



292

F

## آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



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

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

رشته مهندسی عمران - سازه  
(کد ۲۳۰۷)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال ها و زمان پاسخ گویی

| مواد امتحانی  | تعداد سؤال | از شماره | تا شماره | زمان پاسخ گویی |
|---|------------|----------|----------|----------------|
| مجموعه دروس تخصصی:<br>- مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه ها)<br>- دینامیک سازه - تئوری الاستیسیته | ۴۵         | ۱        | ۴۵       | ۱۵۰ دقیقه      |

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

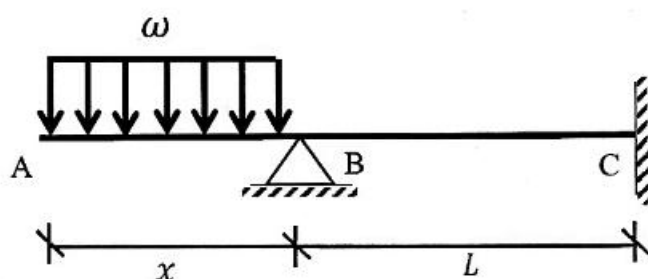
یارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

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

امضا:

۱- در تیر غیرمنشوری داده شده در تکیه‌گاه C با مقطع مربعی به ضلع  $b$ ، تنش خمشی حداکثر برابر  $\frac{3\omega}{b}$  است. در صورتی که

تحت بارگذاری اعمال شده، انحنای خمشی به فاصله  $\frac{L}{3}$  از تکیه‌گاه C برابر صفر باشد، آن‌گاه مقدار  $x$  کدام است؟



(۱)  $\sqrt{2} b$

(۲)  $\sqrt{3} b$

(۳)  $2 b$

(۴)  $3 b$

۲- یک تیر فولادی با مقطع مستطیلی تحت خمش قرار می‌گیرد به گونه‌ای که نیمی از سطح مقطع آن به تنش تسلیم  $\sigma_y$  می‌رسد. با فرض اینکه رفتار مقطع الاستیک - کاملاً پلاستیک باشد، اگر لنگر خمشی به طور کامل برداشته شود، مقدار تنش محوری در بالایی‌ترین تار مقطع چقدر خواهد بود؟

(۱)  $0.5\sigma_y$

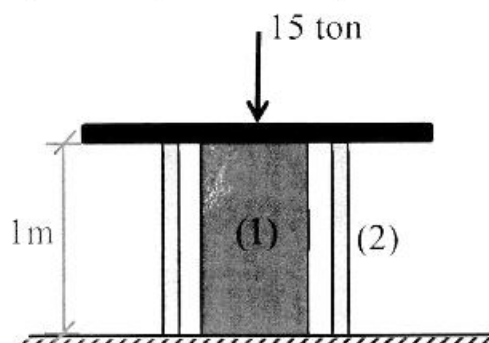
(۲)  $0.375\sigma_y$

(۳)  $0.25\sigma_y$

(۴) صفر

۳- میله توپر (۱) داخل غلاف لوله‌ای (۲) مطابق شکل قرار دارد و به مجموعه از طریق قطعه صلب نیروی ۱۵ ton اعمال شده است. دمای مجموعه چند درجه سلسیوس افزایش یابد تا تمام نیروی اعمال شده توسط میله (۱) تحمل شود؟

$(EA)_1 = 2(EA)_2 = 10^5 \text{ ton}, \alpha_2 = 15 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}, \alpha_1 = 20 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$



(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۳۰

(۴) ۴۰

۴ به طول  $L$  با سطح مقطع دایروی به شعاع  $C$  داریم. با این مفتول یک فنر ماریچ درست می‌کنیم. شعاع حلقه‌های این فنر برابر با  $R$  خواهد بود. سختی این فنر را با  $K$  نشان می‌دهیم. مقدار  $K$  متناسب با کدام گزینه است؟

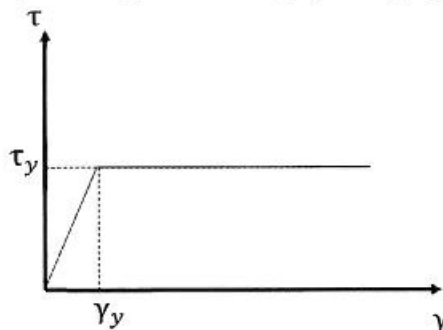
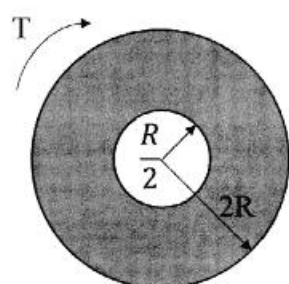
$$\frac{C^3}{RL} \quad (۲)$$

$$\frac{RL}{C^3} \quad (۴)$$

$$\frac{C^4}{R^2L} \quad (۱)$$

$$\frac{R^2L}{C^4} \quad (۳)$$

۵- در میله‌ای با مقطع توخالی و نمودار تنش - کرنش داده شده برای مصالح آن، مقدار لنگر پیچشی  $T$  که حداکثر کرنش برشی برابر با دو برابر کرنش تسلیم در میله ایجاد می‌کند، حدوداً کدام است؟



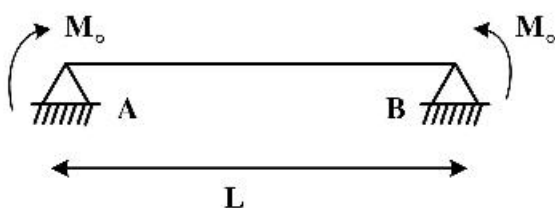
$$3\pi R^2 \tau_y \quad (۱)$$

$$4\pi R^2 \tau_y \quad (۲)$$

$$5\pi R^2 \tau_y \quad (۳)$$

$$6\pi R^2 \tau_y \quad (۴)$$

۶- ماکزیمم تغییر مکان عمودی تیر  $AB$  کدام است؟ (طول تیر  $L$ ، مدول الاستیسیته  $E$  و ممان اینرسی  $I$  است.)



$$\frac{EI}{M_0} \left\{ 1 - \sin \left[ \frac{M_0 L}{EI} \right] \right\} \quad (۱)$$

$$\frac{EI}{M_0} \left\{ 1 - \sin \left[ \frac{M_0 L}{2EI} \right] \right\} \quad (۲)$$

$$\frac{EI}{M_0} \left\{ 1 - \cos \left[ \frac{M_0 L}{EI} \right] \right\} \quad (۳)$$

$$\frac{EI}{M_0} \left\{ 1 - \cos \left[ \frac{M_0 L}{2EI} \right] \right\} \quad (۴)$$

۷- در یکی از صفحات یک المان تحت شرایط تنش مسطحه، تنش برشی  $\frac{kg}{cm^2}$  ۴۰۰ و تنش عمودی آن صفحه صفر

است. چنانچه یکی از تنش‌های اصلی در این المان  $\frac{kg}{cm^2}$  ۱۶۰ کششی باشد، آن‌گاه تنش برشی حداکثر در این المان

چند  $\frac{kg}{cm^2}$  است؟

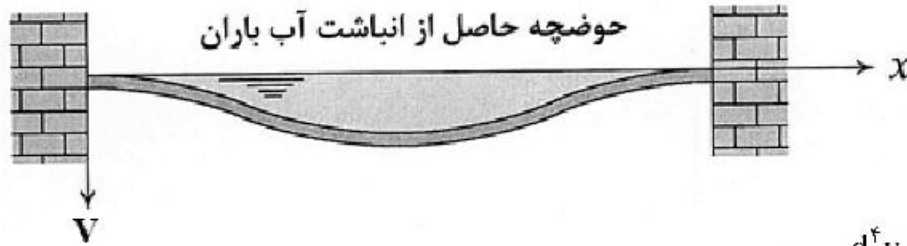
$$۸۰ \quad (۱)$$

$$۴۸۰ \quad (۲)$$

$$۵۰۰ \quad (۳)$$

$$۵۸۰ \quad (۴)$$

پذیر در حالت اولیه خود خطی مستقیم است. بر اثر بارش باران و وزن حاصل از انباشت آب باران مطابق شکل دچار تغییر شکل شده است. معادله دیفرانسیل حاکم بر تغییر شکل چنین تیری در کدام گزینه آمده است؟ (k عدد ثابت است.)



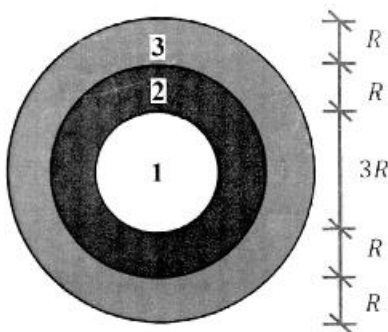
$$\frac{d^4 v}{dx^4} + k^2 v = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d^4 v}{dx^4} - k^2 v = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d^4 v}{dx^4} - 2k \frac{d^2 v}{dx^2} + k^2 v = 0 \quad (3)$$

$$\frac{d^4 v}{dx^4} + 2k \frac{d^2 v}{dx^2} - k^2 v = 0 \quad (4)$$

در مقطع غیرهمگنی ساخته شده از سه ماده مطابق شکل زیر، تحت لنگر پیچشی کدام ماده زودتر جاری می شود؟  
 $(\tau_{y1} = 2\tau_{y2} = 0.5\tau_{y3} \text{ و } G_1 = 1.5G_2 = 3G_3)$



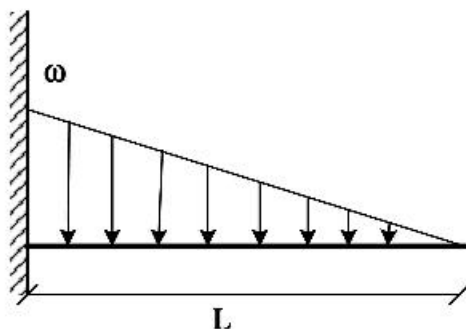
$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

(4) هر سه با هم جاری می شوند.

اگر در تکیه‌گاه مقدار لنگر تیر برابر با لنگر پلاستیک کامل تیر باشد، طول ناحیه پلاستیک کدام است؟ (ضریب شکل مقطع یعنی نسبت لنگر پلاستیک به لنگر تسلیم برابر با  $\alpha$  است.)



$$L \left( \sqrt{\frac{1}{\alpha}} \right) \quad (1)$$

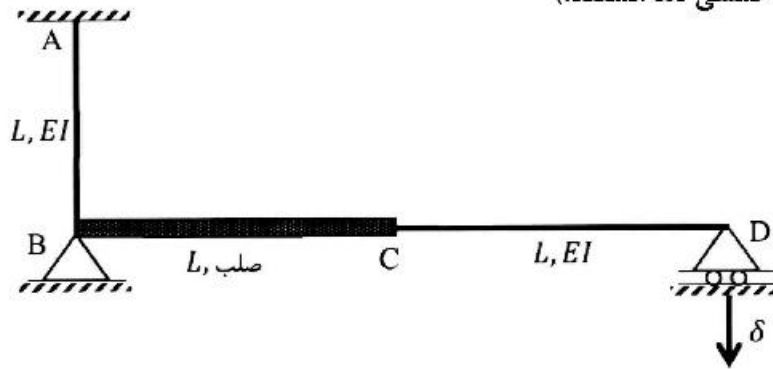
$$L \left( \sqrt[3]{\frac{1}{\alpha}} \right) \quad (2)$$

$$L \left( 1 - \sqrt{\frac{1}{\alpha}} \right) \quad (3)$$

$$L \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{1}{\alpha}} \right) \quad (4)$$

۱۱ مایش داده شده تکیه‌گاه D به مقدار  $\delta$  نشست داشته باشد، عکس‌العمل این تکیه‌گاه کدام است؟

صلب BC، AB و CD دارای صلبیت خمشی EI هستند.



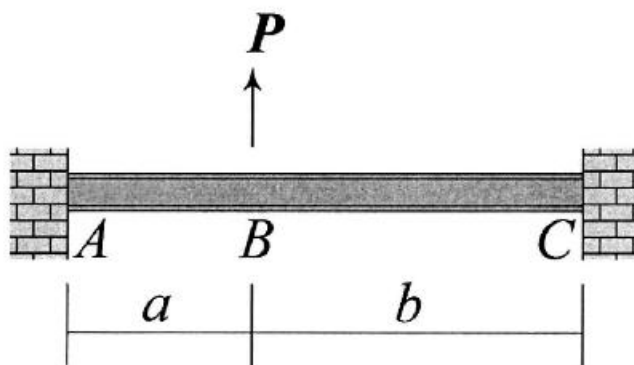
(۱)  $\frac{3EI\delta}{8L^2}$

(۲)  $\frac{3EI\delta}{5L^2}$

(۳)  $\frac{3EI\delta}{4L^2}$

(۴)  $\frac{3EI\delta}{2L^2}$

۱۲- در تیر نشان داده شده تغییر مکان عمودی نقطه B و دوران همان نقطه را به ترتیب با  $\Delta_B$  و  $\theta_B$  نشان می‌دهیم.



نسبت  $\frac{\Delta_B}{\theta_B}$  کدام است؟

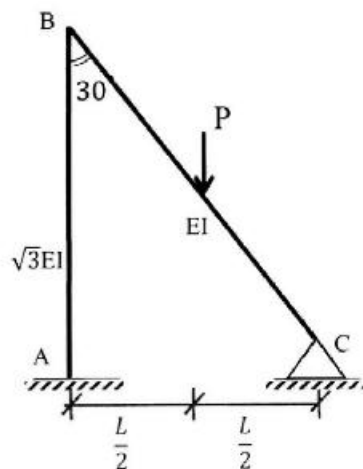
(۱)  $\frac{2ab}{3(b-a)}$

(۲)  $\frac{4ab}{3(b-a)}$

(۳)  $\frac{2ab(a+b)}{3(a^2+b^2)}$

(۴)  $\frac{4ab(a+b)}{3(a^2+b^2)}$

۱۳- لنگر تکیه‌گاه‌گیردار A در قاب زیر کدام است؟ (صلبیت خمشی AB برابر  $\sqrt{3}EI$  و صلبیت خمشی BC برابر EI است).



(۱)  $\frac{1}{11}PL$

(۲)  $\frac{3}{44}PL$

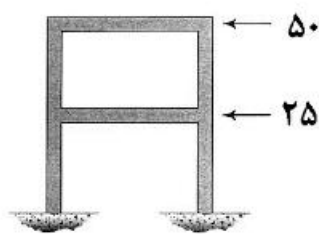
(۳)  $\frac{2}{33}PL$

(۴)  $\frac{1}{22}PL$

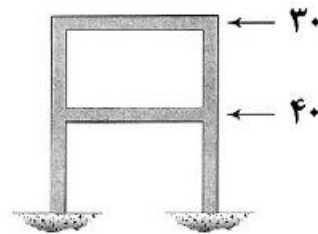


وضعیت بارگذاری مطابق شکل‌های (الف) و (ب) در نظر بگیرید. جابه‌جایی جانبی طبقات اول و دوم در

این قاب تحت بارگذاری‌های مزبور در جدول زیر آمده است. به جای علامت سؤال کدام عدد قرار می‌گیرد؟  
(نیروها بر حسب kN و جابه‌جایی بر حسب mm هستند.)



(ب)



(الف)

(الف) (ب)

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| جابه‌جایی طبقه اول | ۵ | ۶ |
| جابه‌جایی طبقه دوم | ۷ | ؟ |

(۲) ۶,۵۰

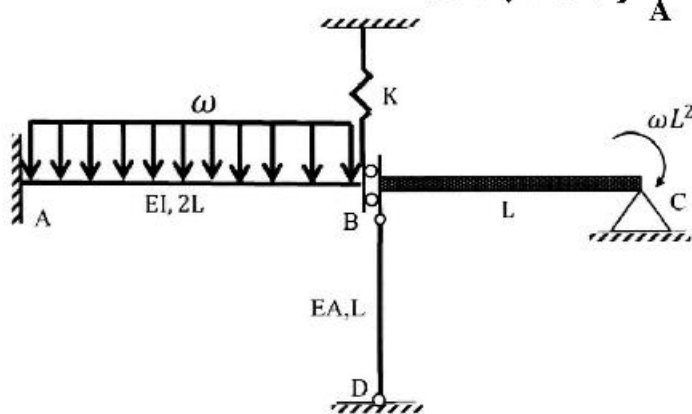
(۴) ۱۰,۰۰

(۱) ۴,۸۳

(۳) ۷,۸۳

۱۵- اگر نیروی ایجاد شده در میله BD به صلبیت محوری EA در سازه زیر برابر با  $\frac{\omega L}{2}$  باشد، آنگاه مساحت زیر نمودار

لنگر خمشی در فاصله AB کدام است؟ ( $\frac{I}{A} = 2L^2$  و BC صلب است.)



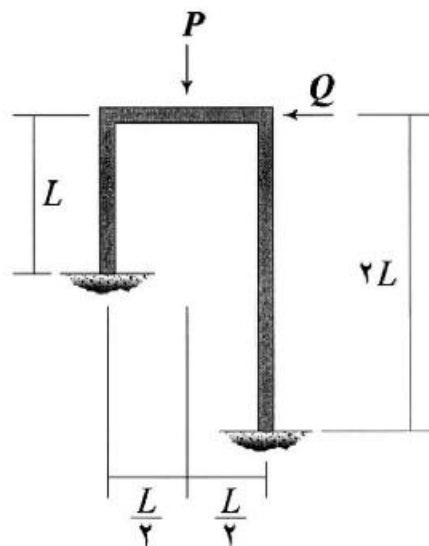
(۱)  $\omega L^2$

(۲)  $2\omega L^2$

(۳)  $3\omega L^2$

(۴)  $4\omega L^2$

۱۶- نسبت  $\frac{Q}{P}$  چقدر باشد تا قاب نشان داده شده فاقد جابه‌جایی جانبی شود؟ (EI برای تمامی اعضای قاب یکسان است.)



(۱)  $\frac{1}{16}$

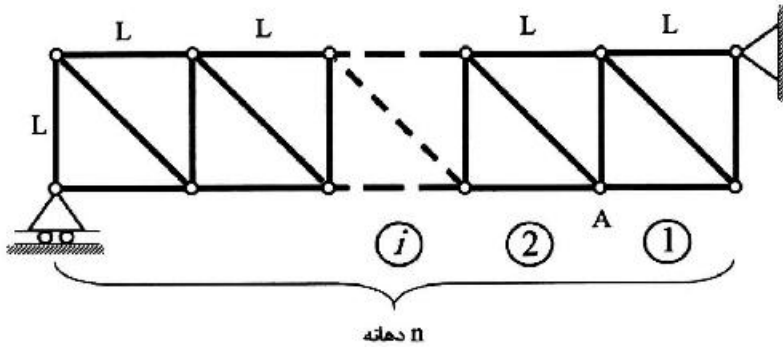
(۲)  $\frac{3}{32}$

(۳)  $\frac{9}{176}$

(۴)  $\frac{63}{352}$

شده دارای  $n$  دهانه به طول  $L$  است. ارتفاع نمودار خط تأثیر نیروی میله مورب دهانه هفتم در گره A

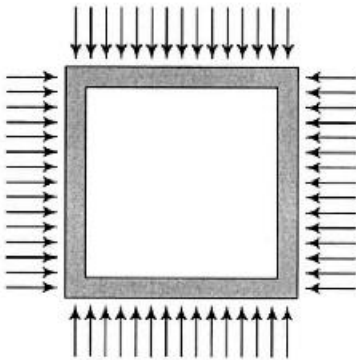
کدام است؟ (بار در تار تحتانی خریا حرکت می‌کند.)



- (۱)  $\frac{2}{n}$   
(۲)  $\frac{\sqrt{2}}{n}$   
(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{n}$   
(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2n}$

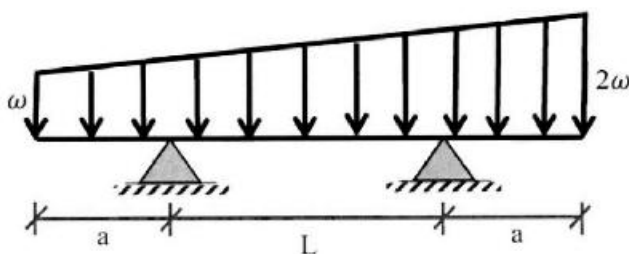
۱۸- قابی مربعی شکل به ضلع  $L$  تحت بارهای گسترده یکنواختی بر روی چهار ضلع خود به شدت  $\omega$  قرار می‌گیرد.

مساحت داخل قاب به چه میزان کاهش می‌یابد؟ (برای تمامی اعضاء یکسان است.)



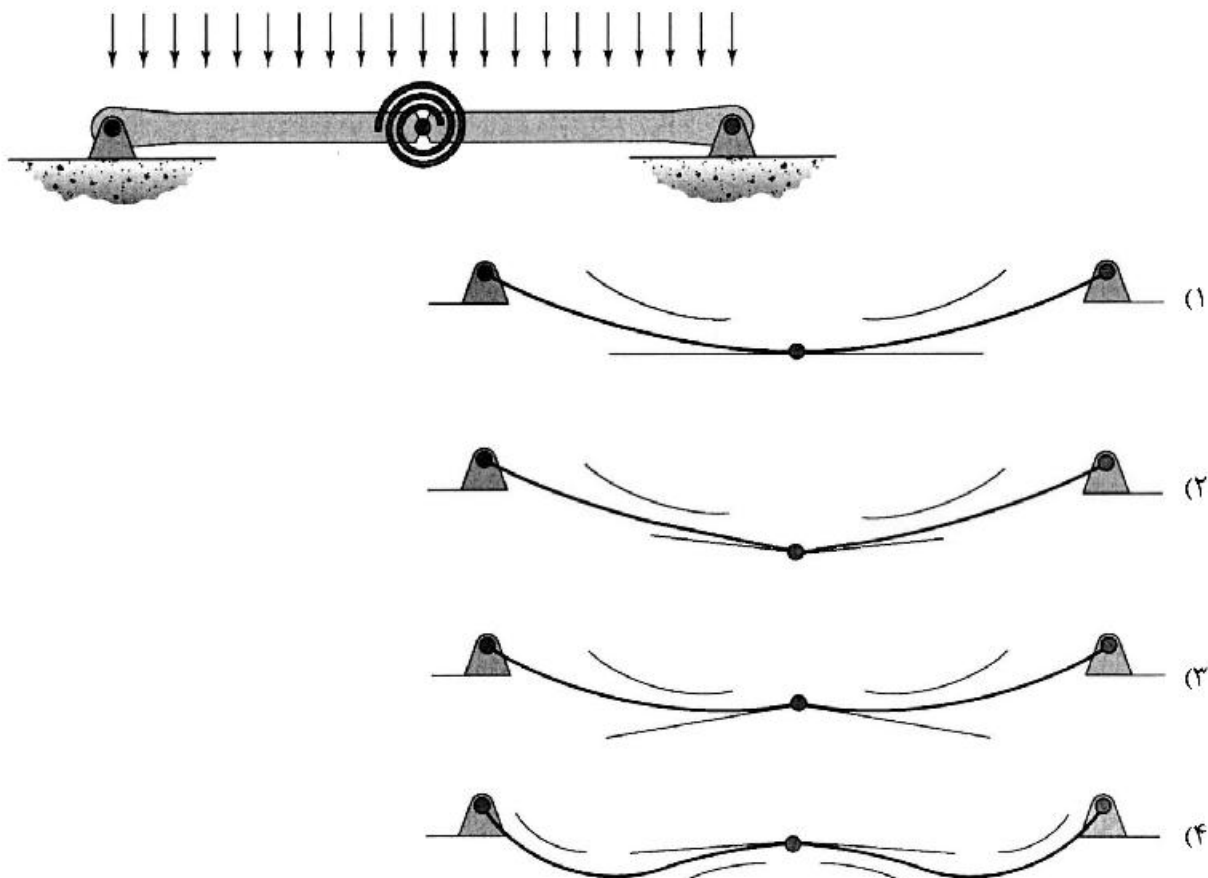
- (۱)  $\frac{\omega L^5}{384EI}$   
(۲)  $\frac{\omega L^5}{96EI}$   
(۳)  $\frac{\omega L^5}{720EI}$   
(۴)  $\frac{\omega L^5}{180EI}$

۱۹- در تیر مقابل طول  $a$  چقدر باشد تا حداکثر لنگر خمشی در وسط تیر اتفاق افتد؟



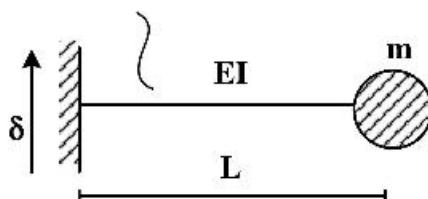
- (۱)  $\frac{1}{5}L$   
(۲)  $L$   
(۳)  $\frac{3}{5}L$   
(۴)  $\frac{2}{5}L$

۱۰. شده در نقطه میانی خود یک اتصال مفصلی به انضمام یک فنر پیچشی دارد. تغییر شکل آن تحت بارگذاری نشان داده شده بر کدام گزینه منطبق است؟ در گزینه‌ها مماس وارد بر طرفین مفصل و همچنین جهت تقعر تیر نمایش داده شده است. (تیر متقارن است و سختی خمشی آن در تمام طول تیر یکسان است).



۲۱- جرم جسم شکل زیر برابر با ۳ton و طول میله برابر ۱۰m است. اگر میله تحت ارتعاش دینامیکی تکیه‌گاه با رابطه  $\delta^{(m)} = 0.1 \sin(12t)$  قرار گیرد، حداکثر EI (بر حسب  $N.m^2$ ) چقدر باشد، چنانچه بخواهیم جابه‌جایی حداکثر دینامیکی جرم به ۲/۵cm محدود شود؟ (سیستم بدون میرایی)

میله بدون جرم



(۱)  $16 \times 10^6$

(۲)  $24 \times 10^6$

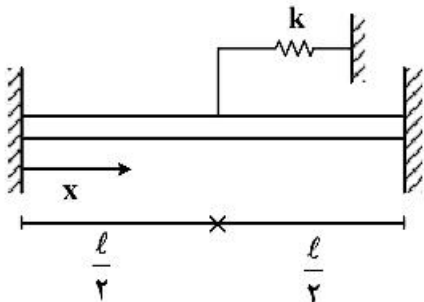
(۳)  $48 \times 10^6$

(۴)  $96 \times 10^6$



۲۱- سیم و سیم یک میله یکنواخت به طول  $\ell$  به فنری به سختی  $k = \frac{EA}{\ell}$  متصل شده است. اولین فرکانس طبیعی این

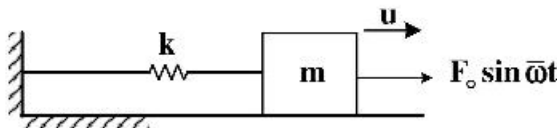
میله با استفاده از روش رایلی و تابع شکل  $u(x) = x(x - \ell)$  کدام است؟ (  $\rho$  جرم واحد حجم میله،  $E$  مدول الاستیسیته و  $A$  سطح مقطع میله است.)



$$\sqrt{\frac{25}{2} \frac{E}{\rho \ell^2}} \quad (2) \quad \sqrt{\frac{95}{8} \frac{E}{\rho \ell^2}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{35}{8} \frac{E}{\rho \ell^2}} \quad (4) \quad \sqrt{\frac{38}{3} \frac{E}{\rho \ell^2}} \quad (3)$$

۲۳- یک سیستم میرا دارای میرائی کولمب ناشی از اصطکاک تحت بار سینوسی در شرایط تشدید قرار می‌گیرد و پاسخ آن  $\pi$  برابر پاسخ استاتیکی ثبت می‌شود. اگر در لحظه‌ای که پاسخ پایدار حداکثر است بار سینوسی قطع شود، بعد از چند نیم سیکل سیستم خواهد ایستاد؟ ( $\pi \approx 3$ )

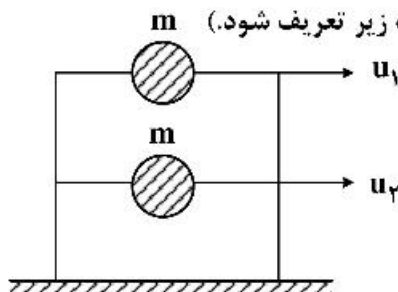


- ۱ (۱)  
۲ (۲)  
۳ (۳)  
۴ (۴)

۲۴- اگر ماتریس جرم یک سازه  $\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & am \end{bmatrix}$  و اشکال مودی آن  $\Phi_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.5 \end{bmatrix}$  و  $\Phi_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1/6 \end{bmatrix}$  باشد. در این صورت مقدار  $a$  چقدر است؟

- ۰.۷۵ (۱)  
۱.۲۵ (۲)  
۱.۵ (۳)  
۲.۰ (۴)

۲۵- اگر بردار مود شکل‌های یک قاب برشی ۲ طبقه به صورت زیر در نظر گرفته شود، مقدار حداکثر جابه‌جایی درجه آزادی  $u_1$  تقریباً چند سانتی‌متر خواهد بود؟ (در صورتی که طیف جابه‌جایی به صورت زیر تعریف شود.)



$$S_d = \frac{0.05}{T} \leq 0.075$$

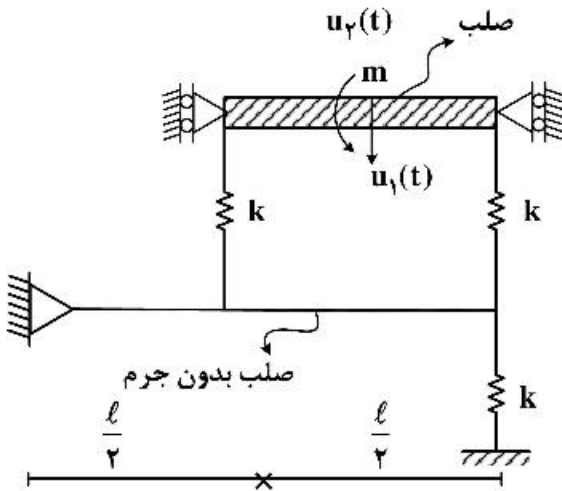
$$\Phi_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.7 \end{bmatrix}, \quad \Phi_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1.5 \end{bmatrix}$$

$$T_1 = 0.5^s, \quad T_2 = 1.0^s$$

- ۳.۵ (۱)  
۵ (۲)  
۷.۵ (۳)  
۸.۵ (۴)

۱۶- در سیستم نشان داده شده، جرم  $m$  به طول  $\frac{\ell}{4}$  و صلب است و فقط در راستای قائم می‌تواند حرکت کند درایه

سختی  $K_{۲۲}$  ماتریس سختی برای درجه آزادی  $\begin{Bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{Bmatrix}$  در مرکز جرم  $m$  کدام است؟



(۱)  $\frac{2}{81} k \ell^2$

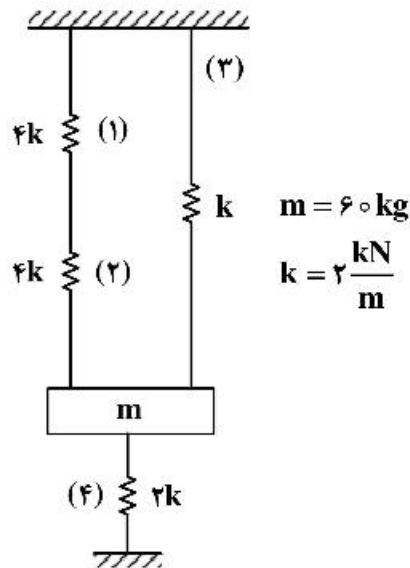
(۲)  $\frac{5}{18} k \ell^2$

(۳)  $\frac{17}{144} k \ell^2$

(۴)  $\frac{17}{136} k \ell^2$

۲۷- اگر سیستم در وضعیت نشان داده شده در حال تعادل استاتیکی باشد و فنر (۴) به یکباره پاره شود، حداکثر سرعت

جرم (بر حسب متر بر ثانیه) در حال ارتعاش کدام است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ) (سیستم بدون میرایی است).



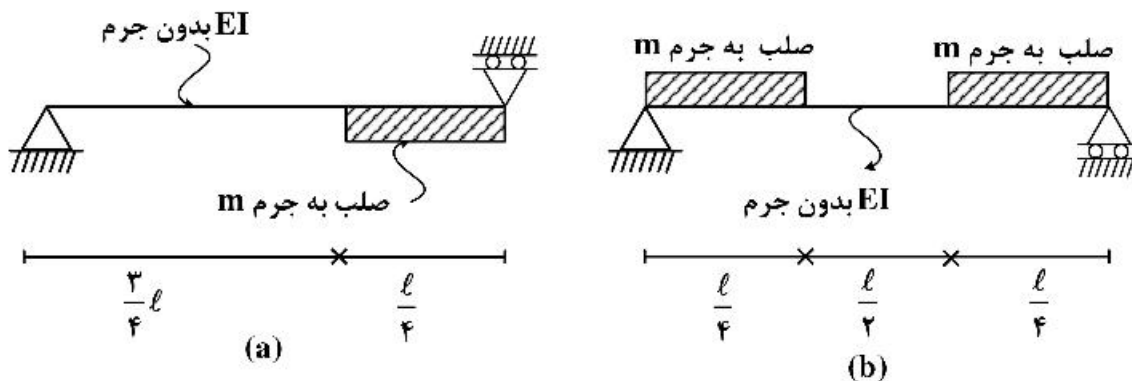
(۱)  $0.2$

(۲)  $0.4$

(۳)  $0.5$

(۴)  $0.6$

در مورد فرکانس مود اول و دوم سیستم (b) درست است؟



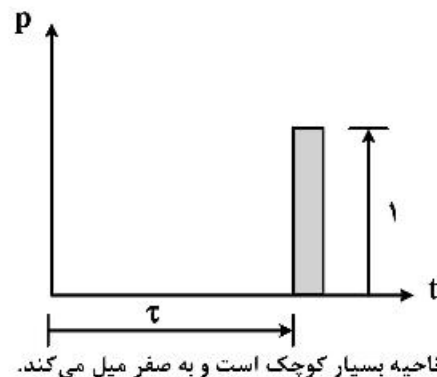
$$\omega_1^a > \omega_1^b, \quad \omega_2^a > \omega_2^b \quad (2)$$

$$\omega_1^a > \omega_1^b, \quad \omega_2^a < \omega_2^b \quad (4)$$

$$\omega_1^a < \omega_1^b, \quad \omega_2^a > \omega_2^b \quad (1)$$

$$\omega_1^a < \omega_1^b, \quad \omega_2^a < \omega_2^b \quad (3)$$

۲۹- حداکثر جابه‌جایی یک سیستم یک درجه آزادی تحت اثر بار واحد ضربه‌ای دیراک  $p(t) = \delta(t)$  از کدام رابطه به دست می‌آید؟



ناحیه بسیار کوچک است و به صفر میل می‌کند.

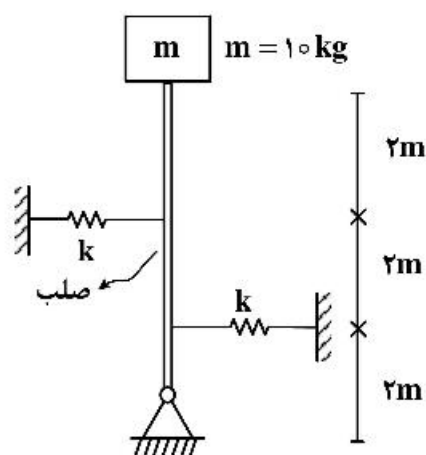
$$u_o = \frac{1}{m\omega_n} \exp \left[ -\frac{\zeta}{\sqrt{1+\zeta^2}} \tan^{-1} \left( \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right) \right] \quad (1)$$

$$u_o = \frac{1}{m\omega_n} \exp \left[ \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \tan^{-1} \left( \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right) \right] \quad (2)$$

$$u_o = \frac{1}{m\omega_n} \exp \left[ \frac{\zeta}{\sqrt{1+\zeta^2}} \tan^{-1} \left( \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right) \right] \quad (3)$$

$$u_o = \frac{1}{m\omega_n} \exp \left[ -\frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \tan^{-1} \left( \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right) \right] \quad (4)$$

۳۰- مقدار k بر حسب نیوتن بر متر چقدر باشد، تا زمان تناوب سیستم برابر ۲s شود؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$  ( $\pi^2 = 10$ )



$$180 \quad (1)$$

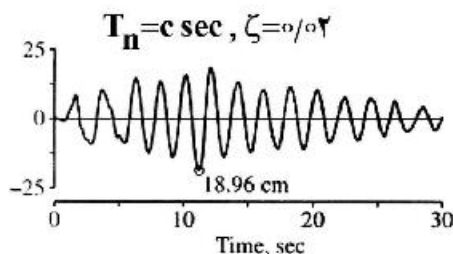
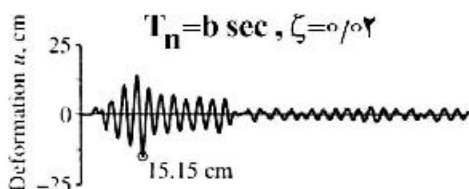
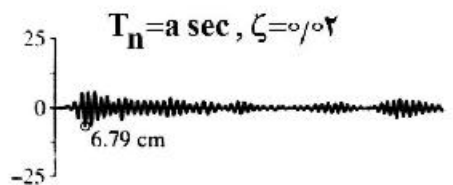
$$240 \quad (2)$$

$$360 \quad (3)$$

$$480 \quad (4)$$

ایسی سه سیستم یک درجه آزادی تحت اثر رکورد زلزله ال سنتر و مطابق شکل زیر است. نسبت میرایی

برای هر سه سیستم برابر ۰/۰۲ است. کدام گزینه برای زمان تناوب اصلی سیستمها درست است؟



(۱)  $b > a > c$

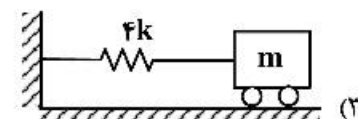
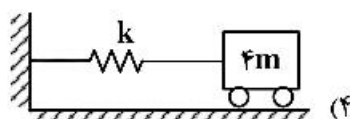
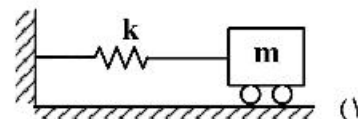
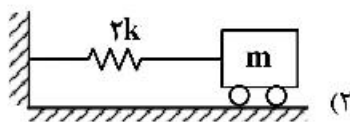
(۲)  $a > c > b$

(۳)  $a > b > c$

(۴)  $c > b > a$

۳۲- چهار سیستم نمایش داده شده تحت تحریک متناوب با فرکانس  $2\sqrt{\frac{k}{m}}$  قرار گرفته‌اند. در صورتی که بخواهیم

میراگری با ضریب میرایی  $c$  به سیستمها اضافه نماییم، بیشترین مقدار کاهش پاسخ مربوط به کدام سیستم است؟



۳۳- یک سیستم یک درجه آزادی با یک نیروی سینوسی تحریک می‌شود. در حالت تشدید دامنه جابه‌جایی ۱۰ سانتی‌متر است. در فرکانس تحریکی معادل یک دهم فرکانس طبیعی سیستم، دامنه جابه‌جایی ۰/۵ سانتی‌متر است. نسبت میرایی سیستم حدوداً چقدر است؟

(۴) ۰/۱

(۳) ۰/۰۵

(۲) ۰/۰۳۵

(۱) ۰/۰۲۵

۳۴- ماتریس تنش در یک نقطه در دستگاه مختصات کارتزین به شرح زیر داده شده است. چند صفحه از این نقطه می‌توان عبور داد که عاری از ترکشن (traction free) باشد؟

$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

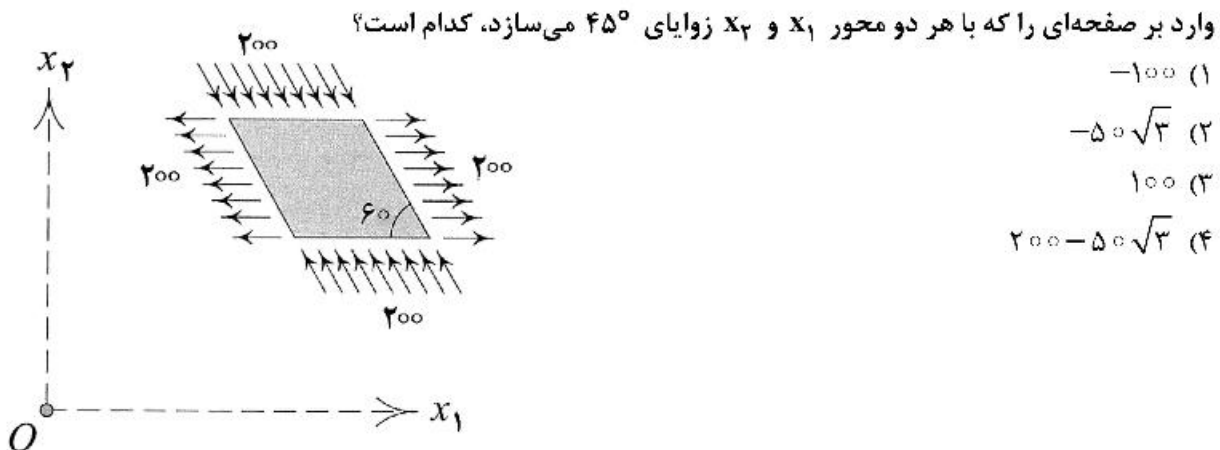
(۴) بی‌نهایت

(۳) ۲

(۲) ۱

(۱) صفر

۵. ضخامت واحد تحت بارگذاری نشان داده شده قرار دارد (ارقام برحسب MPa هستند). تنش نرمال



۳۶- اگر  $Q$  نقطه‌ای واقع بر سطح یک جسم باربرداری شده باشد، کدامیک از ماتریس‌های تنش داده شده در گزینه‌ها نمی‌تواند معرف ماتریس تنش در نقطه  $Q$  باشد؟

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 3 \\ 3 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 3 & 4 & 3 \\ 0 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & 3 \\ 2 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

۳۷- در کدامیک از میدان‌های جابه‌جایی زیر، علاوه بر کرنش، دوران صلب نیز ایجاد می‌شود؟ ( $u$  و  $v$  و  $w$  مقادیر جابه‌جایی در راستاهای متعامد  $x$ ،  $y$  و  $z$  هستند).

$$u = 3x^2, v = 2y, w = 1 \quad (۲)$$

$$u = v = w = x^2 + y^2 + z^2 \quad (۱)$$

$$u = \cos x, v = \cos y, w = 0 \quad (۴)$$

$$u = v = w = x + y + z \quad (۳)$$

۳۸- در یک محیط الاستیک خطی همسانگرد سه بعدی، در حال تعادل استاتیکی و بدون وجود نیروهای حجمی، میدان تنش به صورت تانسور زیر داده شده است. کدامیک از توابع زیر به‌عنوان کلی‌ترین شکل ممکن برای  $\sigma = \sigma(x, y, z)$  قابل قبول است؟

$$\begin{bmatrix} \sigma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$k_1 y + k_2 z + k_3 \quad (۲)$$

$$k_1 x + k_2 y + k_3 z + k_4 \quad (۴)$$

$$k_1 x + k_2 y + k_3 \quad (۱)$$

$$k_1 x + k_2 z + k_3 \quad (۳)$$



۳۹- در یک جسم، تانسور کرنش بدین شرح  $\epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon_{11}(x_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ، برقرار است. کدام یک از موارد زیر برای نیروی

حجمی وارد بر این جسم درست است؟

( $b_i$  مؤلفه نیروی حجمی در دستگاه مختصات کارتزین  $(x_1, x_2, x_3)$  است.  $c_i$  ثابت دلخواه است.)

(۱)  $b_1 = b_1(x_1)$  ،  $b_2 = b_3 = 0$

(۲)  $b_1 = b_1(x_1, x_2, x_3)$  ،  $b_2 = b_2(x_2)$  ،  $b_3 = b_3(x_3)$

(۳)  $b_1 = b_1(x_1, x_2, x_3)$  ،  $b_2 = c_2$  ،  $b_3 = c_3$

(۴)  $b_1 = b_1(x_1)$  ،  $b_2 = c_2$  ،  $b_3 = c_3$

۴۰- برای توابعی مشتق پذیر همانند  $F_i$  می‌دانیم که  $\nabla^T F_i = 0$ ، اگر مؤلفه میدان جابه‌جایی یک مسئله در غیاب هرگونه

نیروی حجمی برحسب این توابع به صورت  $u_i = \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} F_j + k \nabla^T F_i$  بیان شود، برای ارضای معادلات تعادل

استاتیکی،  $k$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}$

(۲)  $-\frac{\lambda + \mu}{\lambda}$

(۳)  $-\frac{\lambda + 3\mu}{\lambda + 2\mu}$

(۴)  $-\frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}$

۴۱- استوانه‌ای توپر تحت بارگذاری محوری قرار می‌گیرد. در حالت (الف) گرداگرد استوانه آن گونه مقید شده که هیچ

تغییر شکل جانبی در سرتاسر استوانه رخ ندهد. اما در حالت (ب) سطح مقطع استوانه می‌تواند آزادانه تغییر شکل

دهد. شیب نمودار تنش - کرنش محوری را در حالات (الف) و (ب) به ترتیب با  $E_1$  و  $E_2$  نشان می‌دهیم. کدام گزاره

درست است؟

(۱)  $E_2$  هیچگاه از  $E_1$  کوچکتر نخواهد بود.

(۲)  $E_1$  هیچگاه از  $E_2$  کوچکتر نخواهد بود.

(۳)  $E_1$  و  $E_2$  هیچگاه نمی‌توانند با هم برابر باشند.

(۴) بسته به نسبت پواسون،  $E_1$  می‌تواند نسبت به  $E_2$  کوچکتر، بزرگتر و یا برابر آن باشد.

۴۲- دو سر یک استوانه تو خالی در بین دو دیواره صلب بدون اصطکاک آن گونه مقید شده که هیچ تغییر طول محوری در

استوانه رخ ندهد. دمای این استوانه به میزان  $50^\circ\text{C}$  افزایش می‌یابد. در این جسم نسبت پواسون و ضریب انبساط

حرارتی به ترتیب برابرند با  $\nu = 0.25$  و  $\alpha = 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ . سطح مقطع استوانه چند درصد افزایش مساحت خواهد

داشت؟

(۱)  $0.625$

(۲)  $0.125$

(۳)  $0.25$

(۴)  $0.1$

ه الاستیسیته، مؤلفه‌های میدان جابه‌جایی به شرح زیر است:

$$u_1 = u_2 = 0 ; u_3 = \frac{b}{2\pi} \tan^{-1} \left( \frac{x_2}{x_1} \right)$$

که در اینجا  $b$  عدد ثابت است. تابع چگالی انرژی کرنشی چند برابر  $\frac{\mu b^2}{\pi^2} \left( \frac{1}{x_1^2 + x_2^2} \right)$  کدام است؟

$$\frac{1}{4} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{8} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{16} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{32} \quad (۱)$$

۴۴- معادله ساختاری یک مصالح الاستیک ارتوتروپیک در حالت تنش صفحه‌ای به صورت زیر است، که در آن  $D$  یک ثابت است. معادله سازگاری حاکم بر یک محیط ساخته شده از این مصالح در شرایط تعادل استاتیکی و بدون نیروهای حجمی بر حسب تابع تنش ایری  $\phi$  در کدام گزینه آمده است؟

$$\epsilon_{xx} = \epsilon_{yy} = D(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})$$

$$\epsilon_{xy} = 2D\sigma_{xy}$$

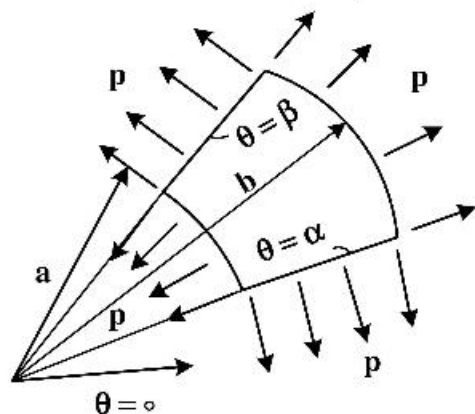
$$\nabla^2 \phi = 0 \quad (۲)$$

$$\nabla^4 \phi = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + 6 \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} = 0 \quad (۴)$$

$$\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} = 0 \quad (۳)$$

۴۵- صفحه شکل زیر متشکل از مصالح همسانگرد با مدول یانگ  $E$  و نسبت پواسون  $\nu$  تحت کشش همه جانبه  $p$  قرار دارد. تابع تنش ایری مناسب برای به دست آوردن تنش‌ها در این صفحه، کدام است؟



$$\phi(r, \theta) = C_1 r^2 + C_2 \ln r + C_3 r^2 \ln r + C_4 r^2 \theta \quad (۱)$$

$$\phi(r, \theta) = C_1 r^2 + C_2 \ln r + C_3 r^2 \ln r \quad (۲)$$

$$\phi(r, \theta) = C_1 r^2 + C_2 \ln r \quad (۳)$$

$$\phi(r, \theta) = C_1 r^2 \quad (۴)$$





به اطلاع می‌رساند، کلید اولیه سوالات که در این سایت قرار گرفته است، غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظران کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1400/12/17 با مراجعه به سامانه پاسخگویی اینترنتی (request.sanjesh.org) نسبت به تکمیل فرم "اعتراض به کلید سوالات" / "آزمون دکتری سال 1401" اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط تا تاریخ مذکور و از طریق فرم ذکر شده دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر (نامه مکتوب یا فرم عمومی در سامانه پاسخگویی و ...) یا پس از تاریخ اعلام شده رسیدگی نخواهد شد.



| عنوان دفترچه        | نوع دفترچه | شماره پاسخنامه | گروه امتحانی |
|---------------------|------------|----------------|--------------|
| مهندسی عمران - سازه | F          | 1              | مهندسی و فنی |

| شماره سوال | گزینه صحیح | شماره سوال | گزینه صحیح |
|------------|------------|------------|------------|
| 1          | 1          | 31         | 4          |
| 2          | 2          | 32         | 3          |
| 3          | 3          | 33         | 1          |
| 4          | 1          | 34         | 4          |
| 5          | 3          | 35         | 1          |
| 6          | 4          | 36         | 3          |
| 7          | 4          | 37         | 1          |
| 8          | 2          | 38         | 2          |
| 9          | 2          | 39         | 1          |
| 10         | 3          | 40         | 4          |
| 11         | 3          | 41         | 2          |
| 12         | 1          | 42         | 2          |
| 13         | 2          | 43         | 3          |
| 14         | 4          | 44         | 4          |
| 15         | 1          | 45         | 4          |
| 16         | 2          |            |            |
| 17         | 3          |            |            |
| 18         | 4          |            |            |
| 19         | 4          |            |            |
| 20         | 2          |            |            |
| 21         | 3          |            |            |
| 22         | 1          |            |            |
| 23         | 2          |            |            |
| 24         | 2          |            |            |
| 25         | 4          |            |            |
| 26         | 3          |            |            |
| 27         | 2          |            |            |
| 28         | 1          |            |            |
| 29         | 4          |            |            |
| 30         | 2          |            |            |

خروج