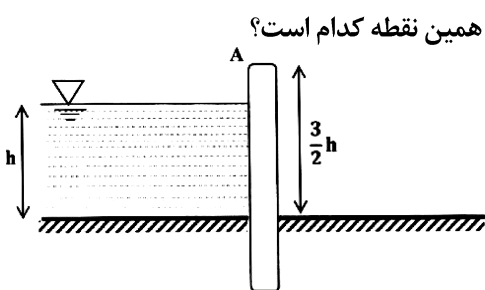
$$\frac{P}{27} \quad (1)$$

$$\frac{2P}{27} \quad (2)$$

$$\frac{P}{9} \quad (3)$$

$$\frac{4P}{27} \quad (4)$$

۱۴- مطابق با شکل زیر، یک دیوار به ارتفاع  $\frac{3}{2}h$  و عرض واحد با صلبیت خمشی EI تحت فشار جانبی آب به ارتفاع h و وزن مخصوص  $\gamma$  قرار دارد. نسبت تغییر مکان افقی انتهای دیوار (A) به دوران همین نقطه کدام است؟



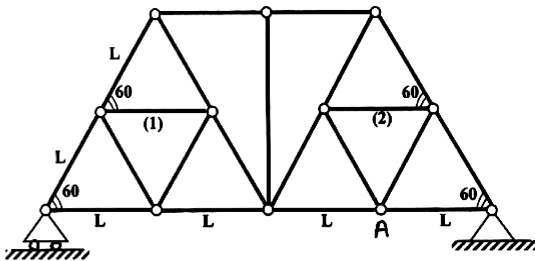
$$0.6h \quad (1)$$

$$h \quad (2)$$

$$1/2h \quad (3)$$

$$1/3h \quad (4)$$

۱۵- اگر در خرپای زیر دمای میله‌های (1) و (2) به مقدار  $\Delta T$  کاهش یابد. آنگاه تغییر مکان قائم گره A کدام است؟ (تمام میله‌های خرپا مشابه و دارای ضریب انبساط حرارتی  $\alpha$  هستند.)



$$(1) \text{ صفر}$$

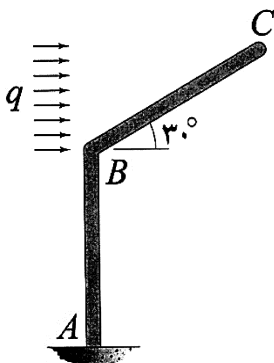
$$\frac{\sqrt{3}}{3} \alpha \Delta T L \quad (2)$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} \alpha \Delta T L \quad (3)$$

$$\sqrt{3} \alpha \Delta T L \quad (4)$$

۱۶- اگر انرژی ارتجاعی خمشی ذخیره‌شده در عضو BC را با  $W_{BC}$  نشان دهیم، در آن صورت  $\frac{dW_{BC}}{dq}$  چند برابر

$\frac{qL^5}{EI}$  است؟ (طول هر دو عضو و صلبیت خمشی آنها به ترتیب برابر با L و EI است.)



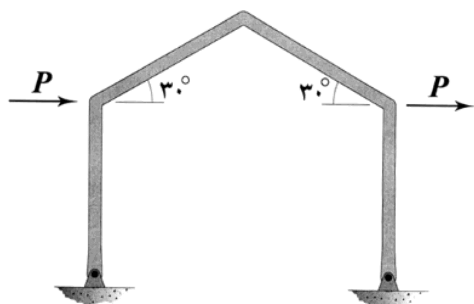
$$\frac{1}{80} \quad (1)$$

$$\frac{1}{160} \quad (2)$$

$$\frac{1}{320} \quad (3)$$

$$\frac{1}{640} \quad (4)$$

۱۷- در قاب شکل زیر، تمامی اعضا دارای طول  $L$  و صلبیت خمشی  $EI$  هستند. میزان تغییر مکان افقی قاب چند برابر



است؟ (تکیه‌گاه‌های قاب مفصلی هستند.)

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

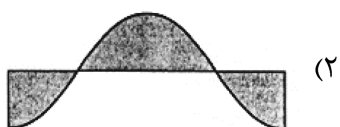
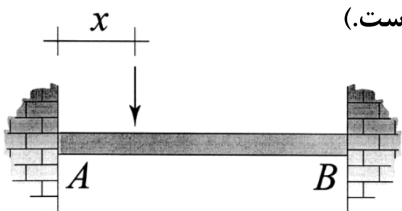
$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

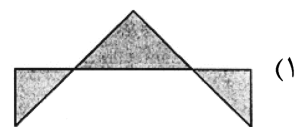
$$\frac{4}{3} \quad (3)$$

$$\frac{8}{3} \quad (4)$$

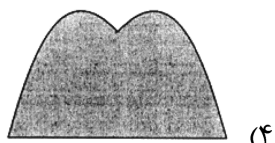
۱۸- نمودار تغییرات لنگر خمشی بیشینه ایجاد شده در تیر  $AB$  به ازای عبور باری متمرکز بر روی آن از  $A$  تا  $B$  در کدام گزینه به درستی نشان داده شده است؟ (متغیر  $x$  معرف محل اثر بار مذکور است.)



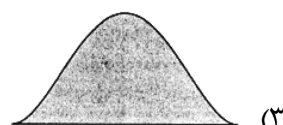
(۲)



(۱)

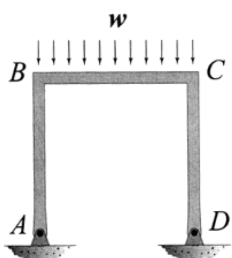


(۴)

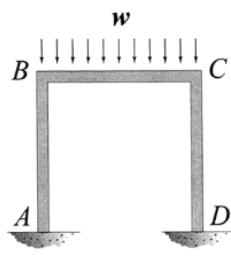


(۳)

۱۹- نسبت دوران ایجاد شده در گره  $B$  در حالتی که تکیه‌گاه‌های  $A$  و  $D$  گیردار باشند. (شکل الف) در قیاس با حالتی که هر دو این تکیه‌گاه‌ها مفصلی باشند (شکل ب)، کدام است؟ (طول اعضای قاب و صلبیت خمشی آنها با هم برابر است.)



شکل ب



شکل الف

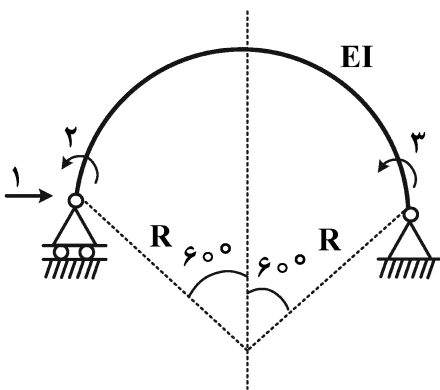
$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{3}{4} \quad (2)$$

$$\frac{5}{6} \quad (3)$$

$$\frac{7}{8} \quad (4)$$

۲۰- در شکل زیر که شامل یک عضو دایروی با زاویه مرکزی  $120^\circ$  درجه است، مؤلفه نرمی  $f_{11}$  چند برابر  $\frac{R^3}{EI}$  است؟



(شعاع R در مقابل ارتفاع مقطع عضو خیلی بزرگ است.)

$$\frac{2\pi - 3\sqrt{3}}{4} \quad (1)$$

$$\frac{\pi - \sqrt{3}}{4} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} \quad (3)$$

$$\frac{\pi - \sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

۲۱- در یک سیستم دینامیکی یک درجه آزادی، دامنه پاسخ بعد از دو سیکل کامل نصف می‌شود. نسبت میرایی سیستم کدام است؟

$$\frac{\ln(2)}{2\pi} \quad (2)$$

$$\frac{2\ln(2)}{\pi} \quad (4)$$

$$\frac{\ln(2)}{4\pi} \quad (1)$$

$$\frac{\ln(2)}{\pi} \quad (3)$$

۲۲- در روش عددی گام به گام تحلیل دینامیکی یک سازه معادل یک درجه آزادی، با فرض شتاب ثابت ابتدای گام زمانی در طول گام، اگر  $U_i$ ،  $\dot{U}_i$  و  $\ddot{U}_i$  به ترتیب، تغییر مکان، سرعت و شتاب در ابتدای گام زمانی  $(\Delta t)$  باشند، تغییر مکان در انتهای گام  $(U_{i+1})$  کدام است؟

$$2U_i + (\Delta t)\dot{U}_i + \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2 \ddot{U}_i \quad (2)$$

$$2U_i + (\Delta t)\dot{U}_i + \frac{(\Delta t)^2}{2} \ddot{U}_i \quad (1)$$

$$U_i + (\Delta t)\dot{U}_i + \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2 \ddot{U}_i \quad (4)$$

$$U_i + (\Delta t)\dot{U}_i + \frac{(\Delta t)^2}{2} \ddot{U}_i \quad (3)$$

۲۳- در تحلیل عددی دینامیکی سازه‌ها با رفتار غیرخطی، حداکثر تغییر مکان سازه در فرایند محاسبات گام به گام، بر چه اساسی مشخص می‌شود؟

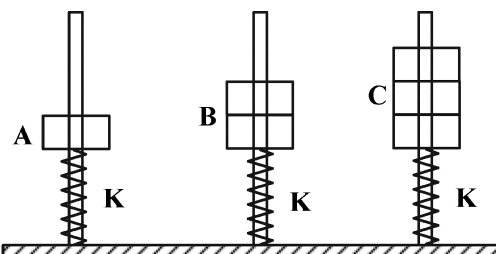
(۲) حداقل کردن سختی

(۴) تغییر علامت سرعت

(۱) صفر شدن میرایی

(۳) افزایش زمان گام

۲۴- در اثر ارتعاش هارمونیک پایه، اگر جابه‌جایی پایه در وزنه A برابر با ۴۰ و در وزنه B برابر با ۶۰ میلی‌متر باشد، جابه‌جایی پایه در وزنه C چند میلی‌متر است؟



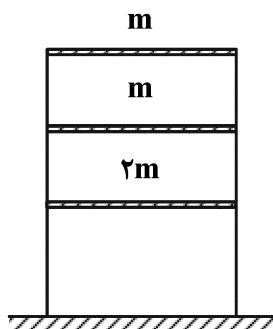
$$80 \quad (1)$$

$$90 \quad (2)$$

$$100 \quad (3)$$

$$120 \quad (4)$$

۲۵- اگر مودهای زیر برای سازه ۳ طبقه نمایش داده شده باشد، در این صورت مقادیر  $a$  و  $b$  به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟



$$\{\phi_1\} = \begin{Bmatrix} 0.2 \\ 0.5 \\ 1.0 \end{Bmatrix}, \quad \{\phi_2\} = \begin{Bmatrix} a \\ 0.4 \\ 1.0 \end{Bmatrix}, \quad \{\phi_3\} = \begin{Bmatrix} 0.5 \\ b \\ 1.0 \end{Bmatrix}$$

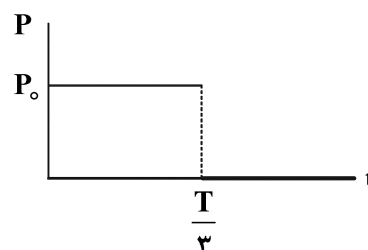
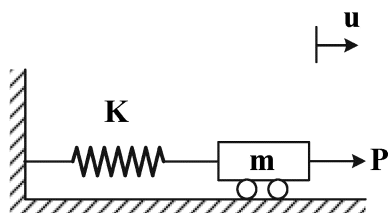
(۱) ۲/۲ و -۶

(۲) -۳ و -۲/۴

(۳) ۲/۴ و ۳

(۴) ۲/۲ و ۶

۲۶- اگر بار وارده در زمان  $t = \frac{T}{3}$  قطع شود، موقعیت جرم  $m$  در زمان  $t = \frac{4T}{3}$  کدام است؟ (سیستم بدون میرایی است).



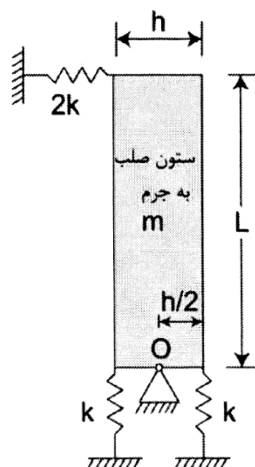
(۲)  $\frac{P_0}{K}$

(۴)  $\frac{P_0}{2K}$

(۱)  $\frac{2P_0}{2K}$

(۳)  $\frac{\sqrt{3} P_0}{2 K}$

۲۷- یک ستون صلب به جرم  $m$  و ارتفاع  $L$  که توسط فنرهای نگه داشته شده است، در نقطه  $O$  قابلیت چرخش دارد. فرکانس طبیعی سیستم  $\omega$  کدام است؟



(۱)  $\sqrt{\frac{k}{m}}$

(۲)  $\sqrt{\frac{6k}{m}}$

(۳)  $\sqrt{\frac{k}{m} \left( \left( \frac{h}{L} \right)^2 + 1 \right)}$

(۴)  $\sqrt{\frac{3k}{2m} \left( \left( \frac{h}{L} \right)^2 + 4 \right)}$

۲۸- در تحلیل دینامیکی یک سازه با مدل معادل یک درجه آزادی تحت اثر نیروهای ضربه‌ای جداگانه با شرایط یکسان برای مدت تداوم  $(t_d)$  و حداکثر دامنه نیرو  $(P_0)$ ، کدام رابطه بین ضرایب بزرگنمایی دینامیکی برای بارگذاری‌های نصف سینوسی  $(D_1)$ ، مثلث متساوی‌الساقین  $(D_2)$  و مستطیلی  $(D_3)$  برقرار است؟

(۲)  $D_3 > D_2 > D_1$

(۴)  $D_2 > D_1 > D_3$

(۱)  $D_2 > D_3 > D_1$

(۳)  $D_2 > D_1 > D_3$



۲۹- در یک سازه با مدل معادل دو درجه آزادی، ماتریس جرم به صورت  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$ ، فرکانس زاویه‌ای مود دوم برابر

$\frac{2 \text{ rad}}{\text{s}}$  و بردار مود دوم ارتعاش به صورت  $\begin{Bmatrix} 1 \\ -0.4 \end{Bmatrix}$  محاسبه شده‌اند. سختی مودال مود دوم در صورتی که میرایی

آن ۵٪ باشد، کدام است؟ (واحد مقیاس هماهنگ شده است).

(۱) ۳/۹۲

(۲) ۴/۹۲

(۳) ۵/۹۲

(۴) ۶/۹۲

۳۰- در تحلیل دینامیکی یک سازه ۵ درجه آزادی، پریود ارتعاش آزاد سه مود اول به ترتیب برابر ۰/۵۸، ۰/۳۴ و ۰/۱۲

ثانیه به دست آمده‌اند. چنانچه ماتریس میرایی سازه،  $\alpha$  برابر ماتریس سختی باشد، مقدار  $\alpha$  چقدر در نظر

گرفته شود تا اینکه درصد میرایی مود سوم برابر ۴٪ شود؟ ( $\pi \approx 3$ )

(۱) ۰/۰۰۰۸

(۲) ۰/۰۰۱۶

(۳) ۰/۰۰۸

(۴) ۰/۰۱۶

۳۱- با توجه به اطلاعات سؤال ۳۰، اگر ضریب بزرگنمایی دینامیکی مود سوم در حالت بارگذاری سینوسی سازه برابر

$\frac{4}{3}$  برآورد شده باشد، پریود بارگذاری چند ثانیه تخمین زده می‌شود؟ ( $\pi \approx 3$ )

(۱) ۰/۱۶

(۲) ۰/۲۰

(۳) ۰/۲۴

(۴) ۰/۲۸

۳۲- در صورتی که بردار مود اول ارتعاش قاب  $\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix}$  و فرکانس آن  $\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{2m}}$  باشد، مقدار ضریب  $a$  چقدر خواهد بود؟

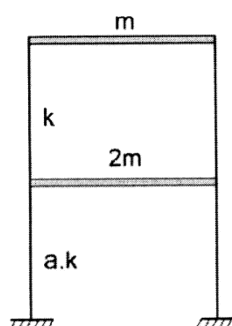
( $k$  و  $a.k$  سختی کل طبقات اول و دوم است).

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

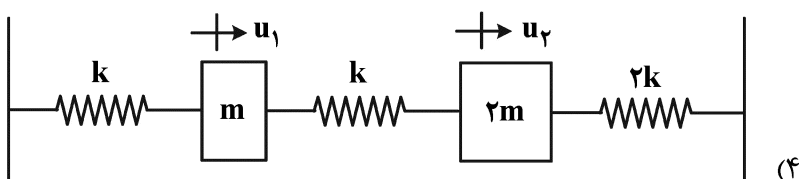
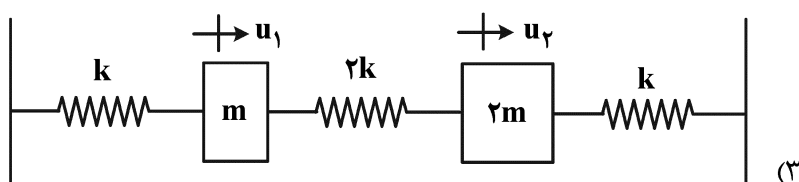
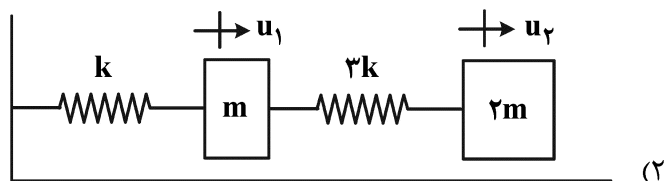
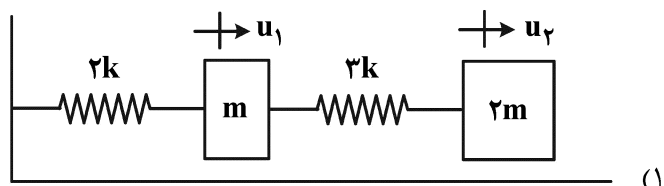
(۴) ۴



۳۳- اگر دو معادله ارتعاش آزاد یک سازه معادل دو درجه آزادی به صورت

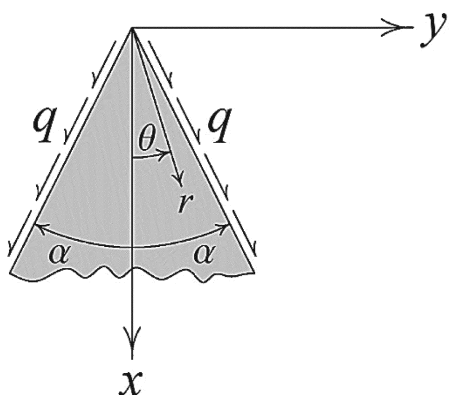
$$\begin{cases} m\ddot{u}_1 + 2ku_1 - ku_2 = 0 \\ 2m\ddot{u}_2 - ku_1 + 3ku_2 = 0 \end{cases}$$

باشند،  $u_1$  و  $u_2$  تغییر مکان و  $\ddot{u}_1$  و  $\ddot{u}_2$  شتاب دو جرم متمرکز سازه در درجات آزادی هستند، مدل تحلیلی این سازه کدام است؟



۳۴- جسم دو بعدی نشان داده شده تحت تأثیر بار برشی یکنواخت به شدت  $q$  بر روی لبه‌های خود است. تابع تنش Airy مربوط به آن را به شرح زیر در نظر بگیرید. ثوابت  $A$  و  $B$  کدام است؟

$$\phi = Ar^2(\cos(2\theta) - B)$$



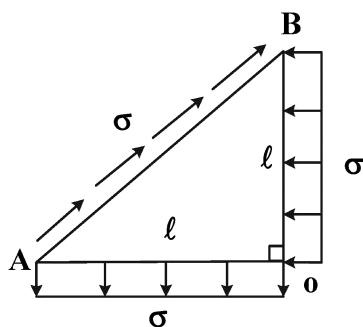
$$A = \frac{q}{2\sin(2\alpha)}, \quad B = \cos(2\alpha) \quad (۱)$$

$$A = \frac{q}{2\sin(2\alpha)}, \quad B = -\cos(2\alpha) \quad (۲)$$

$$A = -\frac{q}{2\sin(2\alpha)}, \quad B = \cos(2\alpha) \quad (۳)$$

$$A = -\frac{q}{2\sin(2\alpha)}, \quad B = -\cos(2\alpha) \quad (۴)$$

۳۵- یک ورق به شکل مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین به ضخامت  $t$  در حالت بارگذاری درون صفحه تحت اثر تنش‌های لبه‌ای به شدت  $\sigma$  مطابق شکل زیر قرار گرفته است. با فرض محیط الاستیک همسانگرد با مدول الاستیسیته  $E$  و ضریب پواسون  $\nu$ ، تغییر طول وتر  $AB$  برابر با کدام خواهد بود؟



- (۱) صفر  
 (۲)  $2\sqrt{2}(1+\nu)\frac{\sigma l}{E}$   
 (۳)  $\sqrt{2}(1+\nu)\frac{\sigma l}{E}$   
 (۴)  $2(1+\nu)\frac{\sigma l}{E}$

۳۶- با فرض تابع تنش ایری (Airy) بر حسب مختصات قطبی به صورت زیر:

$$\phi = \frac{\sigma_0 a^2}{r} \left( -2 \ln r + \frac{a^2}{r^2} \cos 2\theta - 2 \cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2} \cos 2\theta + \frac{r^2}{a^2} \right)$$

ماکزیمم تابع تنش  $\sigma_{\theta\theta}$  در نقاط واقع بر محیط دایره  $r = a$  کدام است؟

- (۱)  $\sigma_0$   
 (۲)  $\frac{3}{2}\sigma_0$   
 (۳)  $2\sigma_0$   
 (۴)  $3\sigma_0$

۳۷- برای یک تیر مستطیلی ساده در محدوده  $-\ell \leq x \leq \ell$  و  $-c \leq y \leq c$  و با فرض  $l = \delta c$ ، تابع تنش ایری به فرم  $\phi = [A \cosh(\lambda y) + B \sinh(\lambda y)] \sin \lambda x$  برقرار است. با فرض مصالح الاستیک همسانگرد، برای ارضا شرایط مرزی قوی  $\sigma_{xx}|_{x=\pm\ell} = 0$  کدام مورد زیر باید برقرار باشد؟

- (۱)  $\lambda = \frac{2n\pi}{\ell}$  ;  $n = 1, 2, 3, \dots$   
 (۲)  $\lambda = \frac{(2n-1)\pi}{\ell}$  ;  $n = 1, 2, 3, \dots$   
 (۳)  $\lambda = \frac{n\pi}{\ell}$  ;  $n = 1, 2, 3, \dots$   
 (۴)  $\lambda = \frac{n\pi}{2\ell}$  ;  $n = 1, 2, 3, \dots$

۳۸- نسبت  $\frac{A}{B}$  کدام باشد تا از میدان کرنش زیر، یک میدان جابه‌جایی تک مقداره در یک ناحیه هم‌بند ساده حاصل شود؟

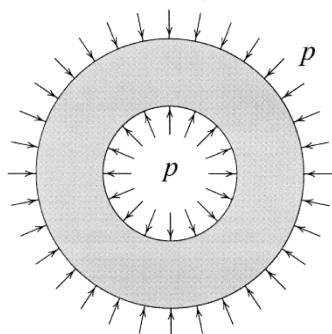
$$\epsilon_{xx} = Ay^3, \quad \epsilon_{yy} = Ax^3, \quad \gamma_{xy} = B(x^2y + xy^2)$$

- (۱) ۳  
 (۲)  $\frac{3}{2}$   
 (۳)  $\frac{2}{3}$   
 (۴)  $\frac{1}{3}$

۳۹- مخزنی استوانه‌ای شکل دارای مقطعی مطابق شکل زیر است. شعاع خارجی این مقطع دو برابر شعاع داخلی آن است. فشارهای وارده بر سطوح خارجی و داخلی هر دو برابر با  $P = 0.01E$  هستند که در آن  $E$  مدول یانگ است. عبارات زیر برای مؤلفه‌های میدان تنش آن پیشنهاد شده است.

$$\sigma_{rr} = \frac{A}{r^2} + B, \quad \sigma_{\theta\theta} = -\frac{A}{r^2} + B$$

که در آن  $A$  و  $B$  ضرایبی ثابت هستند. اگر بدانیم نسبت پواسون مصالح به کار رفته در جداره مخزن برابر با  $\nu = 0.25$  است. درصد تغییر حجم مخزن در حالت کرنش مسطحه (Plane-strain) کدام است؟

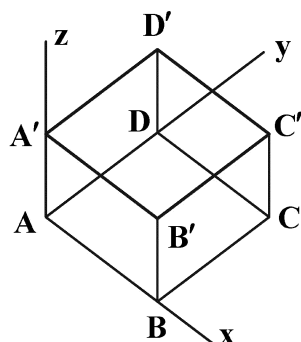


- (۱)  $\frac{3}{2}$   
 (۲)  $\frac{5}{4}$   
 (۳)  $\frac{9}{8}$   
 (۴)  $\frac{5}{8}$

۴۰- ماتریس کرنش در مبدأ دستگاه مختصات  $xyz$  به شرح  $[E] = 10^{-4} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$  داده شده است. ماکزیمم تغییر زاویه در مبدأ دستگاه مختصات بین راستای  $z$  و جمیع راستاهای عمود بر آن کدام است؟

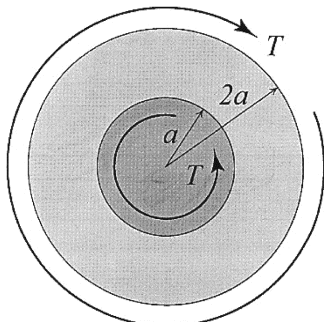
- (۱)  $\sqrt{5} \times 10^{-4}$   
 (۲)  $2\sqrt{2} \times 10^{-4}$   
 (۳)  $4\sqrt{2} \times 10^{-4}$   
 (۴)  $2\sqrt{5} \times 10^{-4}$

۴۱- مکعب نشان داده شده در شکل با ضلع  $1\text{ m}$  میدان جابه‌جایی  $\begin{cases} u = 0.001(x+y+z) \\ v = -0.001(x-y^2z) \\ w = -0.001z \end{cases}$  را تجربه می‌کند. (تمام متغیرهای مکان و جابه‌جایی بر حسب متر هستند) در کدام یک از نقاط زیر کرنش حجمی بزرگتری ایجاد می‌شود؟



- (۱)  $A'$   
 (۲)  $D'$   
 (۳)  $C$   
 (۴)  $B$

۴۲- حلقه‌ای دایروی را به ضخامت  $t$  و دارای یک هسته صلب مطابق شکل در نظر بگیرید. شعاع‌های داخلی و خارجی آن به ترتیب برابرند با  $a$  و  $2a$ ، حلقه از ماده‌ای دارای رفتار الاستیک خطی با مدول برشی  $G$  ساخته شده است. بر سطح بیرونی حلقه، یک گشتاور پیچشی به بزرگی  $T$  اثر می‌کند. تابع تنش Airy این مسئله در مختصات قطبی



بر حسب  $\frac{T}{2\pi t}$  کدام است؟

(۱)  $\left(\frac{r}{a}\right)^2 \theta$

(۲)  $-\ln(r)\theta$

(۳)  $-\theta$

(۴)  $\left(\frac{r}{a}\right)\theta$

۴۳- در نقطه‌ای از سطح آزاد یک جسم، تانسور تنش در دستگاه مختصات دکارتی به شرح زیر است. مقدار  $T$  کدام است؟

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & -3 \\ 2 & T & 1 \\ -3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(۲)  $-3$

(۱)  $-\frac{15}{2}$

(۴) صفر

(۳)  $-\frac{4}{3}$

۴۴- مقادیر تنش‌های اصلی در یک نقطه به صورت  $\sigma_1 = 20 \text{ MPa}$ ،  $\sigma_2 = 10 \text{ MPa}$  و  $\sigma_3 = 5 \text{ MPa}$  داده شده‌اند. کدام یک از زوج مقادیر داده شده می‌تواند به عنوان تنش نرمال و برشی (بر حسب مگاپاسکال) روی یک صفحه گذرنده از این نقطه باشد؟

(۲)  $\tau_n = 8$ ،  $\sigma_n = 6$

(۱)  $\tau_n = 6$ ،  $\sigma_n = 8$

(۴)  $\tau_n = 7$ ،  $\sigma_n = 2$

(۳)  $\tau_n = 2$ ،  $\sigma_n = 7$

۴۵- در جسمی، میدان جابه‌جایی با مؤلفه‌هایی به شرح زیر اعمال شده است. پاره خط بسیار کوچک گذرا از نقطه  $(a, a, a)$  که امتداد آن با سه محور مختصات زوایای برابر می‌سازد تحت تأثیر این میدان جابه‌جایی چند درصد

افزایش طول خواهد یافت؟

$$u_1 = \frac{a}{1000} \left( \left( \frac{x_1}{a} \right)^2 + 2 \left( \frac{x_2}{a} \right) + 3 \left( \frac{x_3}{a} \right) \right),$$

(۱)  $0.5$

$$u_2 = \frac{a}{1000} \left( - \left( \frac{x_1}{a} \right) + \left( \frac{x_2}{a} \right)^2 + 2 \left( \frac{x_3}{a} \right) \right),$$

(۲)  $0.6$

$$u_3 = \frac{a}{1000} \left( 4 \left( \frac{x_1}{a} \right) - \left( \frac{x_2}{a} \right) + 4 \left( \frac{x_3}{a} \right)^2 \right),$$

(۳)  $0.7$

(۴)  $1.0$





