

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir

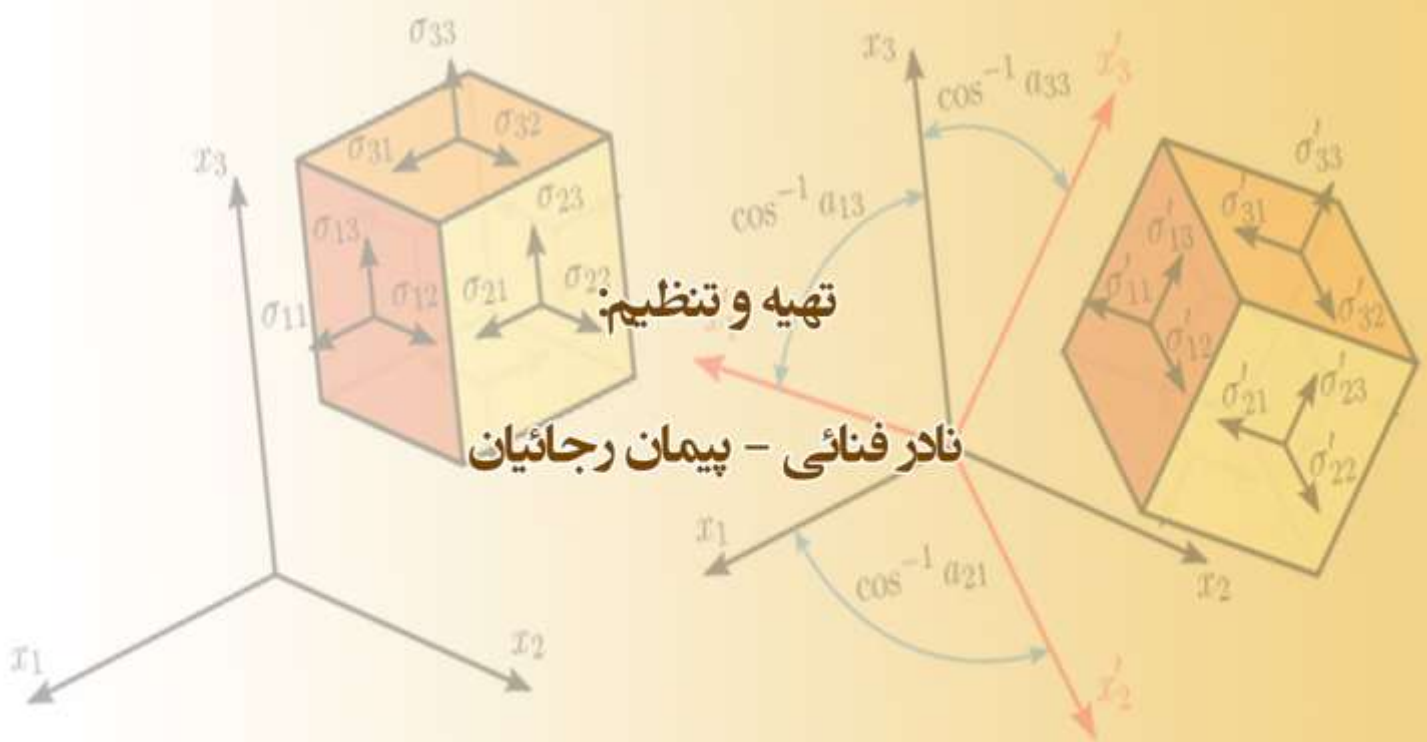
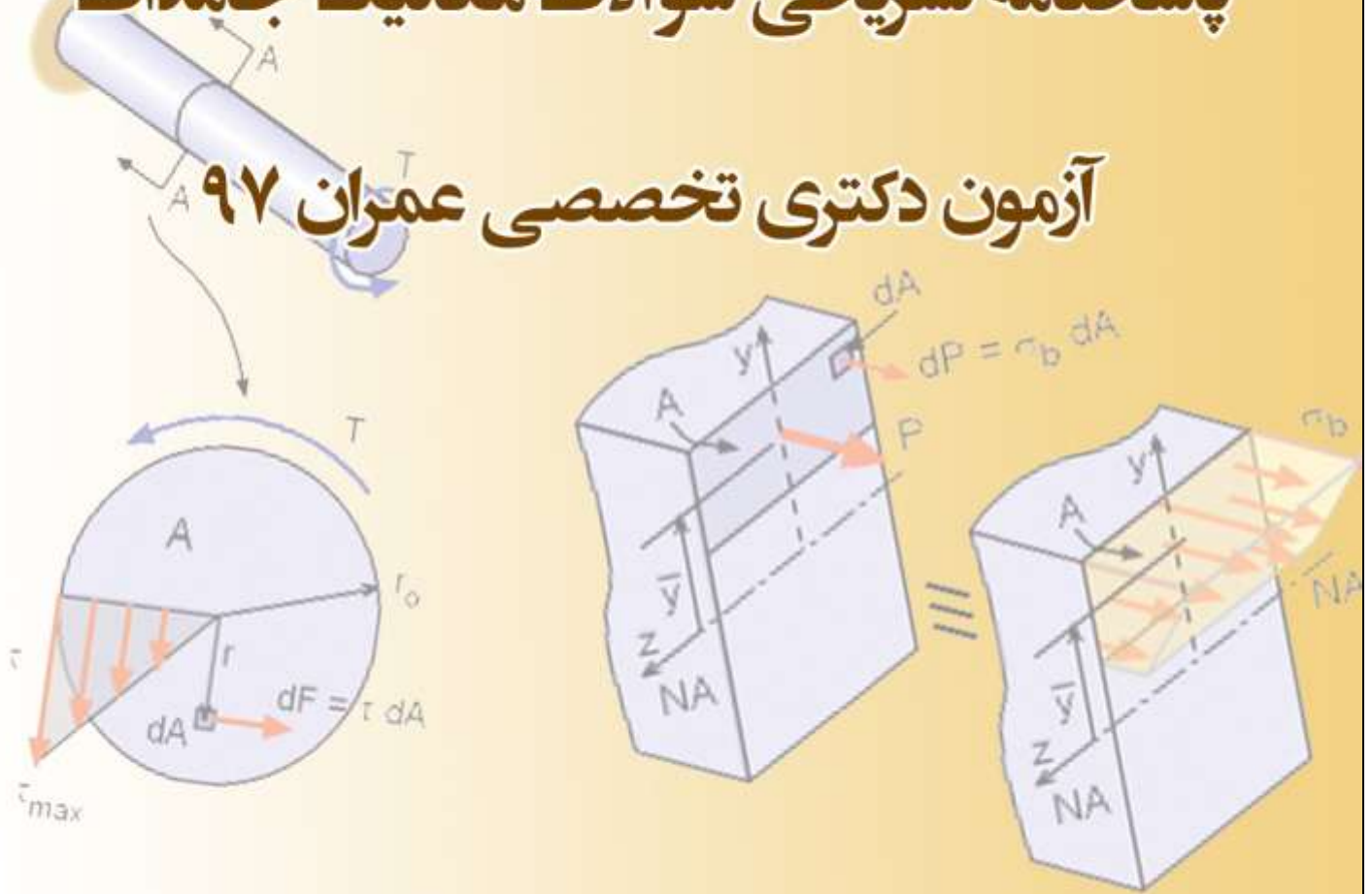


icivil.ir



پاسخنامه تشریحی سؤالات مکانیک جامدات

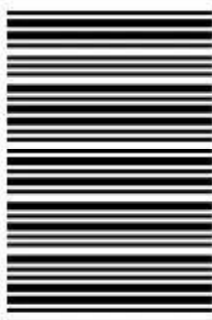
آزمون دکتری تخصصی عمران ۹۷



کد کنترل

291

E



291E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

<p>صبح جمعه ۱۳۹۶/۱۲/۴ دفترچه شماره (۱)</p>	 <p>جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور</p>	<p>«گر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.» امام خمینی (ره)</p>		
<p>آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۷</p>				
<p>رشته مهندسی عمران - سازه (کد ۲۳۰۷)</p>				
<p>مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه</p>	<p>تعداد سؤال: ۴۵</p>			
<p>عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات</p>				
ردیف	عنوان 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
<p>این آزمون نمره منفی دارد.</p>		<p>استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.</p>		
<p>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 می‌نماید.</p>				

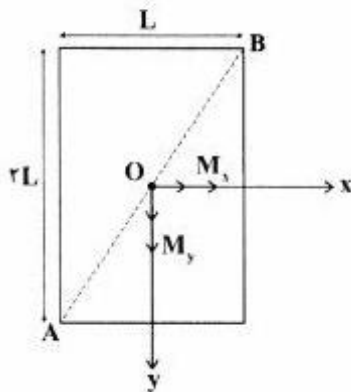
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

- ۱- چنانچه داخل لوله‌ای جدار نازک به شعاع R و به ضخامت $t = \frac{R}{16}$ و مدول ارتجاعی E ، با مصالحی به مدول ارتجاعی $\frac{E}{8}$ پر شود، در اینصورت بار کماتش اوپلر ستون لوله‌ای توپر چند برابر ستون مشابه لوله‌ای توخالی خواهد بود؟
- (۱) ۱٫۵
(۲) ۱٫۷۵
(۳) ۲
(۴) ۲٫۲۵

- ۲- مقطع مستطیلی یک تیر مطابق شکل تحت اثر همزمان لنگرهای خمشی M_x و M_y قرار گرفته است. نسبت M_x به M_y چقدر باشد تا اینکه قطر AB محور خنثی شود؟

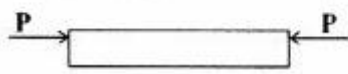


- (۱) $+\frac{1}{2}$
(۲) $-\frac{1}{2}$
(۳) $+2$
(۴) -2

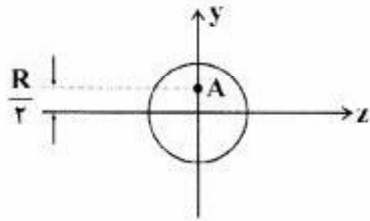
- ۳- در اثر اعمال لنگر پیچشی T در مقطعی لوله‌ای جدار نازک، تنش برشی τ ایجاد شده است. چنانچه علاوه بر T ، لنگر خمشی $M = T$ نیز به مقطع اعمال شود، تنش برشی حداکثر مقطع، چند برابر خواهد شد؟

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

۴- نیروهای P به دو مقطع انتهایی میله کوتاه مطابق شکل (در جهت محور x) در نقطه A از مقاطع وارد می‌شوند.



نسبت تنش حداکثر کششی به تنش حداکثر فشاری چقدر است؟



(۱) $\frac{1}{3}$

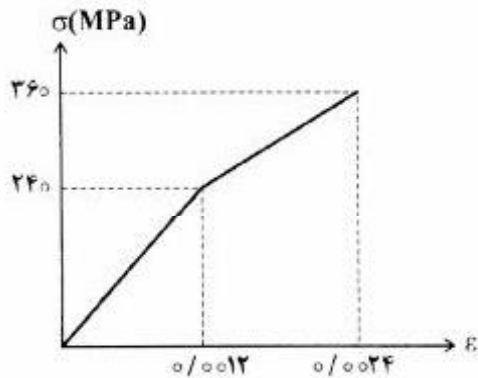
(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) ۲

(۴) ۳

۵- میله‌ای با جنس مصالحی که رفتار آن از منحنی مطابق شکل تبعیت می‌کند، در آزمایش تحت بار محوری، تا کرنش

0.0024 به پیش می‌رود و در این کرنش، بار برداری می‌شود. مقدار انرژی تلف شده چند kJ برآورد می‌شود؟



(۱) ۱۸۰

(۲) ۲۸۰

(۳) با توجه به داده‌ها، چنین مصالحی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

(۴) برای تعیین انرژی تلف شده، مدول ارتجاعی باید معلوم باشد.

۶- یک تیر دو سرگیردار در فاصله یک سوم طول دهانه از تکیه‌گاه سمت چپ، تحت اثر لنگر متمرکز پیچشی T و در

فاصله یک سوم طول دهانه از تکیه‌گاه سمت راست نیز تحت اثر لنگر متمرکز پیچشی T ولی در جهت خلاف لنگر

پیچشی قبلی قرار می‌گیرد. لنگرهای عکس العمل تکیه‌گاهی برابر کدام مقدار است؟

(۱) صفر

(۲) $\frac{T}{3}$

(۳) $\frac{T}{2}$

(۴) T

۷- در یک جسم استوانه‌ای توخالی با مقطع به شعاع خارجی R_2 و شعاع داخلی R_1 ، چنانچه تمام ابعاد مقطع، دو

برابر شود، مقاومت پیچشی چند برابر می‌شود؟

(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۸

۸- مقطع مستطیلی یک تیر به ارتفاع h و عرض b از دو جنس مختلف تشکیل شده به طوری که یک چهارم فوقانی و تحتانی دارای مدول ارتجاعی E_1 و یک دوم میانی دارای مدول ارتجاعی E_2 می باشند. نسبت E_1 به E_2 چقدر باشد تا نصف لنگر خمشی اعمالی به مقطع توسط جنس میانی تحمل شود؟

(۱) ۳

(۲) ۵

(۳) ۷

(۴) ۹

۹- براساس اندازه گیری های انجام شده در نقطه ای از بدنه خارجی یک جسم عاری از بار خارجی، کرنش های اصلی بر روی سطح بدنه برابر 0.001 و 0.0005 می باشند. کرنش عمود بر سطح بدنه در نقطه فوق حدوداً چقدر می باشد؟ (مدول ارتجاعی برابر 200 GPa و ضریب پواسون برابر 0.25 می باشند)

(۱) $+0.0002$ (۲) -0.0003 (۳) $+0.0004$ (۴) -0.0005

۱۰- یک تیر دو سر گیردار به طول دهانه L ، سطح مقطع ثابت A ، مدول ارتجاعی E و ضریب انبساط حرارتی α به طور غیریکنواخت با رابطه $\Delta T(x) = \Delta T_0 \left(\frac{x}{L}\right)^2$ حرارت داده می شود (مبدأ مختصات در تکیه گاه گیردار سمت چپ قرار دارد و بنابراین $\Delta T(x=0) = 0$ و $\Delta T(x=L) = \Delta T_0$). مقدار تنش قائم حداکثر در میله چه ضریبی از $E\alpha\Delta T_0$ می باشد؟

(۱) $\frac{1}{4}$

(۲) $\frac{1}{3}$

(۳) $\frac{1}{2}$

(۴) ۱

۱۱- در یک تیر دو سر گیردار با صلبیت خمشی ثابت EI ، نیروی متمرکز قائم P در نقطه D به فاصله L_1 از A (تکیه گاه سمت چپ) و L_2 از B (تکیه گاه سمت راست) اعمال می شود. اگر قدرمطلق لنگر در A و B به ترتیب a و b باشند، قدرمطلق لنگر در D کدام است؟

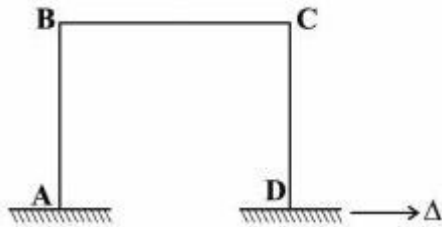
(۱) $\frac{aL_1 + bL_2}{2L_1L_2}$

(۲) $\frac{aL_2 + bL_1}{2L_1L_2}$

(۳) $\frac{aL_1 + bL_2}{L_1 + L_2}$

(۴) $\frac{aL_2 + bL_1}{L_1 + L_2}$

۱۲- در قاب مطابق شکل، ارتفاع هر دو ستون AB و DC و طول تیر BC برابر L و صلبیت خمشی هر یک از دو ستون برابر EI و صلبیت خمشی تیر برابر ۲EI می‌باشند. لنگر M_{BC} در اثر تغییر مکان افقی Δ در تکیه‌گاه D چه ضریبی از $\frac{EI\Delta}{L^2}$ است؟



ضریبی از $\frac{EI\Delta}{L^2}$ است؟

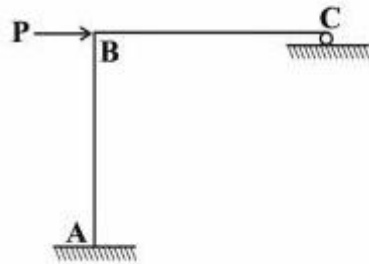
(۱) ۳

(۲) $\frac{۳}{۲}$

(۳) ۱

(۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۳- در سازه مطابق شکل، طول تیر BC و ارتفاع ستون AB برابر L و صلبیت خمشی هر دو ثابت و برابر EI می‌باشد. چنانچه در تکیه‌گاه غلتکی C، ضریب اصطکاک برابر f باشد، عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه C از کدام رابطه حاصل می‌شود؟



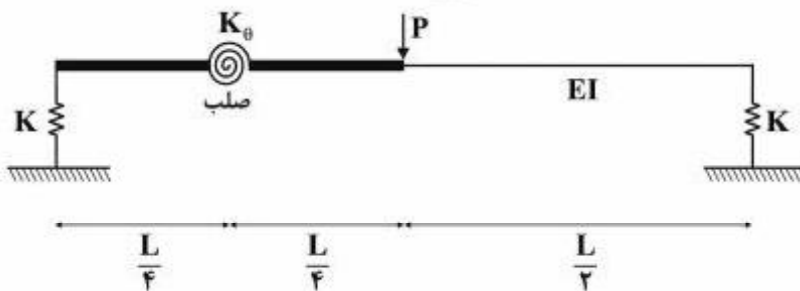
(۱) $\frac{۳P}{(f + \lambda)}$

(۲) $\frac{۳P}{(۳f + \lambda)}$

(۳) $\frac{P(۳ + ۲f)}{(\lambda + ۳f)}$

(۴) $\frac{P(۳ + ۲f)}{(\lambda + ۶f + f^۲)}$

۱۴- در تیر مطابق شکل، صلبیت خمشی در نیمه راست برابر EI بوده و نیمه چپ آن از دو قسمت صلب که با فنر دورانی با سختی $K_{\theta} = \frac{EI}{۲L}$ به هم متصل هستند، تشکیل شده است. تکیه‌گاه‌ها نیز فنری و با سختی قائم $K = \frac{۲EI}{L^۲}$ می‌باشند. تغییر مکان قائم وسط دهانه چه ضریبی از $\frac{PL^۲}{EI}$ است؟



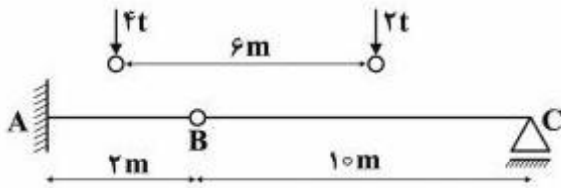
(۲) $\frac{۱}{۹۶}$

(۴) $\frac{۲۹}{۹۶}$

(۱) $\frac{۱}{۲۴}$

(۳) $\frac{۷}{۲۴}$

۱۵- چنانچه وسیله نقلیه‌ای با چرخ‌های مطابق شکل از روی تیر ABC عبور کند، قدرمطلق حداکثر لنگر خمشی در تیر چند تن - متر بر آورد می‌شود؟

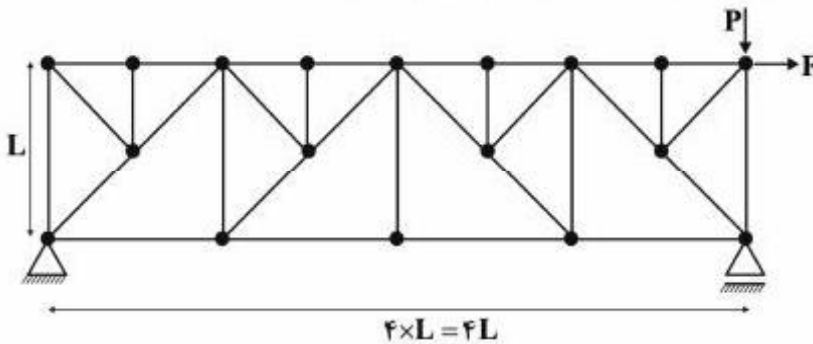


- (۱) ۹٫۶
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۰٫۲
- (۴) ۱۰٫۵

۱۶- چنانچه تیر دو سرگیردار AB به طول دهانه L، تحت اثر نیروی متمرکز قائم F در وسط دهانه فرار گیرد، نسبت لنگر وسط دهانه به لنگر در مقطعی به فاصله یک سوم از تکیه‌گاه، کدام است؟

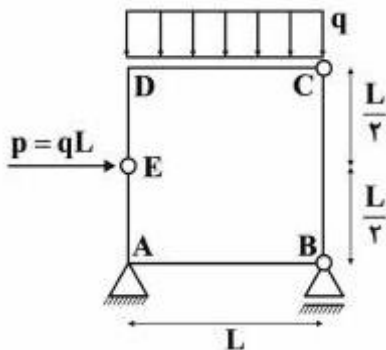
- (۱) $\frac{7}{3}$
- (۲) $\frac{2}{5}$
- (۳) $\frac{8}{3}$
- (۴) ۳

۱۷- در خرابی مطابق شکل تحت اثر دو نیروی P و F، چند عضو صفر نیرویی ممکن وجود دارد؟



- (۱) ۹
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۱
- (۴) ۱۲

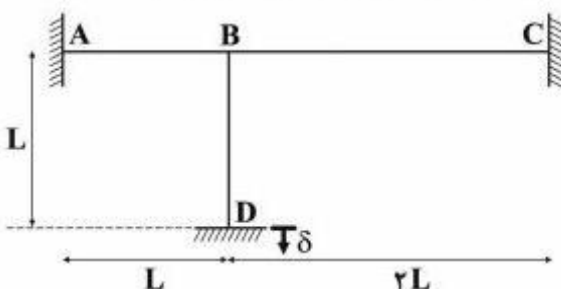
۱۸- در قاب بسته مطابق شکل، قدرمطلق لنگر، در نقاط A و D کدام است؟



- (۱) $M_D = 0$ و $M_A = \frac{qL^2}{2}$
- (۲) $M_D = \frac{qL^2}{2}$ و $M_A = 0$
- (۳) $M_D = \frac{qL^2}{2}$ و $M_A = \frac{qL^2}{2}$
- (۴) $M_D = 0$ و $M_A = 0$

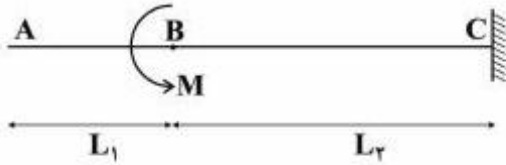
۱۹- در قاب مطابق شکل که صلبیت خمشی همه اعضا برابر EI و ثابت می‌باشد، در اثر نشست قائم تکیه‌گاه D برابر δ ،

لنگر در تکیه‌گاه A چه ضربی از $\frac{EI\delta}{L^2}$ است؟ (از تغییر شکل‌های محوری و برشی صرف نظر می‌شود)



- (۱) ۲٫۷
- (۲) ۴٫۵
- (۳) ۵٫۱
- (۴) ۶٫۰

۲۰- در تیر مطابق شکل که صلبیت خمشی ثابت و برابر EI می باشد، تحت اثر لنگر متمرکز در B ، مقدار جابه جایی در A از کدام رابطه به دست می آید؟



$$\frac{M(L_2^2 + 2L_1L_2)}{2EI} \quad (1)$$

$$\frac{M(L_1^2 + 2L_1L_2)}{2EI} \quad (2)$$

$$\frac{M(L_1 + L_2)^2}{2EI} \quad (3)$$

$$\frac{M(L_1 + L_2)^2}{EI} \quad (4)$$

۲۱- در بررسی رفتار دینامیکی یک سازه معادل یک درجه آزادی (SDF) در بارگذاری ضربه نیم سینوسی، چنانچه ضریب بزرگنمایی برابر $\frac{4}{3}$ و میرایی ناچیز باشد، مدت تداوم بارگذاری چند برابر پریرود ارتعاش آزاد سازه برآورد می شود؟

(۲) یک

(۱) نصف

(۴) π

(۳) دو

۲۲- با توجه به اطلاعات سؤال ۲۱، چنانچه سازه مورد نظر یک تیر ساده با وزن مؤثر متمرکز معادل 187 تن در وسط دهانه و صلبیت خمشی 7000 ton-m^2 باشد، طول دهانه تیر (بر حسب متر) با مدت تداوم بارگذاری 0.5 ثانیه تقریباً کدام است؟ ($\pi = 3, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

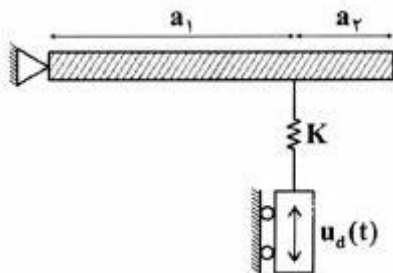
(۲) 4.5

(۱) 4

(۴) 5.5

(۳) 5

۲۳- در یک مجتمع صنعتی، برای کنترل نوسانات یک تیر صلب طره ای به جرم M و طول $a = a_1 + a_2$ ، از یک کنترل کننده مرتعش با جرم قابل صرف نظر با حرکات قائم $u_d(t)$ استفاده می شود. سختی چرخشی سیستم کدام است؟



$$a^2 k \quad (1)$$

$$2a^2 k \quad (2)$$

$$a_1^2 k \quad (3)$$

$$2a_1^2 k \quad (4)$$

۲۴- با توجه به اطلاعات سؤال ۲۳، فرکانس زاویه ای ارتعاش آزاد سیستم از کدام رابطه حاصل می شود؟

$$\frac{a_1}{a} \sqrt{\frac{2k}{M}} \quad (2)$$

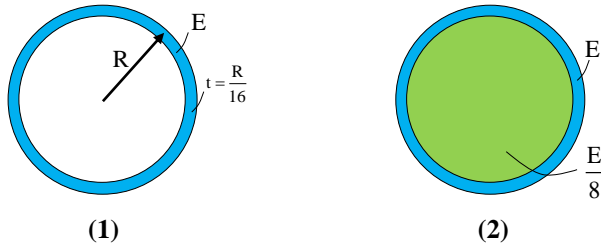
$$\frac{a_1}{a} \sqrt{\frac{2k}{M}} \quad (1)$$

$$\frac{2a_1}{a} \sqrt{\frac{2k}{M}} \quad (4)$$

$$\frac{2a_1}{a} \sqrt{\frac{2k}{M}} \quad (3)$$

به نام خدا

(۱) گزینه (۱) صحیح است.

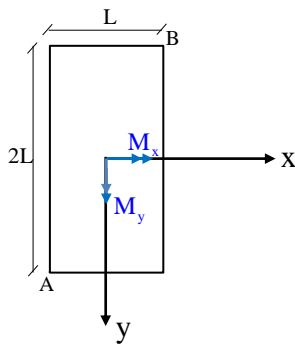


$$I_1 = \pi R^3 t = \pi R^3 \times \frac{R}{16} = \frac{\pi R^4}{16} \rightarrow (EI)_1 = \frac{\pi E R^4}{16}$$

$$(EI)_2 = E_1 I_1 + E_2 I_2 = E \times \frac{\pi R^4}{16} + \frac{E}{8} \times \frac{\pi R^4}{4} = \frac{3\pi E R^4}{32}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2} \rightarrow \frac{(P_{cr})_2}{(P_{cr})_1} = \frac{\frac{\pi^2 (EI)_2}{L_e^2}}{\frac{\pi^2 (EI)_1}{L_e^2}} = \frac{(EI)_2}{(EI)_1} = \frac{\frac{3\pi E R^4}{32}}{\frac{\pi E R^4}{16}} = \frac{3}{2} = 1.5$$

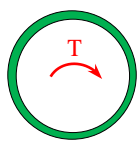
(۲) گزینه (۲) صحیح است.



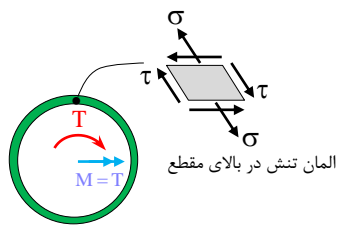
$$\sigma_B = 0 \rightarrow \frac{M_x y}{I_x} + \frac{M_y x}{I_y} = 0 \rightarrow \frac{M_x \times L}{\frac{L(2L)^3}{12}} + \frac{M_y \times \frac{L}{2}}{\frac{2L(L)^3}{12}} = 0$$

$$\frac{1.5M_x}{L^3} + \frac{3M_y}{L^3} = 0 \rightarrow \frac{M_y}{M_x} = -\frac{1.5}{3} = -\frac{1}{2}$$

گزینه (۳) صحیح است.



حالت (۱)



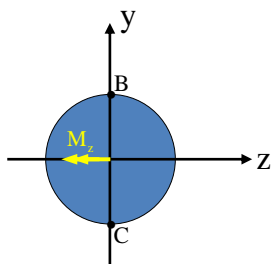
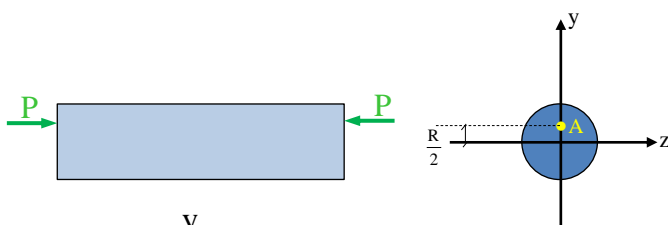
حالت (۲)

$$(\tau_{\max})_1 = \tau = \frac{TR}{J}$$

$$(\tau_{\max})_2 = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} \xrightarrow[\tau = \frac{TR}{J}]{\sigma = \frac{MR}{I}} (\tau_{\max})_2 = \sqrt{\left(\frac{MR}{2I}\right)^2 + \left(\frac{TR}{J}\right)^2}$$

$$\xrightarrow[\frac{I = \frac{1}{2}J}]{M=T} (\tau_{\max})_2 = \sqrt{\left(\frac{TR}{J}\right)^2 + \left(\frac{TR}{J}\right)^2} = \sqrt{2\left(\frac{TR}{J}\right)^2} = \sqrt{2} \frac{TR}{J} = \sqrt{2}\tau \rightarrow \frac{(\tau_{\max})_2}{(\tau_{\max})_1} = \sqrt{2}$$

گزینه (۱) صحیح است.



چون نیرو خارج هسته مقطع اعمال شده است در مقطع هم تنش کششی

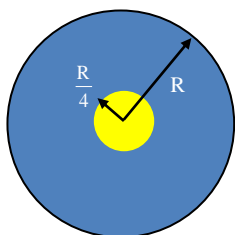
و هم تنش فشاری بوجود می‌آید.

$$|(\sigma_{\max})_c| = |\sigma_B| = \frac{P}{A} + \frac{M_z C}{I_z} = \frac{P}{\pi R^2} + \frac{P \times \frac{R}{2} \times R}{\pi R^4} = \frac{P}{\pi R^2} + \frac{2P}{\pi R^2} = \frac{3P}{\pi R^2}$$

$$(\sigma_{\max})_t = \sigma_C = -\frac{P}{A} + \frac{M_z C}{I_z} = -\frac{P}{\pi R^2} + \frac{P \times \frac{R}{2} \times R}{\pi R^4} = -\frac{P}{\pi R^2} + \frac{2P}{\pi R^2} = \frac{P}{\pi R^2}$$

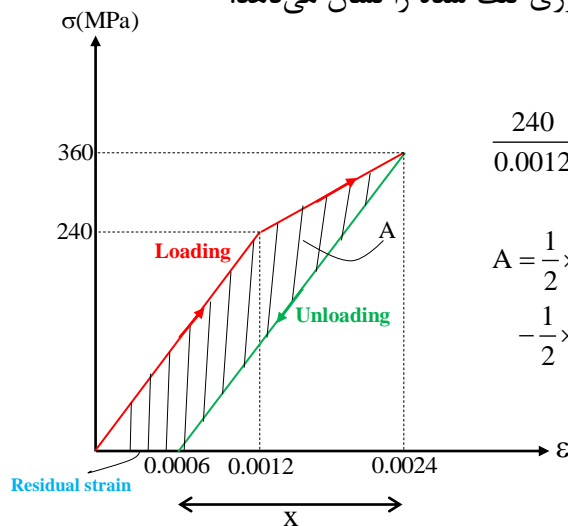
$$\frac{(\sigma_{\max})_t}{(\sigma_{\max})_c} = \frac{\frac{P}{\pi R^2}}{\frac{3P}{\pi R^2}} = \frac{1}{3}$$

یادآوری: هسته مقطع دایره‌ای به شعاع R، دایره‌ای است هم مرکز با آن و به شعاع $\frac{R}{4}$



(۵) گزینه (۱) صحیح است.

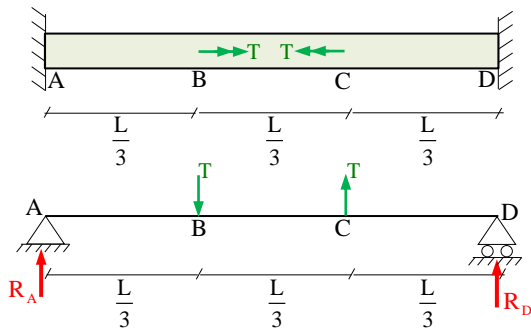
سطح زیر نمودار نیرو- تغییر شکل برابر با انرژی ذخیره شده در واحد حجم سازه (چگالی انرژی کرنشی) است. سطح هاشور خورده در شکل زیر، انرژی تلف شده را نشان می‌دهد.



$$\frac{240}{0.0012} = \frac{360}{x} \rightarrow x = \frac{0.0012 \times 360}{240} = 0.0018$$

$$A = \frac{1}{2} \times 240 \times 10^6 \times 0.0012 + \frac{1}{2} \times (240 + 360) \times 10^6 \times 0.0012 - \frac{1}{2} \times 360 \times 10^6 \times 0.0018 = 180 \times 10^3 \text{ J} = 180 \text{ kJ}$$

(۶) گزینه (۲) صحیح است. از روش مدلسازی با تیر استفاده می‌کنیم:

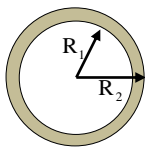


$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_D \times L + T \times \frac{2L}{3} - T \times \frac{L}{3} = 0$$

$$R_D \times L = -\frac{TL}{3} \rightarrow R_D = -\frac{T}{3}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_A = \frac{T}{3}$$

(۷) گزینه (۴) صحیح است.



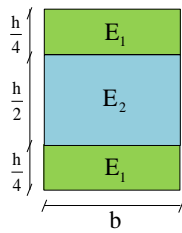
$$\tau_{\max} = \frac{TR_2}{J} = \frac{TR_2}{\frac{\pi}{2}(R_2^4 - R_1^4)} = \tau_{\text{all}}$$

$$T = \frac{\frac{\pi}{2}(R_2^4 - R_1^4)}{R_2} \tau_{\text{all}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2^4}{2} = 8$$

اگر R_2 و R_1 دو برابر شوند خواهیم داشت:

۸) گزینه (۳) صحیح است.



$$E_1 I_1 + E_1 I_1 = E_2 I_2 \rightarrow E_1 \left(\frac{bh^3}{12} - \frac{b(\frac{h}{2})^3}{12} \right) = E_2 \left(\frac{b(\frac{h}{2})^3}{12} \right)$$

$$\rightarrow E_1 \times \frac{b}{12} \times \frac{7}{8} h^3 = E_2 \times \frac{b}{12} \times \frac{h^3}{8} \rightarrow 7E_1 = E_2 \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = 7$$

۹) گزینه (۴) صحیح است.

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \nu \sigma_x)$$

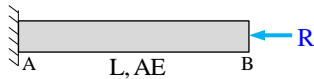
$$\rightarrow \varepsilon_x + \varepsilon_y = \frac{1-\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y) \rightarrow \sigma_x + \sigma_y = \frac{E}{1-\nu} (\varepsilon_x + \varepsilon_y)$$

$$\sigma_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] = -\frac{\nu}{E} (\sigma_x + \sigma_y) = -\frac{\nu}{E} \times \frac{E}{1-\nu} (\varepsilon_x + \varepsilon_y)$$

$$\rightarrow \varepsilon_z = -\frac{\nu}{1-\nu} (\varepsilon_x + \varepsilon_y) = -\frac{0.25}{1-0.25} (0.001 + 0.0005)$$

$$= -\frac{1}{3} \times 0.0015 = -0.0005$$

۱۰) گزینه (۲) صحیح است.



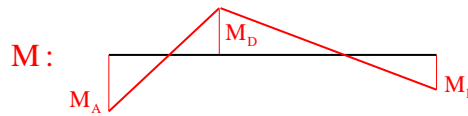
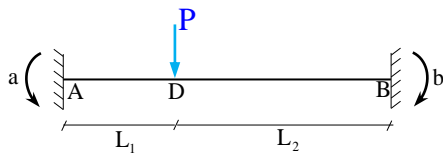
Compatibility equation: $\Delta_B = 0$

$$\int dL - \frac{RL}{AE} = 0 \rightarrow \int \alpha \Delta T(x) dx - \frac{RL}{AE} = 0 \rightarrow \int_0^L \alpha \Delta T_0 \left(\frac{x}{L} \right)^2 dx - \frac{RL}{AE} = 0$$

$$\rightarrow \frac{\alpha \Delta T_0}{L^2} \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^L - \frac{RL}{AE} = 0 \rightarrow \frac{\alpha L \Delta T_0}{3} - \frac{RL}{AE} = 0 \rightarrow R = \frac{1}{3} AE \alpha \Delta T_0$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{R}{A} = \frac{1}{3} E \alpha \Delta T_0$$

(۱۱) گزینه (۳) صحیح است.



$$|M_A| = \frac{PL_1L_2^2}{(L_1 + L_2)^2} = a$$

$$|M_B| = \frac{PL_1^2L_2}{(L_1 + L_2)^2} = b$$

$$M_D = \frac{2PL_1^2L_2^2}{(L_1 + L_2)^3}$$

$$|M_A| \times L_1 = \frac{PL_1^2L_2^2}{(L_1 + L_2)^2} = aL_1$$

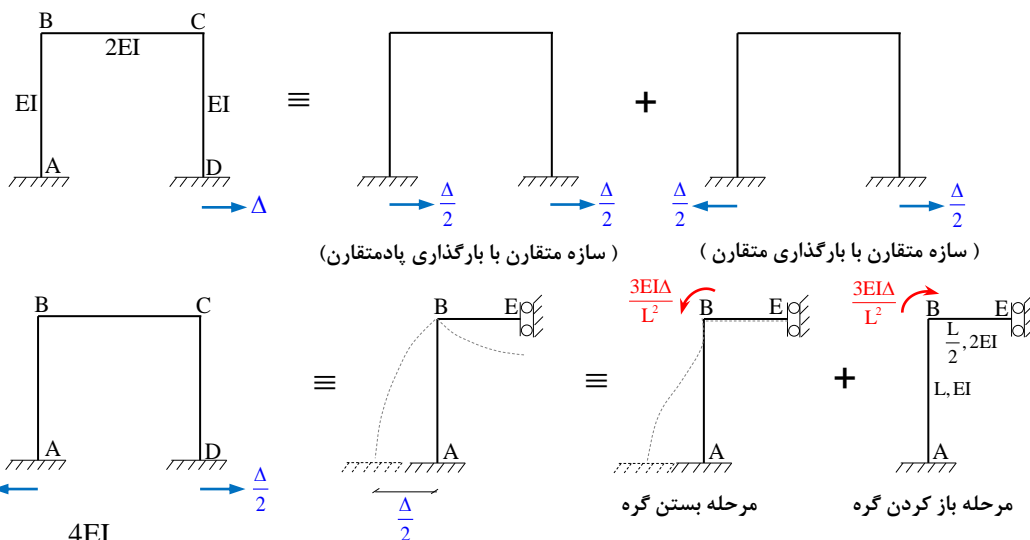
$$|M_B| \times L_2 = \frac{PL_1^2L_2^2}{(L_1 + L_2)^2} = bL_2$$

$$\rightarrow aL_1 + bL_2 = \frac{2PL_1^2L_2^2}{(L_1 + L_2)^2} \rightarrow \frac{aL_1 + bL_2}{L_1 + L_2} = \frac{2PL_1^2L_2^2}{(L_1 + L_2)^3} = M_D$$

قابل ذکر است که دیمانسیون گزینه‌های اول و دوم صحیح نیست.

(۱۲) گزینه (۲) صحیح است.

سازه را به دو سازه یکی با بارگذاری متقارن و دیگری با بارگذاری پادمتقارن تبدیل می‌کنیم:

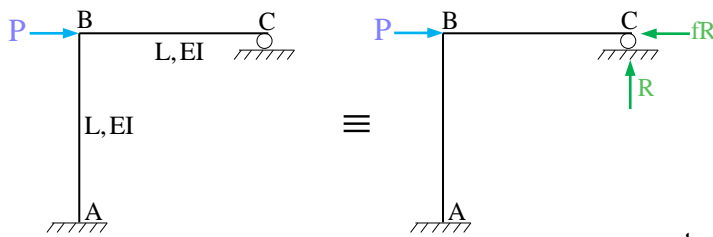


$$k_{AB} = \frac{4EI}{L}$$

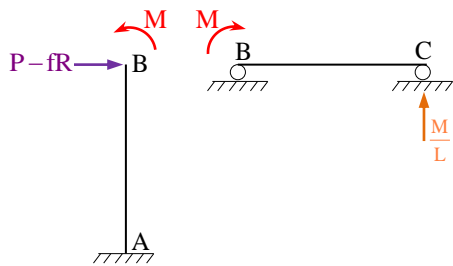
$$k_{BE} = \frac{2EI}{L} = \frac{4EI}{L}$$

$$M_{BE} = \frac{k_{BE}}{\sum k} \times M = \frac{\frac{4EI}{L}}{\frac{4EI}{L} + \frac{4EI}{L}} \times \frac{3EI\Delta}{L^2} = \frac{1.5EI\Delta}{L^2}$$

(۱۳) گزینه (۲) صحیح است.



با توجه به پیوستگی شیب در اتصال B داریم:

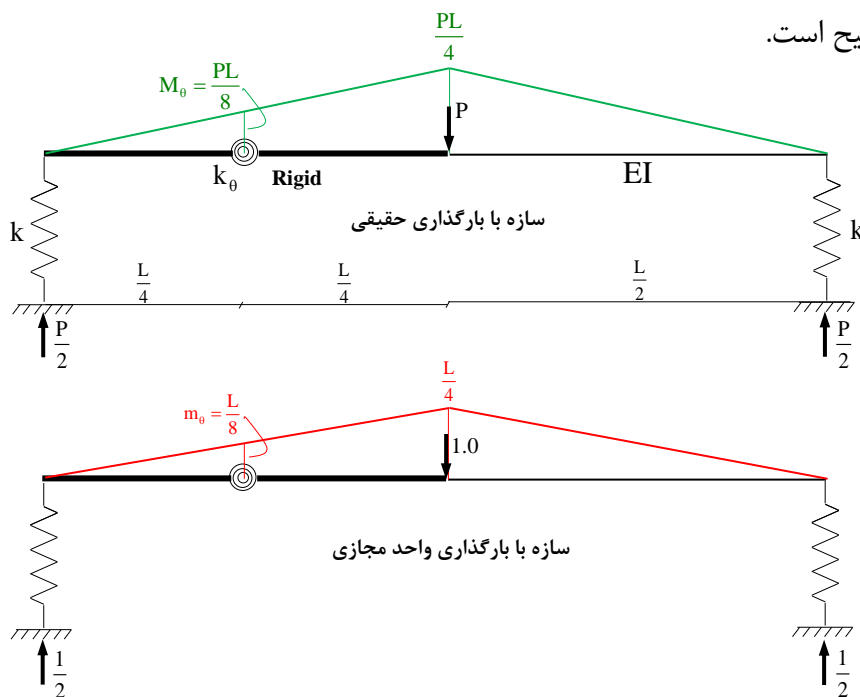


$$\theta_{1B} = \theta_{2B} \rightarrow \frac{(P-fR)L^2}{2EI} - \frac{ML}{EI} = \frac{ML}{3EI} \rightarrow \frac{(P-fR)L^2}{2EI} = \frac{4ML}{3EI}$$

$$\rightarrow M = \frac{3L}{4} \times \frac{P-fR}{2} = \frac{3L}{8}(P-fR)$$

$$R = \frac{M}{L} = \frac{3}{8}(P-fR) = \frac{3}{8}P - \frac{3fR}{8} \rightarrow R(1 + \frac{3f}{8}) = \frac{3P}{8} \rightarrow R = \frac{3P}{8+3f}$$

(۱۴) گزینه (۳) صحیح است.



$$1 \times \Delta_{mid} = \int \frac{M(x)m(x)dx}{EI} + \frac{F_s f_s}{k} + \frac{M_\theta m_\theta}{k_\theta}$$

$$= \frac{L}{2} \times \frac{PL}{4} \times \frac{L}{4} + 2 \times \frac{(-\frac{P}{2})(-\frac{1}{2})}{k} + \frac{\frac{PL}{8} \times \frac{L}{8}}{k_\theta}$$

$$\rightarrow \Delta_{mid} = \frac{PL^3}{96EI} + \frac{P}{2k} + \frac{PL^2}{64k_\theta} = \frac{PL^3}{96EI} + \frac{P}{2 \times \frac{2EI}{L^3}} + \frac{PL^2}{64 \times \frac{EI}{2L}}$$

$$= \frac{PL^3}{96EI} + \frac{PL^3}{4EI} + \frac{PL^3}{32EI} = \frac{7PL^3}{24EI}$$

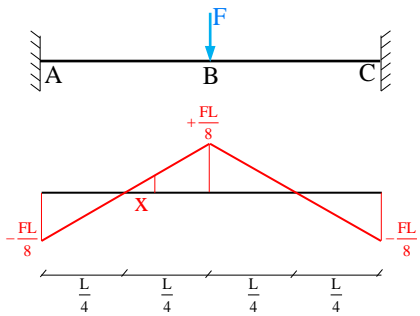
(۱۵) گزینه (۲) صحیح است.

سازه داده شده معین است. حداکثر لنگر خمشی منفی این سازه در تکیه‌گاه گیردار A اتفاق می‌افتد و این زمانی حادث می‌شود که نیروی متمرکز ۴ تنی روی گره B و نیروی متمرکز ۲ تنی در فاصله ۶ متری سمت راست گره B واقع شود. در این حالت نیروی متمرکز ۴ تنی تماماً به تیر AB می‌رسد و از نیروی متمرکز ۲ تنی که در فاصله ۴ متری تکیه‌گاه C واقع شده است، $\frac{1}{2}$ تن توسط تکیه‌گاه C تحمل می‌شود و $\frac{1}{8}$ تن نیز به مفصل B می‌رسد که به صورت برش به تیر AB منتقل می‌شود. بنابراین با احتساب نیروی ۴ تن قبلی، تیر AB نیروی $\frac{4}{8}$ تن تحمل می‌کند که در تکیه‌گاه A لنگر خمشی منفی $\frac{9}{6}$ تن متر ایجاد می‌کند. طراح تست بدین دلیل گزینه (۱) را پاسخ در نظر گرفته که صحیح نیست. لنگر خمشی ماکزیمم سازه در تیر دو سر مفصل BC اتفاق می‌افتد. اگر فقط یک بار متمرکز از روی سازه عبور می‌کرد لنگر خمشی ماکزیمم مثبت زمانی ایجاد می‌شد که بار متمرکز در وسط تیر قرار گیرد و در همین نقطه وسط، لنگر خمشی ماکزیمم مثبت ایجاد می‌شد (چرا؟). در این سازه با توجه به فاصله زیاد بارها و کوچک بودن بار متمرکز سمت راست نسبت به بار متمرکز سمت چپ، باز هم همین اتفاق برای تیر BC اتفاق می‌افتد. اگر بار متمرکز ۴ تن در وسط تیر BC قرار گیرد، بار متمرکز ۲ تن خارج از تیر BC واقع شده و در این حالت عکس العمل تکیه‌گاه C برابر ۲ تن می‌شود و لنگر خمشی ماکزیمم ۱۰ تن متر در زیر بار متمرکز ۴ تنی ایجاد می‌شود. با در نظر گرفتن قاعده بارهای متمرکز متحرک برای تیر دو سر مفصل BC (که جهت ایجاز کلام از آن صرف‌نظر می‌شود) لنگر خمشی ماکزیمم مثبت ایجاد شده در زیر بار متمرکز بزرگتر (بار ۴ تنی) کوچکتر از ۱۰ تن متر بدست می‌آید و بنابراین همین ۱۰ تن متر جواب صحیح تست است و باید گزینه دوم به عنوان پاسخ صحیح تست انتخاب شود.

نادر فنائی - پیمان رجائیان

پاسخنامه تشریحی مکانیک جامدات کنکور دکتری ۹۷

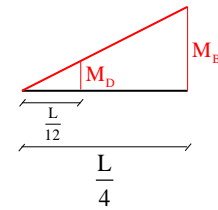
۱۶) گزینه (۴) صحیح است.



$$M_{\text{mid}} = M_B = +\frac{FL}{8}$$

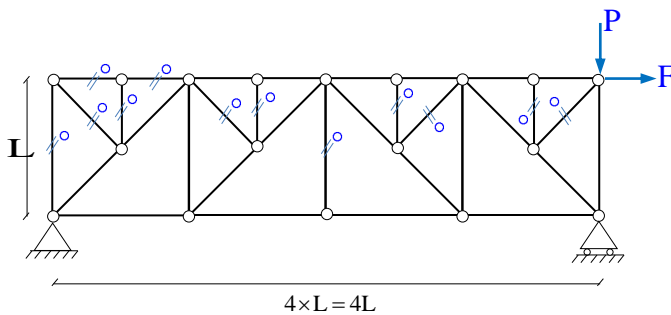
$$x = \frac{L}{3} - \frac{L}{4} = \frac{L}{12}$$

$$\frac{M_B}{M_D} = \frac{\frac{L}{4}}{\frac{L}{12}} = 3$$

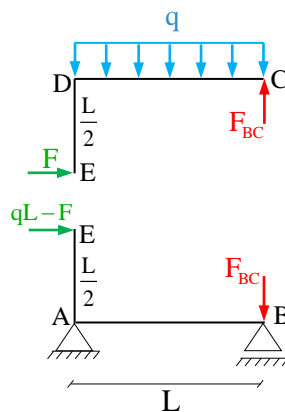
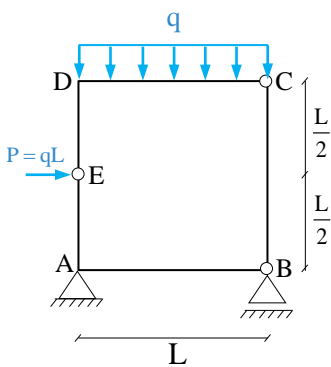


۱۷) گزینه (۴) صحیح است.

۱۲ عضو صفر نیرویی مشاهده می شود.



۱۸) گزینه (۱) صحیح است.

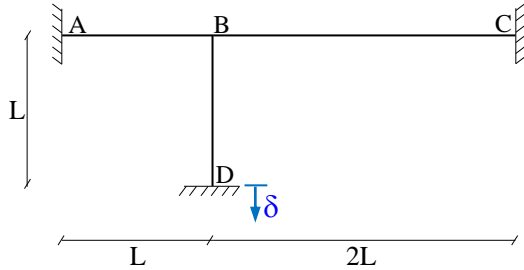


$$\sum F_x = 0 \rightarrow F = 0 \rightarrow M_D = 0$$

$$M_A = (qL - F) \times \frac{L}{2} = (qL - 0) \times \frac{L}{2} = \frac{qL^2}{2}$$

۱۹) گزینه (۳) صحیح است.

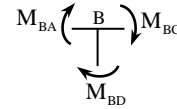
به خاطر نشست تکیه‌گاه D، گره B نیز به میزان δ به سمت پائین نشست پیدا می‌کند. در روش شیب-افت تنها مجهول سؤال θ_B خواهد بود.



$$M_{BA} = \frac{2EI}{L} (2\theta_B + \theta_A - \frac{3\delta}{L}) = \frac{2EI}{L} (2\theta_B - \frac{3\delta}{L})$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{2L} (2\theta_B + \theta_C + \frac{3\delta}{2L}) = \frac{EI}{L} (2\theta_B + \frac{3\delta}{2L})$$

$$M_{BD} = \frac{2EI}{L} (2\theta_B + \theta_D - \frac{3\delta}{L}) = \frac{2EI}{L} (2\theta_B)$$



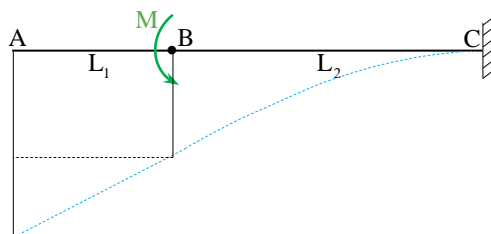
$$B: \sum M = 0 \rightarrow M_{BA} + M_{BC} + M_{BD} = 0$$

$$\frac{2EI}{L} (2\theta_B - \frac{3\delta}{L}) + \frac{EI}{L} (2\theta_B + \frac{3\delta}{2L}) + \frac{2EI}{L} (2\theta_B) = 0$$

$$\frac{2EI}{L} (2\theta_B - \frac{3\delta}{L} + \theta_B + \frac{3\delta}{4L} + 2\theta_B) = 0 \rightarrow 5\theta_B - \frac{9\delta}{4L} = 0 \rightarrow \theta_B = \frac{9\delta}{20L}$$

$$M_A = M_{AB} = \frac{2EI}{L} (2\theta_A + \theta_B - \frac{3\delta}{L}) = \frac{2EI}{L} (\frac{9\delta}{20L} - \frac{3\delta}{L}) = \frac{2EI}{L} \times \frac{(9\delta - 60\delta)}{20L} = -5.1 \frac{EI\delta}{L^2}$$

۲۰) گزینه (۱) صحیح است.



قسمت AB مستقیم باقی می‌ماند و

BC تحت خمش است.

$$\Delta_A = \Delta_B + \theta_B \times L_{AB} = \frac{ML_2^2}{2EI} + \frac{ML_2}{EI} \times L_1 = \frac{M(L_2^2 + 2L_1L_2)}{2EI}$$