تذکر مهم

مجموعه پاسخ‌های تشریحی حاضر، حاصل تلاش استاد انحصاری درس جامدات در آموزشگاه تخصصی "کلید عمران" اصفهان، آقای مهندس امید پاکدل می‌باشد که پس از آزمون با دقت بسیار بالایی تهیه شده است. استفاده و کپی از آن به هر دلیل بدون ذکر منبع پیگرد قانونی خواهد داشت.

پاسخ کاملاً تشریحی آزمون " کارشناسی ارشد" عمران ۹۹ به همراه اصلاحات

پاسخ کاملاً تشریحی آزمون

کارشناسی ارشد ۹۹ عمران

(مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها)

{کلید عمران تنها آموزشگاه تخصصی مهندسی عمران در اصفهان}

برگزارکننده دوره‌های تخصصی (به صورت آنلاین و حضوری):

- ✓ کلاس‌های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری عمران توسط برترین کادر اساتید کنکور
- ✓ آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی (محاسبات، نظارت و اجرا) توسط برترین اساتید
- ✓ برگزاری دوره‌های نرم‌افزارهای تخصصی مهندسی عمران و معماری
- ✓ برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای تخصصی و...

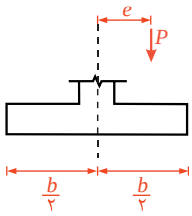
پاسخ تشریحی سؤالات توسط:

مهندس امید پاکدل

(مدرس دوره‌های آمادگی ارشد، دکتری، نظام مهندسی عمران و استاد دانشگاه)

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

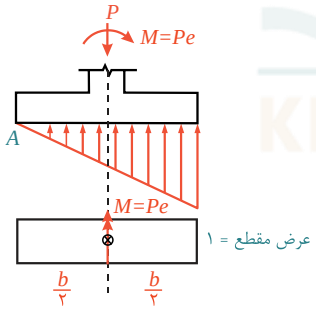
۱- خروج از مرکزیت e چقدر باشد که مقطع نشان داده شده در آستانه بلند شدگی قرار گیرد؟ (عرض مقطع برابر واحد است)



۱) $\frac{b}{۶}$
۲) $\frac{b}{۵}$
۳) $\frac{b}{۴}$
۴) $\frac{b}{۳}$

☑ **پاسخ: گزینه ۱**

مقطع نشان داده شده زمانی در آستانه بلندشدگی قرار می‌گیرد که تنش زیر آن کششی شود یا به عبارتی مرز بلندشدگی مقطع زمانی است که تنش زیر آن صفر شود (نقطه A) و اگر e در این موقعیت بیشتر شود تنش به حالت کششی وارد می‌شود.

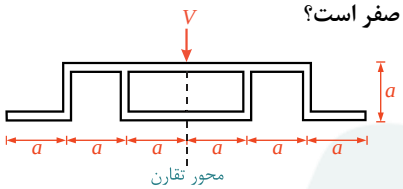


$$\sigma_A = ۰ : \frac{-P}{A} + \frac{MC}{I} = ۰$$

$$\rightarrow \frac{-P}{b \times ۱} + \frac{(Pe)\left(\frac{b}{۲}\right)}{\left(\frac{۱ \times b^{۳}}{۱۲}\right)} = ۰ \rightarrow e = \frac{b}{۶}$$

تذکر: همانگونه که در توضیحات گفته شد، اگر $e > \frac{b}{۶}$ شود نقطه A در آستانه بلندشدگی (تنش کششی) قرار می‌گیرد.

۲- در مقطع با ضخامت ثابت شکل زیر، تحت اثر برش V، در چند نقطه تنش برشی برابر صفر است؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

☑ **پاسخ: گزینه ۴**

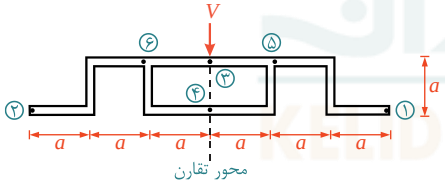
به‌طورکلی در مقاطع جدا نازک تحت اثر برش، در نقاط زیر می‌توان تنش‌های برشی را برابر با صفر در نظر گرفت:

۱- لبه‌های آزاد مقطع (نقاط ۱ و ۲)

۲- نقاط واقع بر روی محور تقارن (درصورتی‌که تنها یک قطعه یکپارچه از محور تقارن عبور کرده باشد) (نقاط ۳ و ۴)

۳- نقاطی که در آن‌ها Q نسبت به تار خنثی برابر با صفر شود (نقاط ۵ و ۶)

بنابراین در این شکل ۶ نقطه که در آن‌ها تنش برشی صفر است وجود دارد.



جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com
@Kelid_Omran
@Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷
۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹
kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

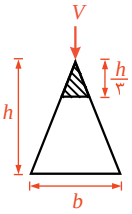
۳- چه کسری از نیروی برش قائم اعمال شده V توسط قسمت هاشورخورده مقطع تحمل می‌گردد؟

۱) $\frac{۱}{۳}$

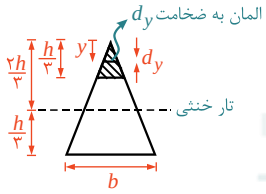
۲) $\frac{۱}{۹}$

۳) $\frac{۱}{۲۷}$

۴) $\frac{۱}{۸۱}$



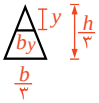
☑ **پاسخ: گزینه ۲**



$$F_V = \int \tau dA = \int_{۰}^{\frac{h}{۳}} \frac{VQ_y}{It}.(b_y \times dy)$$

$$\begin{cases} \frac{b_y}{\frac{b}{۳}} = \frac{y}{\frac{h}{۳}} \rightarrow b_y = \frac{b_y}{h} \\ Q_y = \frac{\frac{by}{h}}{۲} \times y \times \left[\frac{۲h}{۳} - \frac{۲y}{۳}\right] \\ I = \frac{bh^۳}{۳۶} \\ t = b_y \end{cases}$$

مثلث هاشور خورده :

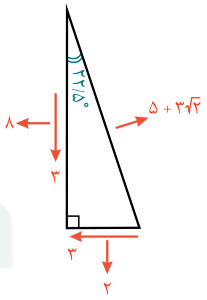


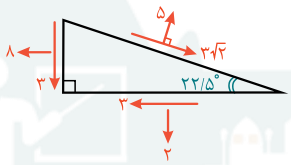
$$\rightarrow F_V = \int_{۰}^{\frac{h}{۳}} \frac{V \times \left(\frac{by^۲}{۲h}\left[\frac{۲h}{۳} - \frac{۲y}{۳}\right]\right)}{\frac{bh^۳}{۳۶} \times b_y} \times b_y dy = \frac{۶V}{h^۴}\left(\frac{۲hy^۳}{۳} - \frac{۲y^۴}{۴}\Big|_{۰}^{\frac{h}{۳}}\right)$$

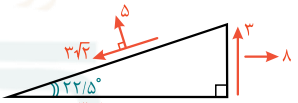
$$\rightarrow F_V = \frac{۶V}{h^۴}\left(\frac{۲h^۴}{۸۱} - \frac{۲h^۴}{۳۲۴}\right) = \frac{۳۶V}{۳۲۴} = \frac{V}{۹}$$

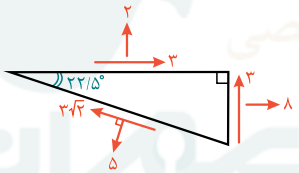
{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

۴- کدام‌یک از گزینه‌های زیر برای نشان دادن وضعیت تنش در یک مسئلهٔ تنش مسطح نادرست است؟

۱)


۲)


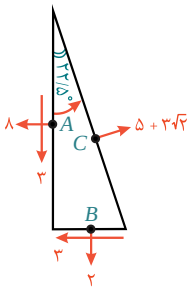
۳)


۴)


☑ **پاسخ: گزینه ۳**

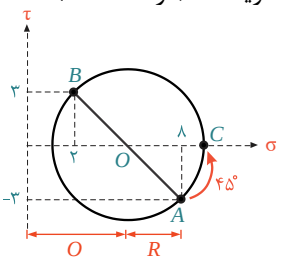
دایره مور برای هر یک از گزینه‌ها را رسم می‌کنیم.

گزینه ۱: (درست است)

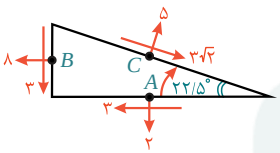


$$\begin{cases} A\,(8,-3) \\ B\,(2,3) \end{cases}$$

$$C:(O+R,0)=\left(5+3\sqrt{2},0\right)$$

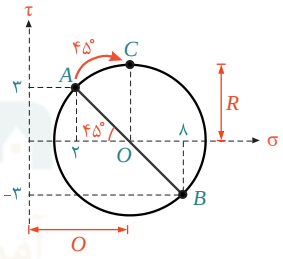


گزینه ۲: (درست است)

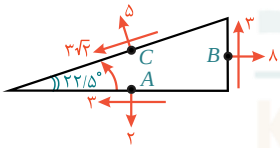


$$\begin{cases} A\,(2,-3) \\ B\,(8,-3) \end{cases}$$

$$C:(O,R)=\left(5,3\sqrt{2}\right)$$

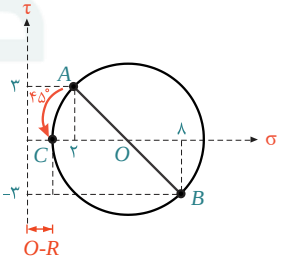


گزینه ۳: (نادرست است)



$$\begin{cases} A\,(2,3) \\ B\,(8,-3) \end{cases}$$

$$C:(O-R,0)=\left(5-3\sqrt{2},0\right)$$

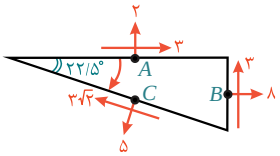


C بدست آمده با C در شکل که برابر با ($-3\sqrt{2}$ و ۵) است تطابق ندارد و این گزینه نادرست است.

جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com @Kelid_Omran @Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹ kelideomran@yahoo.com

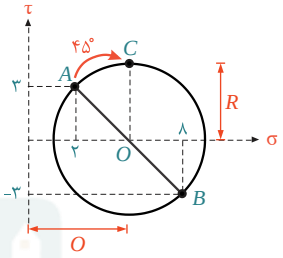
{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

گزینه ۴: (درست است)

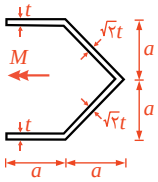


$$\begin{cases} A\,(۲,۳) \\ B\,(۸,-۳) \end{cases}$$

$$C:(O,R)=\left(۵,۳\sqrt{۲}\right)$$



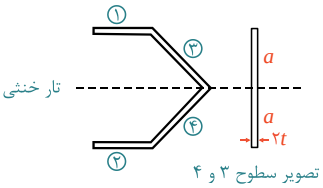
۵- مقطع جدار نازک مطابق شکل زیر را در نظر بگیرید. مقدار انحنای خمشی مقطع چه ضریبی از $\frac{M}{Ea^{۳}t}$ است؟ (مدول الاستیسیته مصالح است)



۱) $\frac{۳}{۱۴}$
۲) $\frac{۳}{۱۰}$
۳) $\frac{۳}{۸}$
۴) $\frac{۳}{۷}$

☑ **پاسخ: گزینه ۲**

تذکر: برای محاسبه ممان اینرسی سطوح جدار نازک مورب، بهتر است تصویر عمود بر تار خنثی را برای آن در نظر بگیریم.



تصویر سطوح ۳ و ۴

$$\begin{cases} \text{انحنا} = \frac{۱}{P} = \frac{M}{EI} = \frac{M}{E\left(\frac{۱۰}{۳}a^{۳}t\right)} = \frac{۳}{۱۰}\frac{M}{Ea^{۳}t} \\ I = \underbrace{۲\left(\frac{at^{۳}}{۱۲}+(at)(a)^{۲}\right)}_{\text{مربوط به سطوح ۱ و ۲}} + \underbrace{\left(\frac{(۲t)(۲a)^{۳}}{۱۲}\right)}_{\text{مربوط به سطوح ۳ و ۴ (تصویر آن‌ها)}} = \frac{۱۰}{۳}a^{۳}t \end{cases}$$

http://www.kelidomran.com
@Kelid_Omran
@Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷
۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹
kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

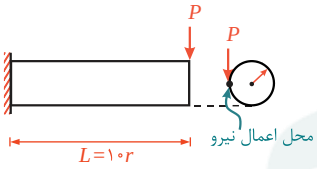
۶- مطابق شکل میلهٔ استوانه‌ای نشان داده شده که از یک سوگیردار شده است در انتهای آزاد تحت اثر نیروی قائم P که بر وجه بیرونی عضو وارد می‌شود قرار دارد. نسبت انرژی خمشی به انرژی پیچشی تیر کدام است؟ ($L=۱۰r$ و $\nu=۰/۲۵$)

۱) ۴۰

۲) ۲۵

۳) $\frac{۱۰}{۳}$

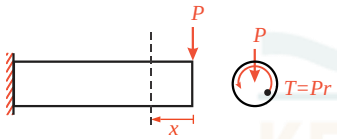
۴) $\frac{۸۰}{۳}$

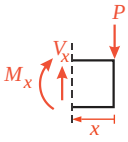


☑ **پاسخ: گزینه ۴**

راه‌حل اول: (طولانی)

برای حل این سؤال ابتدا نیروی P را به مرکز سطح مقطع انتقال می‌دهیم و سپس معادلات M_x و T_x را به دست می‌آوریم:



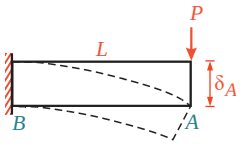


$$+\circlearrowleft \sum M_x = ۰: \quad -M_x - Px = ۰ \rightarrow M_x = -Px$$
$$, T_x = T = \Pr$$

$$\begin{cases} U_M = \int_۰^{L=۱۰r} \frac{M_x^۲ dx}{۲EI} = \int_۰^{۱۰r} \frac{(-Px)^۲ dx}{۲EI} = \frac{P^۲ x^۳}{۶EI}\Big|_۰^{۱۰r} = \frac{۱۰۰۰P^۲r^۳}{۶EI} \\ U_T = \int_۰^{L=۱۰r} \frac{T_x^۲ dx}{۲GJ} = \int_۰^{۱۰r} \frac{(\Pr)^۲ dx}{۲GJ} = \frac{P^۲r^۲x}{۲\left(\frac{E}{۲/۵}\right)\times(۲I)}\Big|_۰^{۱۰r} = \frac{۲۵P^۲r^۳}{۴EI} \\ G = \frac{E}{۲(۱+\nu)} = \frac{E}{۲/۵} \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{U_M}{U_T} = \frac{۴۰۰۰}{۱۵۰} = \frac{۸۰}{۳}$$

راه‌حل دوم: (تستی)

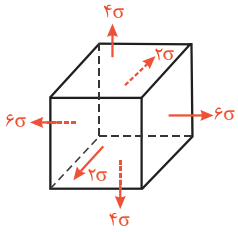


$$\begin{cases} \delta_{A\ (\text{ناشی از خمش})} = \frac{PL^۳}{۳EI} \\ \varphi_A = \frac{TL}{GJ} = \frac{(\Pr)L}{\frac{E}{۲/۵}(۲I)} = \frac{۲/۵}{۲}\frac{\Pr L}{EI} \end{cases}$$

$$\frac{U_M}{U_T} = \frac{\frac{۱}{۲}P\delta_A}{\frac{۱}{۲}T\varphi_A} = \frac{(P)\frac{PL^۳}{۳EI}}{(\Pr)\frac{۲/۵}{۲}\frac{\Pr L}{EI}} \xrightarrow{L=۱۰r} \frac{U_M}{U_T} = \frac{۸۰}{۳}$$

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

۷- در المان زیر (کلیه اضلاع برابر واحد) بعد از اعمال تنش‌های نرمال تغییر حجم ΔV، کدام است؟ $(\nu = ۰/۲۵)$



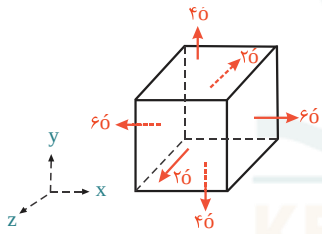
۱) $\frac{۲\sigma}{E}$

۲) $\frac{۴\sigma}{E}$

۳) $\frac{۶\sigma}{E}$

۴) $\frac{۸\sigma}{E}$

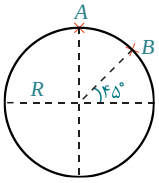
☑ **پاسخ: گزینه ۳**



$$\begin{cases} \varepsilon_v = \frac{۱-۲\nu}{E}\left(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z\right) \\ \varepsilon_v = \frac{\Delta v}{v} \\ \sigma_x = ۶\sigma, \sigma_y = ۴\sigma, \sigma_z = ۲\sigma \\ \upsilon = ۰/۲۵ \end{cases}$$

$$\frac{\Delta v}{۱} = \frac{۱-۲(۰/۲۵)}{E}(۶\sigma + ۴\sigma + ۲\sigma) \rightarrow \Delta v = \frac{۶\sigma}{E}$$

۸- نیروی کششی $\sqrt{۲}P$ به نقطه A و نیروی فشاری $۲P$ به نقطه B در مقطع مدور به شعاع R اعمال می‌شود حداکثر تنش عمودی این مقطع کدام است؟



۱) $۱۱/۲\frac{P}{\pi R^۲}$

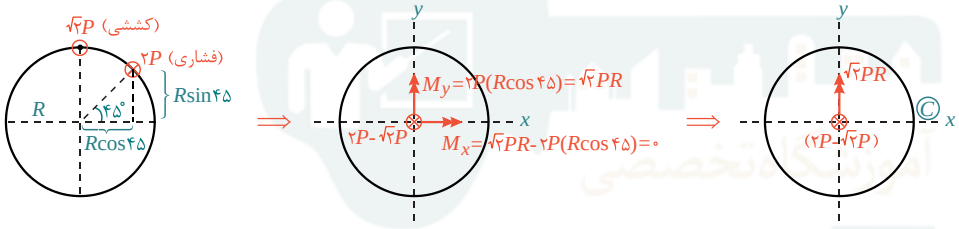
۲) $۹\frac{P}{\pi R^۲}$

۳) $۶/۲\frac{P}{\pi R^۲}$

۴) $۵\frac{P}{\pi R^۲}$

☑ **پاسخ: گزینه ۳**

برای حل این سؤال ابتدا نیروهای وارد به مقطع را به مرکز سطح انتقال می‌دهیم و سپس حداکثر تنش عمودی را محاسبه می‌نماییم:



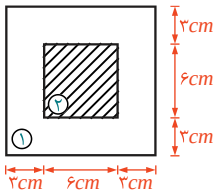
با توجه به وجود نیروی فشاری در مقطع برای محاسبه تنش ماکسیمم می‌توان گفت سمت راست مقطع یعنی در نقطه C (تنش ناشی از خمش M_y هم منفی است) اتفاق می‌افتد و داریم:

$$\sigma_{max} = \frac{-\left(۲P - \sqrt{۲}P\right)}{A} - \frac{M \times R}{I} = \frac{-\left(۲P - \sqrt{۲}P\right)}{\pi R^۲} - \frac{\left(\sqrt{۲}PR\right)R}{\frac{\pi R^۴}{۴}} \simeq ۶/۲\frac{P}{\pi R^۲}$$

جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com @Kelid_Omran @Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹ kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

۹- مقطع مربعی مرکب مطابق شکل از دو مادهٔ الاستیک خطی ساخته شده است. اگر ۲۵ درصد لنگر خمشی توسط مادهٔ ۲ تحمل شود، نسبت $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟



۱) ۵
۲) ۴
۳) $\frac{11}{2}$
۴) $\frac{7}{2}$

☑ پاسخ: گزینه ۱

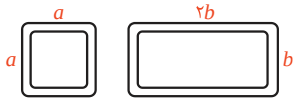
$$\text{سهم لنگر سطح هاشور خورده} = \frac{25}{100}M = \frac{(EI)_2}{(EI)_1+(EI)_2}M$$

$$\rightarrow \frac{25}{100} = \frac{E_2\left(\frac{6^4}{12}\right)}{E_1\left(\frac{12^4}{12}-\frac{6^4}{12}\right)+E_2\left(\frac{6^4}{12}\right)} \rightarrow E_1\left(12^4-6^4\right)+E_2\left(6^4\right)=4E_2\left(6^4\right)$$

$(2\times6)^4=2^4\times6^4=16\left(6^4\right)$

$$\rightarrow E_1\left(15(6)^4\right)=3E_2(6^4) \rightarrow \frac{E_2}{E_1}=\frac{15\left(6^4\right)}{3\left(6^4\right)}=5$$

۱۰- دو مقطع جدار نازک بسته با ضخامت و محیط مقطع یکسان که یکی از آنها به شکل مربع و دیگری به شکل مستطیل با نسبت ابعاد ۲ به ۱ است، تحت اثر لنگر پیچشی قرار می‌گیرند. نسبت سختی پیچشی مقطع مربعی به مقطع مستطیلی کدام است؟



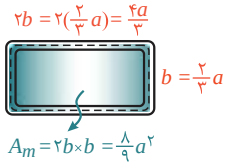
۱) $\frac{81}{64}$
۲) $\frac{64}{81}$
۳) $\frac{9}{8}$
۴) $\frac{8}{9}$

☑ پاسخ: گزینه ۱

$$\text{سختی پیچشی} = k_\varphi = \frac{GJ}{L}$$

$$\begin{cases} J_{\text{مربع}} = \dfrac{4A_m^2}{\oint \frac{ds}{dt}} = \dfrac{4a^4}{4\left(\frac{a}{t}\right)} = a^3t \\ k_{\varphi\ \text{مربع}} = \dfrac{G\times a^3t}{L} \end{cases}$$

با توجه به صورت مسئله در خصوص برابر بودن محیط دو مقطع بنابراین داریم: $2(a+a)=2(2b+b) \rightarrow b=\frac{2}{3}a$



$$\begin{cases} J_{\text{مستطیل}} = \dfrac{4A_m^2}{\oint \frac{ds}{dt}} = \dfrac{4\left(\frac{8}{9}a^2\right)^2}{2\left(\frac{2}{3}\frac{a}{t}\right)+2\left(\frac{4}{3}\frac{a}{t}\right)} = \dfrac{64}{81}a^3t \\ k_{\varphi\ \text{مستطیل}} = \dfrac{G\times\frac{64}{81}a^3t}{L} \end{cases}$$

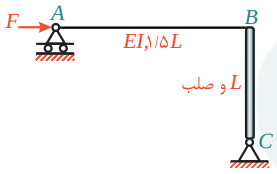
جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com
@Kelid_Omran
@Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷
۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹
kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

$$\rightarrow \frac{k_{\varphi\ \text{مربع}}}{k_{\varphi\ \text{مستطیل}}} = \frac{۸۱}{۶۴}$$

تذکر: البته در صورت این سؤال در مورد هم طول بودن مقاطع صحبتی نشده است و بهتر بود این مورد نیز ذکر شود.

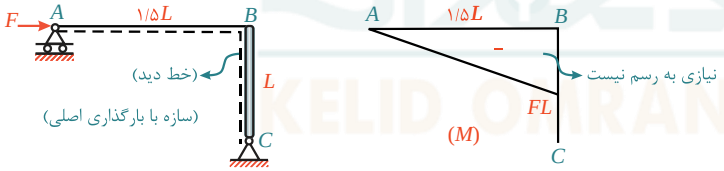
۱۱- تغییر مکان افقی تکیه‌گاه A در کدام است؟

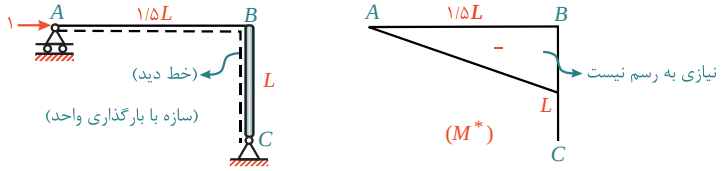


۱) صفر
۲) $\frac{FL^۳}{۲EI}$
۳) $\frac{FL^۳}{۳EI}$
۴) $\frac{۲FL^۳}{۳EI}$

☑ **پاسخ: گزینه ۲**

با استفاده از روش کار مجازی خواهیم داشت: (باید دقت شود چون در قطعه صلب $EI \rightarrow \infty$، بنابراین نیازی به محاسبه و رسم دیاگرام M و M^* رابطه کار مجازی برای قسمت BC نمی باشد)



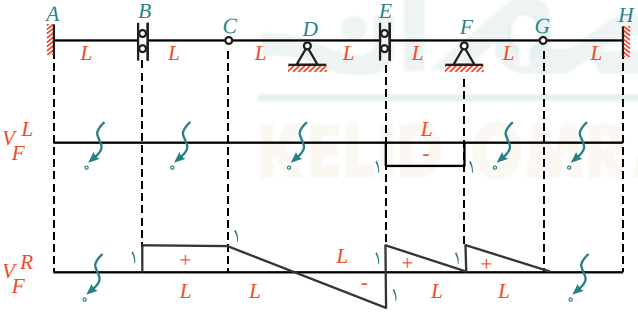


$$\delta_B^h = \int \frac{MM^* dx}{EI} \xrightarrow{\text{روش ترسیمی مور}} \delta_B^h = \frac{(-FL)(-L)(۱/۵L)}{۳(EI)} = \frac{FL^۳}{۲EI}$$

۱۲- در تیر نشان داده شده حداکثر اختلاف برش سمت راست و چپ تکیه‌گاه F بر اثر بار زنده گسترده یکنواخت به شدت w چقدر است؟ (بار زنده می‌تواند در دهانه‌های دلخواه اعمال گردد)

۱) $\frac{۵}{۲}wL$
۲) $۳wL$
۳) $\frac{۷}{۲}wL$
۴) $۴wL$

☑ **پاسخ: گزینه ۳**



اگر بار گسترده زنده با توجه به صورت مسئله برای V_F^R در مساحت‌های مثبت قرار گیرد می‌توان گفت:

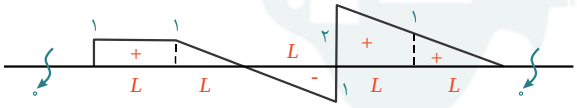
جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com @Kelid_Omran @Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹ kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

$$\begin{cases}\left(V_F^L\right)_{max} = -w\ (L\times ۱) = -wL \\ \left(V_F^R\right)_{max} = +w\left((L\times ۱)+۳\left(\frac{L\times ۱}{۲}\right)\right) = +\frac{۵}{۲}wL\end{cases}$$

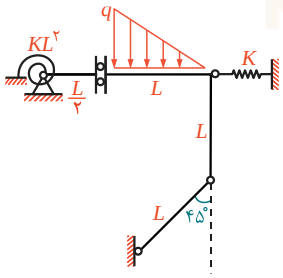
$$\left|\left(V_F^L\right)_{max} - \left(V_F^R\right)_{max}\right| = \left|-wL - \frac{۵wL}{۲}\right| = \frac{۷}{۲}wL$$

تذکر: راه‌حل دیگر برای حل مسئله آن است که ($V_F^L - V_F^R$) در واقع همان عکس‌العمل R_F است و برای محاسبه این مقدار کافی است خط تأثیر R_F را رسم نماییم و $(R_F)_{max}$ برابر با همان مقدار مدنظر در سؤال است.



$$(R_F)_{max} = w\left((L\times ۱)+\left(\frac{L\times ۱}{۲}\right)+\left(\frac{۲\times ۲L}{۲}\right)\right) = \frac{۷}{۲}wL$$

۱۳- در قاب نشان داده شده لنگر فنر دورانی کدام است؟ (صلبیت خمشی اعضا EI، سختی فنر انتقالی K و سختی فنر دورانی $KL^۲$ می‌باشد.)



۱) صفر

۲) $\frac{۱}{۳}qL^۲$

۳) $\frac{۲}{۳}qL^۲$

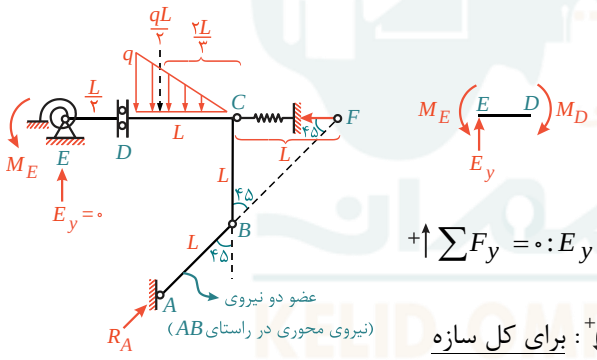
۴) $\frac{۵}{۶}qL^۲$

☑ **پاسخ: گزینه ۴**

درجه نامعینی سازه مربوطه برابر با یک است ولی این عکس‌العمل یا مجهول اضافی در راستای x می‌باشد و به راحتی با معادلات تعادل $+\uparrow\sum F_y = ۰$ و $+\circlearrowleft\sum M = ۰$ می‌توان مجهول M_E را محاسبه نمود.

$$DI = (r+۳k)-(۳+C) = ۲+(۴+۰)-(۳+۲) = ۱$$

فنر محوری و فنر پیچشی



$$+\uparrow\sum F_y = ۰ : E_y = ۰$$

$$\text{برای کل سازه}: +\circlearrowleft\sum M_F = ۰ : M_E + \frac{qL}{۲}\left(L+\frac{۲}{۳}L\right) = ۰ \rightarrow M_E = \frac{۵qL^۲}{۶}$$

تذکر: سختی فنر پیچشی داده شده در صورت سؤال چون تنها یک مجهول از نوع لنگر در عکس‌العمل‌ها داریم تأثیری در پاسخ ندارد ولی درصورتی‌که ۲ مجهول یا بیشتر از نوع لنگر داشتیم میزان لنگر در فنر پیچشی با سختی فنر در ارتباط بود!

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

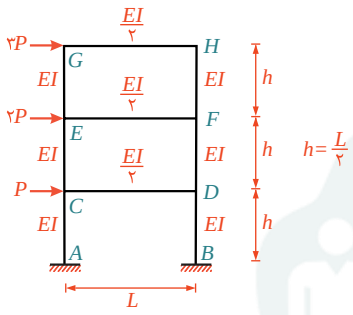
۱۴- مقدار نیروی محوری تیر CD چقدر است؟

۱) $\frac{P}{۲}$

۲) P

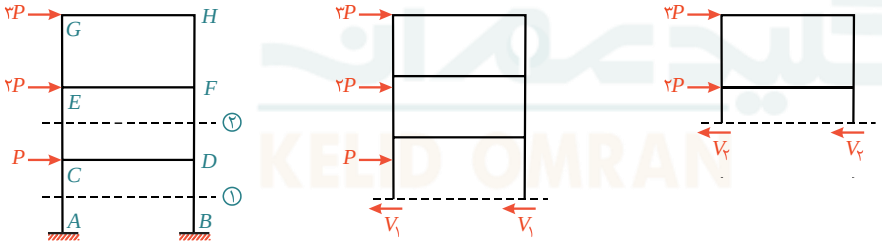
۳) $\frac{۳P}{۲}$

۴) $۶P$

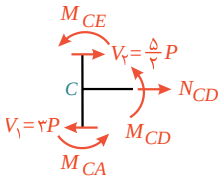


☑ **پاسخ: گزینه ۱**

کافی است میزان برش در ستون AC و EC را محاسبه نموده و سپس گره C از قاب را جدا نموده و میزان N_{CD} را محاسبه کنیم (توجه: با توجه به سختی خمشی یکسان در هر طبقه و شرایط انتهایی یکسان ستون‌ها در هر طبقه می‌توان گفت برش در هر طبقه به نسبت یکسان به ستون‌ها می‌رسد)



$$\begin{cases}\overset{+}{\rightarrow}\sum F_x = ۰ : ۶P - ۲V_۱ = ۰ \\ \rightarrow V_۱ = ۳P\end{cases} \qquad \begin{cases}\overset{+}{\rightarrow}\sum F_x = ۰ : ۵P - ۲V_۲ = ۰ \\ \rightarrow V_۲ = \frac{۵}{۲}P\end{cases}$$

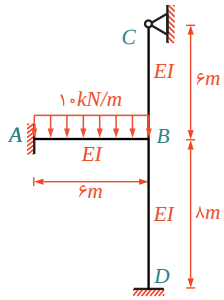


$$\overset{+}{\rightarrow}\sum F_x = ۰ : N_{CD} + \frac{۵P}{۲} - ۳P = ۰ \rightarrow N_{CD} = \frac{P}{۲}$$

http://www.kelidomran.com
@Kelid_Omran
@Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷
۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹
kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

۱۵- مقدار لنگر در تکیه‌گاه A چند کیلونیوتن متر $(kN.m)$ است؟



۱) ۲۲/۵
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۴۵

☑ **پاسخ: گزینه ۳**

با استفاده از روش شیب افت خواهیم داشت:

$$\begin{cases} M_{BA}=\dfrac{2EI}{L}\left(2\theta_B+\cancel{\theta_A^{\circ}}-\cancel{3\psi^{\circ}}\right)+FEM_{BA}=\dfrac{4EI\,\theta_B}{6}+\dfrac{10(6)^2}{12} \\ M_{BD}=\dfrac{2EI}{L}\left(2\theta_B+\cancel{\theta_D^{\circ}}-\cancel{3\psi^{\circ}}\right)+\cancel{FEM_{BD}^{\circ}}=\dfrac{4EI\,\theta_B}{8} \\ \underbrace{M_{BC}}_{\text{اصلاح شده}}=\dfrac{3EI}{L}\left(\theta_B-\cancel{\psi^{\circ}}\right)+\cancel{FEM_{BC}^{\circ}}=\dfrac{3EI\,\theta_B}{6} \end{cases}$$

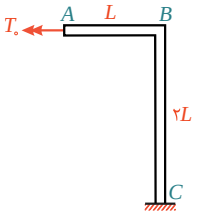
در گره B خواهیم داشت:

$$M_{BA}+M_{BD}+M_{BC}=0$$
$$\rightarrow \frac{4EI\,\theta_B}{6}+\frac{360}{12}+\frac{4EI\,\theta_B}{8}+\frac{3EI\,\theta_B}{6}=0\rightarrow \theta_B=\frac{-18}{EI}$$

حال برای محاسبه $M_{AB}=M_A$ داریم:

$$M_{AB}=\frac{2EI}{L}\left(\cancel{2\theta_A^{\circ}}+\theta_B-\cancel{3\psi^{\circ}}\right)+FEM_{AB}=\frac{2EI}{6}\left(\frac{-18}{EI}\right)-\frac{10(6)^2}{12}$$
$$\rightarrow M_A=M_{AB}=-36(kN.m)\qquad \text{(به صورت پاد ساعتگرد)}$$

۱۶- در قاب نشان داده شده مقطع اعضا دایره به شعاع R می‌باشد. اگر لنگر پیچشی T_0 در گره A اعمال شود. زاویه پیچش در گره A چه ضریبی از $\dfrac{T_0.L}{E\pi R^4}$ ما است؟ $(G=0/5E)$

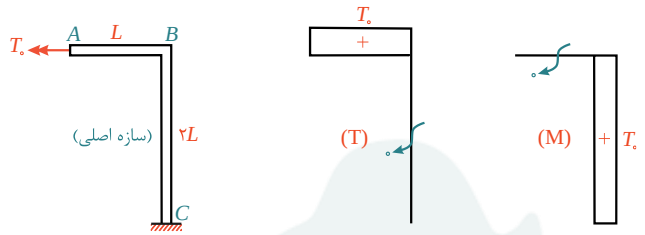


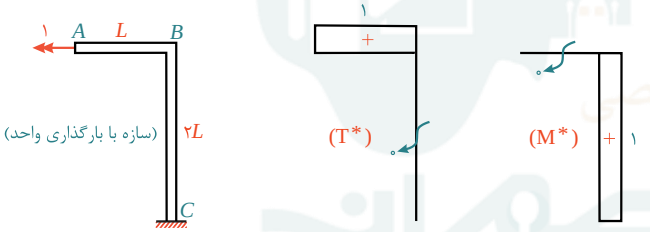
۱) ۱۶
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۴

☑ **پاسخ: گزینه ۲**

با توجه به صورت مسئله که هم E و هم G را نمایش داده است بنابراین می‌توان گفت هم اثرات خمش و هم اثرات پیچش باید در نظر گرفته شود. برای حل این مسئله می‌توان از روش کار مجازی استفاده نمود و داریم:

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

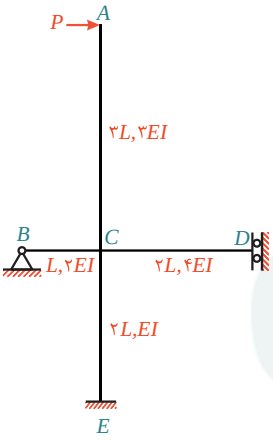




$$\begin{cases}\varphi_A = \int \frac{M\,M^{*}dx}{EI} + \int \frac{T\,T^{*}dx}{GJ} \\ I = \frac{\pi R^{۴}}{۴} \\ J = ۲I = \frac{\pi R^{۴}}{۲} \\ G = ۰/۵E \end{cases}$$ (اطلاعات مسئله)

$$\xrightarrow{\text{روش ترسیمی مور}} \varphi_A = \frac{T_{۰}\times ۱\times ۲L}{E\left(\frac{\pi R^{۴}}{۴}\right)} + \frac{T_{۰}\times ۱\times L}{(۰/۵E)\left(\frac{\pi R^{۴}}{۲}\right)} \rightarrow \varphi_A = ۱۲\frac{T_{۰}L}{E\,\pi R^{۴}}$$

۱۷- لنگر خمشی در تکیه‌گاه E چقدر است؟



۱) $\frac{۱}{۵}PL$

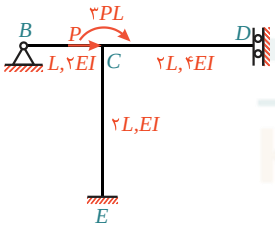
۲) $\frac{۲}{۵}PL$

۳) $\frac{۳}{۱۰}PL$

۴) $\frac{۶}{۱۱}PL$

☑ **پاسخ: گزینه ۳**

برای حل ابتدا قسمت معین و کنسولی (CA) را حذف نموده:



با کمی دقت می‌توان گفت θ_C برای همه قطعات یکسان است و به عبارتی می‌توان گفت این سه قطعه (BC ، CD و CE) همانند سه نفر موازی (θ مساوی در نقطه C) عمل می‌کنند و برای محاسبه M_E ابتدا سختی دورانی هر عضو را محاسبه نموده و سپس سهم لنگر عضو CE در نقطه C را محاسبه و در پایان مقدار M_E را می‌یابیم:

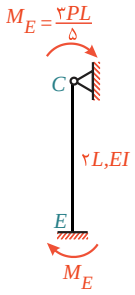
فرض : $\frac{EI}{L} = k$

جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com @Kelid_Omran @Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹ kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

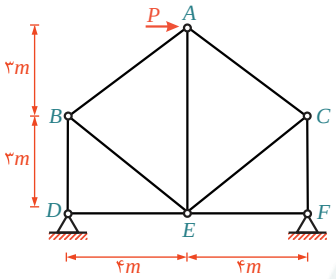
$$\begin{cases}(k_\theta)_{CB}=\dfrac{۳(۲EI)}{(L)}=\dfrac{۶EI}{L}=۶k & \text{(معادل تیر دو سر مفصل)}\\ (k_\theta)_{CE}=\dfrac{۴(EI)}{(۲L)}=\dfrac{۲EI}{L}=۲k & \text{(معادل تیر یک سر مفصل و یک سرگیردار)}\\ (k_\theta)_{CD}=\dfrac{(۴EI)}{(۲L)}=\dfrac{۲EI}{L}=۲k & \text{(معادل تیر یک سر مفصل و یک سر غلتکی گیردار)}\end{cases}$$

$$M_{CE}=\frac{(k_\theta)_{CD}}{(k_\theta)_{CB}+(k_\theta)_{CD}+(k_\theta)_{CE}}\times(۳PL)=\frac{۲k}{۶k+۲k+۲k}(۳PL)=\frac{۳PL}{۵}$$



$$\xrightarrow{\text{روابط حفظی}}\quad M_E=\frac{M_{CE}}{۲}=\frac{۳PL}{۱۰}$$

۱۸- در خرپای نشان داده شده بار P به صورت افقی به گره A وارد می‌شود مقدار نیروی داخلی عضو BE چقدر است؟ (صلبیت محوری همه اعضا EA می‌باشد)



۱) $\frac{۵P}{۸}$

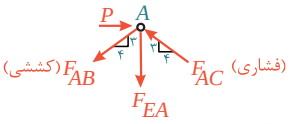
۲) $\frac{۵P}{۴}$

۳) $\frac{۵P}{۲}$

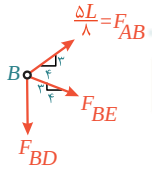
۴) ۰

☑ پاسخ: گزینه ۱

سازه نشان داده شده از نوع یک سازه پادمتقارن می‌باشد بنابراین می‌توان گفت نیروی هر عضو نظیر به نظیر با هم برابر و مختلف العلامتند. با استفاده از همین نکته از گره A می‌توان برش زده و پیش رفت.



$$|F_{AC}|=|F_{AB}|\rightarrow\sum\overrightarrow{F_x}=۰:\quad P-۲F_{AB}\left(\frac{۴}{۵}\right)=۰\rightarrow F_{AB}=\frac{۵P}{۸}\ \text{(کششی)}$$

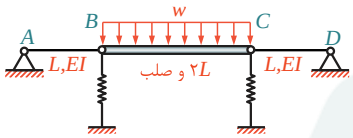


$$\overrightarrow{\sum F_x}=۰:\quad \frac{۵P}{۸}\left(\frac{۴}{۵}\right)+F_{BE}\left(\frac{۴}{۵}\right)=۰\rightarrow F_{BE}=\frac{-۵P}{۸}\ \text{(فشاری)}$$

جهت مشاهده هر کدام از گزینه‌های زیر، کافیست بر روی آدرس آن کلیک کنید
http://www.kelidomran.com @Kelid_Omran @Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷ ۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹ kelideomran@yahoo.com

{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

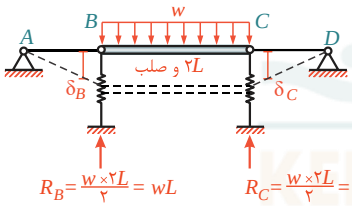
۱۹- درصورتی‌که ضریب سختی هر یک از فنرها $K=\frac{۶EI}{L^۳}$ باشد: حداکثر جابه‌جایی تیر صلب BC کدام است؟



۱) $\frac{wL^۴}{۱۲EI}$
۲) $\frac{wL^۴}{۹EI}$
۳) $\frac{wL^۴}{۶EI}$
۴) $\frac{wL^۴}{۳EI}$

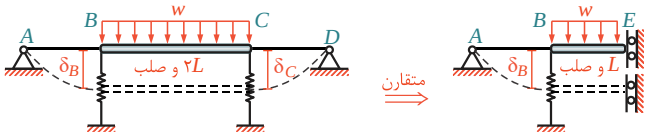
☑ **پاسخ: گزینه ۳ (با اصلاح شکل سوال گزینه ۲ صحیح است)**

حل با توجه به شکل داده شده در مسئله: قطعات AB و CD اعضای دو سر مفصل هستند و تنها نیروی محوری در آن‌ها قرار می‌گیرد و برای محاسبه میزان جابه‌جایی BC با توجه به این‌که بارگذاری و سازه متقارن است کافی است نیروی هر فنر را محاسبه و به سختی آن تقسیم نماییم:



$\delta_B=\delta_C=\frac{R_B}{k}$ (یا) $\frac{R_C}{k}=\frac{wL}{\frac{۶EI}{L^۳}}=\frac{wL^۴}{۶EI}$ → گزینه (۳) صحیح است

حل با توجه به شکل اصلاح شده در مسئله که احتمال قوی منظور طراح سؤال همین است:



δ_B در تیر AB و فنر یکسان است و همانند دو نفر موازی عمل می‌کنند بنابراین داریم:

فرض : $\frac{EI}{L^۳}=k$

$$\begin{cases} k_{AB}=\frac{۳(EI)}{(L)^۳}=۳k \\ k_{\text{فنر}}=\frac{۶EI}{L^۳}=۶k \end{cases}$$

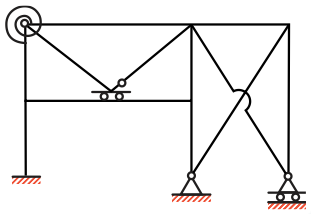
$\delta_B=\frac{F_B}{k_{AB}+k_{\text{فنر}}}=\frac{wL}{۳k+۶k}=\frac{wL}{۹k}=\frac{wL^۴}{۹EI}$ گزینه (۲) صحیح است

تذکر: احتمال قوی طراح با توجه به پاسخ ارائه شده سازمان سنجش (گزینه ۲)، حل دوم را مدنظر داشته است زیرا در حل اول، پاسخ سؤال بسیار ساده و بدیهی است.

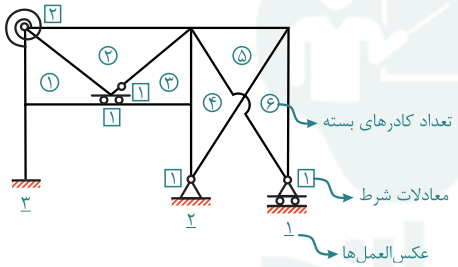
{ کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر مربوط به مولف و آموزشگاه است و کپی یا استفاده از آن در صورت عدم ذکر منبع، شرعاً حرام و پیگرد قانونی خواهد داشت }

۲۰- درجه نامعینی سازهٔ زیر چند است؟

۱) ۱۰
۲) ۱۳
۳) ۱۵
۴) ۱۷



☑ **پاسخ: گزینه ۲**



$$\begin{cases} DI = (r+3k)-(3+C) = 1+(6+3(5))-(3+6)=13 \\ \text{فنر پیچشی} \\ \begin{cases} k = k' - \underbrace{(\text{تعداد اعضای عبوری از روی هم} - 1)}_{\text{به ازای هر نقطه که اعضا از روی هم عبور می‌کنند}} = 6-(2-1)=5 \\ k' = 6 \end{cases} \end{cases}$$

http://www.kelidomran.com
@Kelid_Omran
@Kelid_Omran
۰۹۱۳۵۵۲۲۹۸۷
۰۳۱-۳۶۲۷۴۱۷۹
kelideomran@yahoo.com