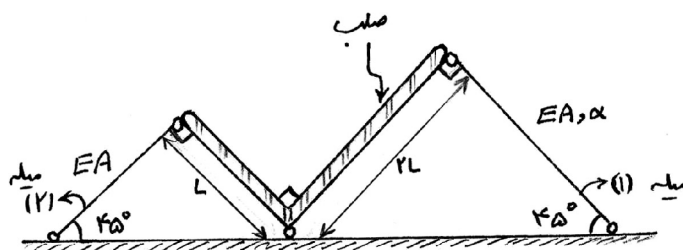


تحلیل سازه ها

۱- در شکل مقابل دمای میله ^(۱) به اندازه Δt افزایش می یابد. تنش محوری ایجاد شده در آن کدام است؟ (سطح مقطع میله ^(۱) برابر A است)



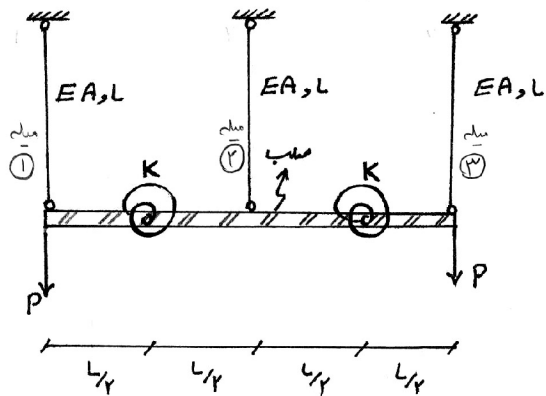
$$\sigma = \frac{4}{5} E \alpha \Delta t \quad (۱)$$

$$\sigma = \frac{2}{3} E \alpha \Delta t \quad (۲)$$

$$\sigma = \frac{4}{3} E \alpha \Delta t \quad (۳)$$

$$\sigma = \frac{1}{3} E \alpha \Delta t \quad (۴)$$

۲- در شکل مقابل نیروی میله ۳ کدام است؟ $k = EAL$



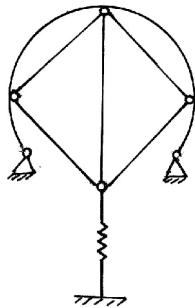
(۱) $\frac{4}{13}P$

(۲) $\frac{9}{13}P$

(۳) $\frac{6}{17}P$

(۴) $\frac{11}{17}P$

۱۱- درجه نامعینی سازه پایدار مقابل کدام است؟



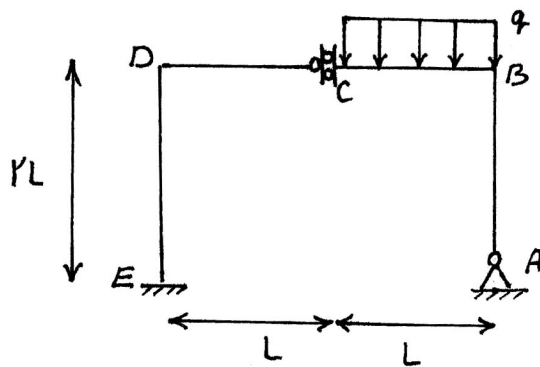
(۱) پنج

(۲) شش

(۳) هفت

(۴) هشت

۱۲- در شکل مقابل عکس العمل افقی تکیه‌گاه E کدام است؟



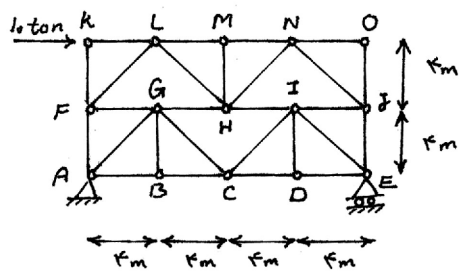
(۱) qL

(۲) $\frac{1}{2}qL$

(۳) $\frac{1}{4}qL$

(۴) سازه نامعین بوده و نمی‌توان آن را به دست آورد.

۱۳- نیرو در عضو CG از خرابای شکل مقابل کدام است؟



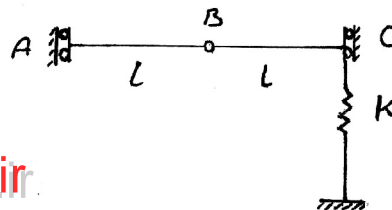
(۱) $10\sqrt{2}$

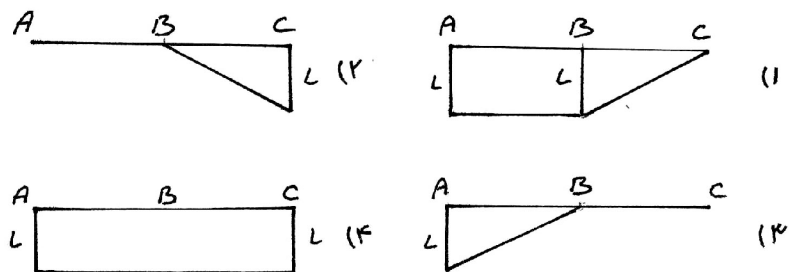
(۲) $20\sqrt{2}$

(۳) $2.5\sqrt{2}$

(۴) $5\sqrt{2}$

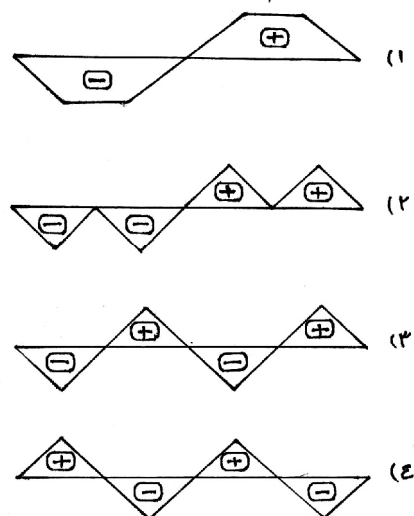
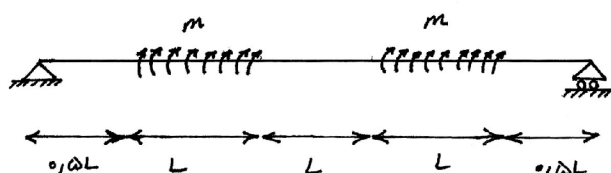
۱۴- خط تاثیر لنگر تکیه‌گاه C کدام است؟





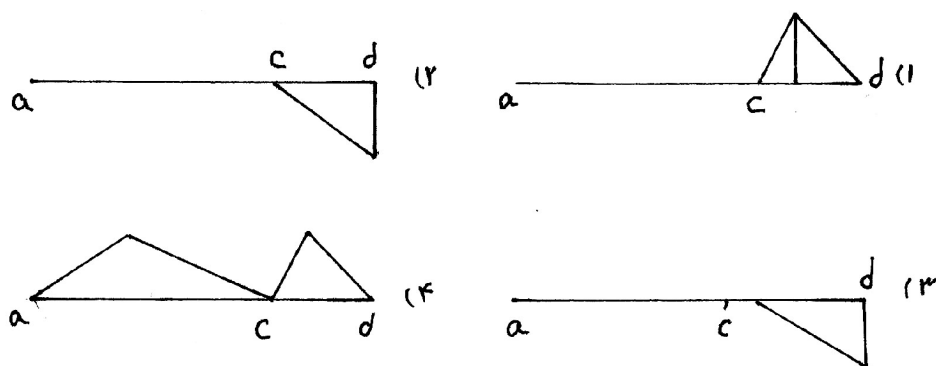
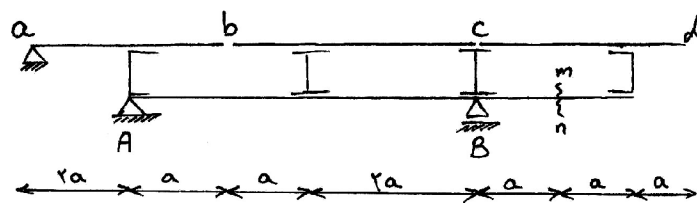
۱۵- در شکل مقابل لنگر خمشی گسترده m بر قسمت‌های نشان داده از تیر اثر می‌کند نمودار لنگر خمشی در این تیر

کدام است؟



www.nashr-estekhdam.ir

۱۶- خط تاثیر لنگر در مقطع $m-n$ کدام است؟ (بار واحد در قسمت ad حرکت می‌کند).



۱۷- نیروی فنر کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

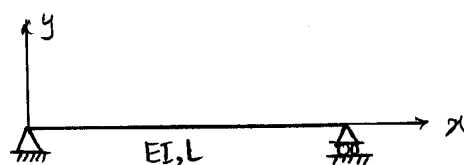
	<p>(۱) $2P$</p> <p>(۲) $1.5P$</p> <p>(۳) $10P$</p> <p>(۴) بستگی به سختی فنر دارد.</p>
--	--

۱۸- درجه نامعینی سیستم مقابل کدام است؟

	<p>(۱) ۵</p> <p>(۲) ۶</p> <p>(۳) ۷</p> <p>(۴) ۸</p>
--	---

www.nashr-estekhdam.ir

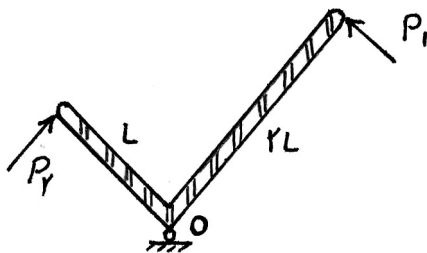
۱۹- چنانچه معادله تغییر مکان تیر به صورت $y(x) = -\frac{q_0 L^4}{\pi^4 EI} \sin \frac{\pi x}{L}$ باشد، دیاگرام نیروی برشی در تیر کدام است؟



	<p>(۲)</p>		<p>(۱)</p>
	<p>(۴)</p>		<p>(۳)</p>

	<p>(۱) $\frac{\sqrt{2}}{6} qa$</p> <p>(۲) $\frac{\sqrt{2}}{2} qa$</p> <p>(۳) $\frac{\sqrt{2}}{3} qa$</p> <p>(۴) $\frac{2\sqrt{2}}{3} qa$</p>
--	--

۱- گزینه ۴ صحیح می باشد.



$$\sum M_O = 0$$

$$P_1 \times 2L = P_2 \times L \rightarrow P_2 = 2P_1$$

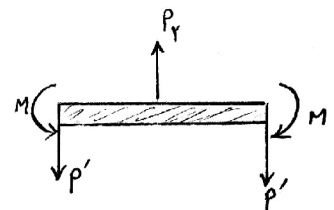
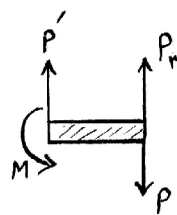
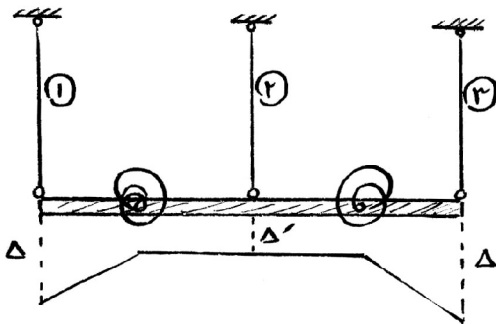
اگر تغییر طول میله (۲) برابر Δ_2 باشد تغییر طول میله (۱) برابر $2\Delta_2$ است (چرا؟) و داریم:

$$\begin{cases} \Delta_1 = 2L\alpha\Delta T - \frac{P_1 \times 2L}{EA} \\ \Delta_2 = \frac{P_2 L}{AE} = \frac{2P_1 L}{EA} \end{cases} \rightarrow \Delta_1 = 2\Delta_2 \rightarrow P_1 = \frac{1}{3} EA \alpha \Delta T$$

www.nashr-estekhdam.ir

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{A} = \frac{1}{3} E \alpha \Delta T$$

۲- گزینه ۲ صحیح می باشد.



$$\begin{cases} P' + P_3 = P \\ P' \times \frac{L}{2} = M = k\theta = K \frac{\Delta - \Delta'}{\frac{L}{2}} = K \frac{2(\Delta - \Delta')}{L} \end{cases} \quad (1)$$

$$\Delta' = \frac{2P'L}{EA}, \quad \Delta = \frac{P_3 L}{EA} \quad (2)$$

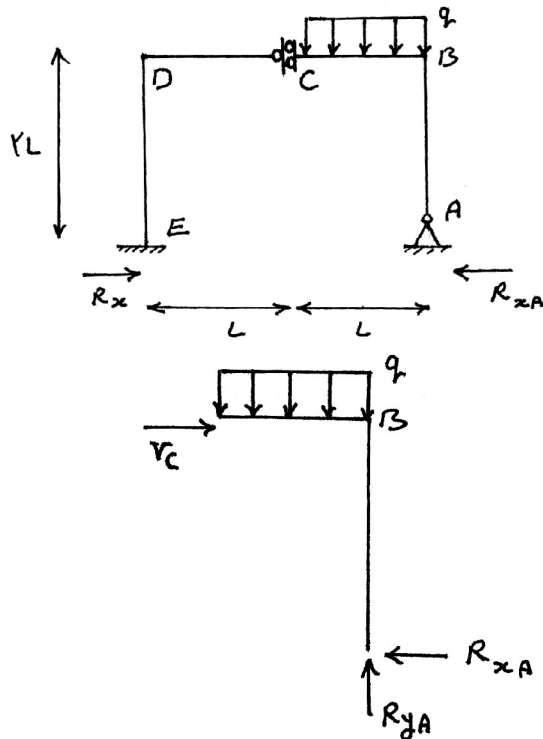
$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{P'L}{2} = EAL \times \frac{2}{L} \left(\frac{P_3 L - 2P'L}{EA} \right)$$

۱۱- گزینه ۱ صحیح می باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{تعداد کادر بسته} = 4 \\ \text{تعداد قیدهای تکیه گاهی} = 5 \\ \text{تعداد معادلات شرط} = 9 \end{array} \right. \rightarrow r = 4 \times 3 + 5 - 9 - 3 = 5$$

۱۲- گزینه ۳ صحیح می باشد.

می دانیم در C تنها قیدی که وجود دارد یک قید افقی است به عبارتی در C ممان و برش هر دو صفر است.



$$\sum F_x = 0$$

$$R_{xA} = R_{xE}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{xA} \times 2L = \frac{qL^2}{2}$$

$$R_{xA} = \frac{qL}{4}$$

www.nashr-estekhdam.ir

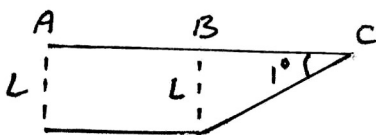
۱۳- گزینه ۳ صحیح می باشد.

با زدن یک برش افقی گذرنده از قسمت فوقانی خرپا و با توجه به صفر بودن نیروی اعضای BG و DI و با نوشتن معادله تعادل قائم در مفصل های G، I و C ملاحظه می گردد نیرو در اعضای AG، GC، CI و IE برابر می باشد بنابراین خواهیم داشت:

$$4F_{CG} \cos 45^\circ = 10 \Rightarrow F_{CG} = 2.5\sqrt{2}$$

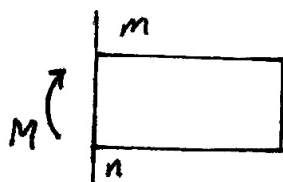
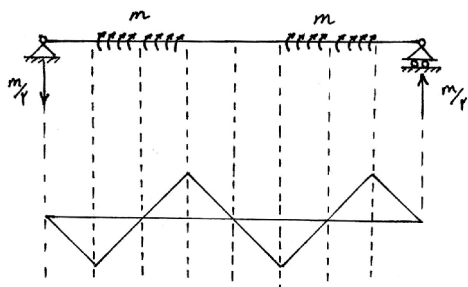
۱۴- گزینه ۱ صحیح می باشد.

با استفاده از روش مولر برسلو و ایجاد دوران واحد در تکیه گاه C گزینه ۱ صحیح است.



۱۵- گزینه ۳ صحیح می باشد.

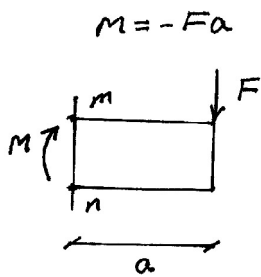
این سازه دارای بارگذاری پادمتقارن است و لنگر در وسط آن صفر است و با توجه به عکس العمل تکیه گاه های A و B نمودار لنگر مطابق شکل زیر است.



۱۶- گزینه ۲ صحیح می باشد.
اگر بار واحد از a تا c حرکت کند مطابق

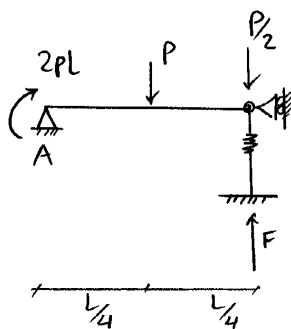
لنگر مقطع m-n صفر می گردد و در صورتی که بار از c تا d حرکت نماید داریم:

$$M = -Fa$$



۱۷- گزینه ۳ درست است.

چون سیستم معین است نیروی فنر به سختی سیستم بستگی ندارد و با معادلات تعادل می توان نیروی فنر را به دست آورد.
چون سیستم متقارن است می توان سازه نیمه را تحلیل کرد.



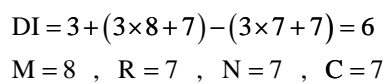
$$\begin{aligned} \sum M_A = 0 &\rightarrow 2PL + P \times \frac{L}{4} + \frac{P}{2} \times \frac{L}{2} = F \times \frac{L}{2} \\ &\Rightarrow F = 5P \\ &\Rightarrow F_s = 2 \times 5P = 10P \end{aligned}$$

www.nashr-estekhdam.ir

نکته: در سازه متقارن با بارگذاری متقارن واکنش قائم در تکیه گاه میانی روی محور تقارن در سازه اصلی دو برابر سیستم نیمه می باشد.

۱۸- گزینه ۲ درست است.

در کابل و فنر داخلی همواره یک نیروی داخلی به صورت مجهول وجود دارد، همچنین در فنر پیچشی داخلی نیز همواره یک لنگر به صورت مجهول وجود دارد لذا می توان آنها را از سیستم حذف نمود و ۳ واحد به درجات نامعینی سیستم افزود.

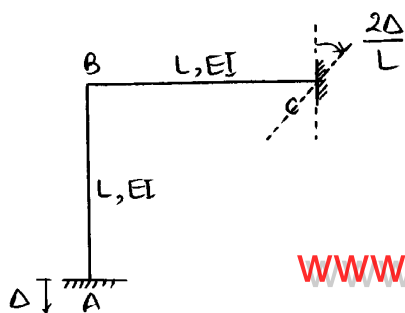


www.nashr-estekhdam.ir

$$\Rightarrow F_{AB} = \frac{\sqrt{2}}{3} qa$$

تحلیل سازه‌ها

۱- در اثر نشست تکیه‌گاه A به مقدار Δ و دوران تکیه‌گاه C به مقدار $\frac{2\Delta}{L}$ ، لنگر تکیه‌گاه A را به دست آورید؟



$$\frac{5EI\Delta}{4L^2} \quad (1)$$

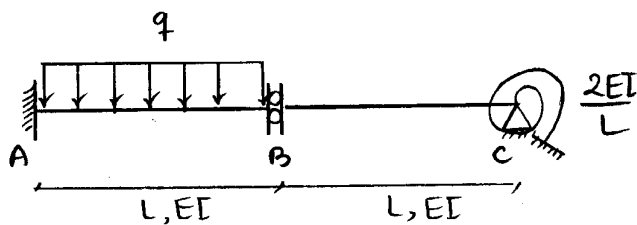
$$\frac{EI\Delta}{L^2} \quad (2)$$

$$\frac{EI\Delta}{2L^2} \quad (3)$$

$$\frac{3EI\Delta}{2L^2} \quad (4)$$

www.nashr-estekhdam.ir

۲ - اگر در تحلیل تیر نامعین شکل زیر یکی از مجهولات اضافی را M_B انتخاب کنیم، رابطه‌ی سازگاری تغییر مکان مربوطه بر اساس کدام رابطه نوشته می‌شود؟ (چپ: L راست: R)



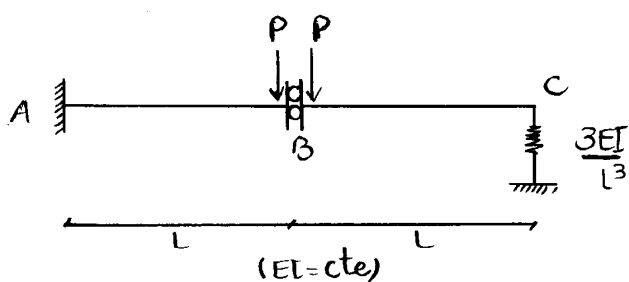
$$\theta_{BL} + \theta_{BR} = 0 \quad (1)$$

$$\theta_{BL} = \theta_{BR} = 0 \quad (2)$$

$$M_{BL}\theta_{BL} = M_{BR}\theta_{BR} \quad (3)$$

$$\theta_{BL} - \theta_{BR} = 0 \quad (4)$$

۳ - اختلاف خیز طرفین مفصل برشی در سازه‌ی مقابل کدام است؟



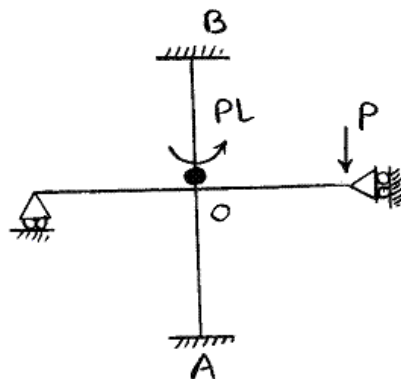
$$\frac{PL^3}{EI} \quad (1)$$

$$\frac{2PL^3}{3EI} \quad (2)$$

$$\frac{4PL^3}{3EI} \quad (3)$$

$$0 \quad (4)$$

۴ - در سازه‌ی مقابل اگر طول و مشخصات تمامی اعضا به ترتیب L و EI باشد، لنگر تکیه‌گاه A و B به ترتیب برابر است با:



$$0, 0 \quad (1)$$

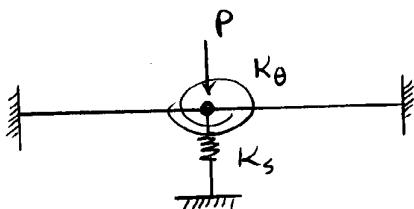
$$0, \frac{2PL}{7} \quad (2)$$

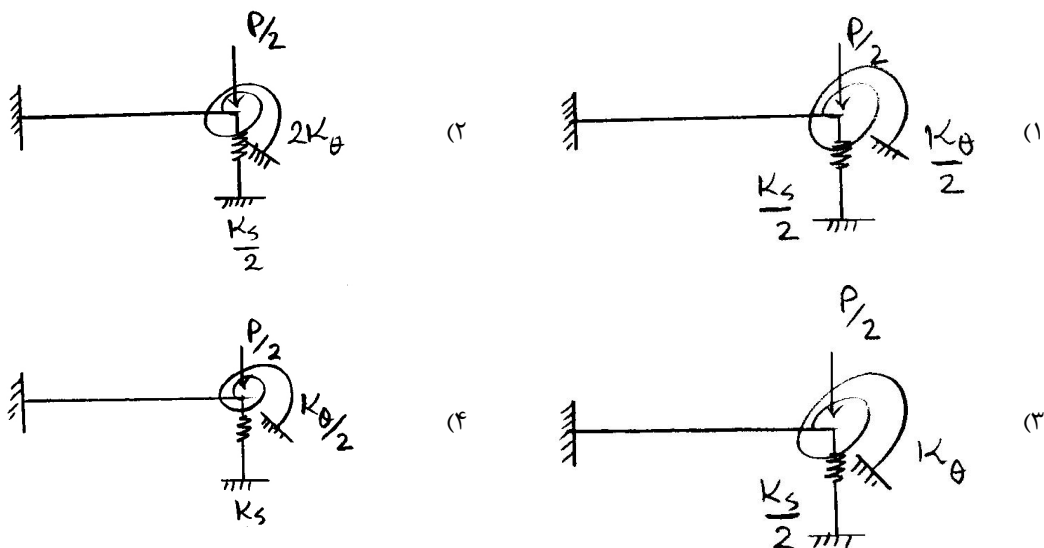
$$\frac{PL}{2}, \frac{2PL}{7} \quad (3)$$

$$\frac{PL}{2}, \frac{4PL}{7} \quad (4)$$

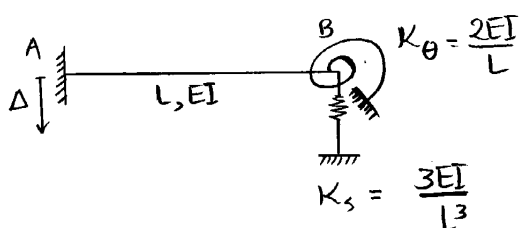
www.nashr-estekhdam.ir

۵ - به جای تحلیل تیر مقابل از کدام یک از تیرهای زیر می‌توان استفاده نمود؟





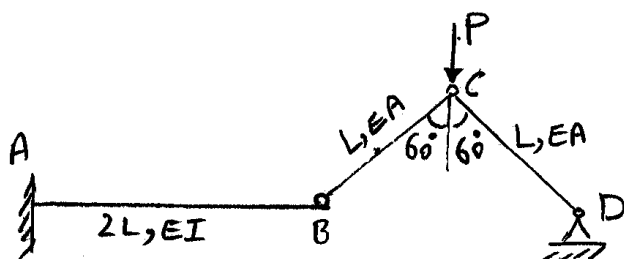
۶ - در صورتی که تکیه‌گاه A به مقدار Δ به سمت پایین نشست کند، واکنش قائم تکیه‌گاه A کدام است؟



- (۱) $\frac{2EI\Delta}{L^3}$
 (۲) $\frac{6EI\Delta}{7L^3}$
 (۳) $\frac{5EI\Delta}{6L^3}$
 (۴) $\frac{EI\Delta}{3L^3}$

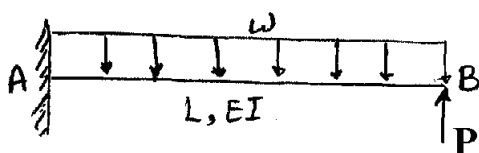
www.nashr-estekhdam.ir

۷ - در شکل مقابل خیز قائم نقطه C کدام است؟ $\left(I = \frac{AL^2}{6}\right)$



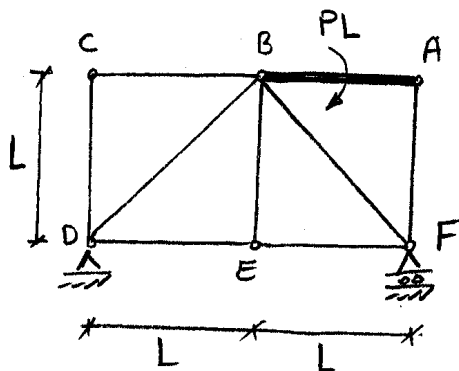
- (۱) $\frac{12PL}{EA}$
 (۲) $\frac{10PL}{EA}$
 (۳) $\frac{3PL}{EA}$
 (۴) $\frac{6PL}{EA}$

۸ - در شکل زیر بار P چقدر باشد تا انرژی کرنشی ذخیره شده در سازه مینیمم شود؟



- (۱) $\frac{1}{2}\omega L$
 (۲) $\frac{3}{8}\omega L$
 (۳) $\frac{5}{8}\omega L$
 (۴) $2\omega L$

۹ - در سازه زیر عضو AB صلب است و سختی محوری سایر اعضا ثابت و برابر EA می باشد. دوران عضو AB کدام است؟



$$(1) \frac{(3+2\sqrt{2})P}{EA}$$

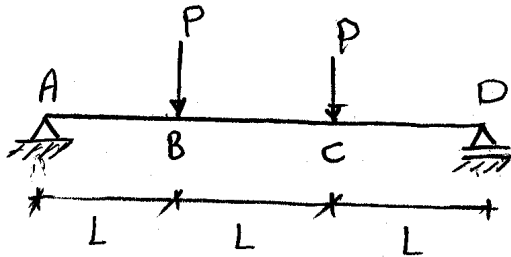
$$(2) \frac{(2+\sqrt{2})P}{EA}$$

$$(3) \frac{(3+2\sqrt{2})P}{2EA}$$

$$(4) \frac{(2+\sqrt{2})P}{2EA}$$

www.nashr-estekhdam.ir

۱۰ - در شکل زیر اختلاف شیب بین A و B و همچنین فاصله نقطه C از مماس ترسیمی از نقطه A به ترتیب کدام است؟ (EI ثابت است).



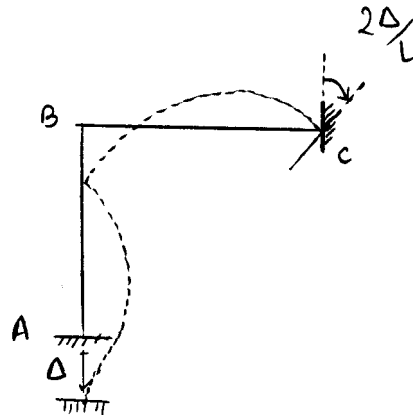
$$(1) \frac{2PL^3}{3EI}, \frac{PL^2}{2EI}$$

$$(2) \frac{7PL^3}{6EI}, \frac{PL^2}{EI}$$

$$(3) \frac{2PL^3}{3EI}, \frac{PL^2}{EI}$$

$$(4) \frac{7PL^3}{6EI}, \frac{PL^2}{2EI}$$

۱. گزینه ۱ درست است.



$$M_{BA} + M_{BC} = 0 \Rightarrow \frac{2EI}{L}(2\theta_B) + \frac{2EI}{L}(2\theta_B + \frac{2\Delta}{L} + \frac{3\Delta}{L}) = 0$$

$$\Rightarrow \theta_B = \frac{-5\Delta}{8L}$$

$$M_A = \frac{2EI}{L}(\theta_B) = \frac{-5EI\Delta}{4L^2}$$

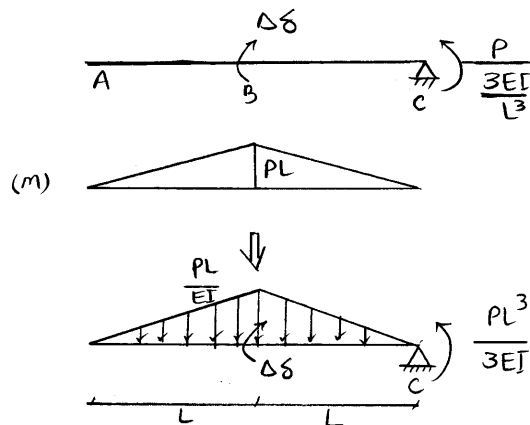
۰۲. گزینه ۴ درست است.

$$\theta_{BL} = \theta_{BR}$$

در محل یک مفصل برشی همواره شیب در سمت چپ و راست یکسان است، بنابراین:

۳. گزینه ۳ درست است.

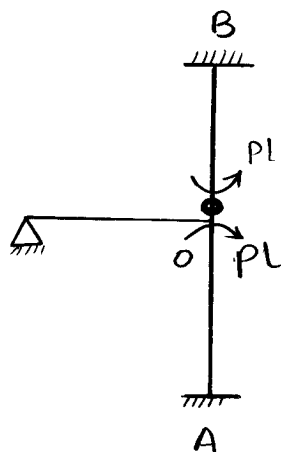
تیر مزدوج مطابق شکل روبه‌رو است:



www.nashr-estekhdam.ir

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow \Delta\delta = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{PL}{EI} \times \frac{2L}{2} \times L = \frac{4PL^3}{3EI}$$

۴. گزینه ۳ درست است.



$$M_{OA} = \frac{PL \times K_{OA}}{\sum K} = \frac{PL \times \frac{4EI}{L}}{\frac{3EI}{L} + \frac{4EI}{L}} = \frac{4PL}{7}$$

$$M_A = \frac{2PL}{7}$$

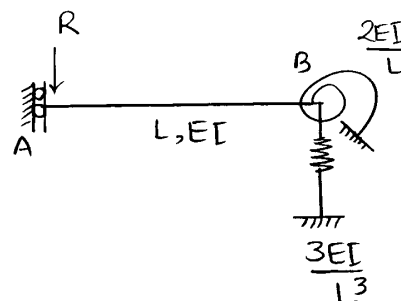
$$M_B = \frac{PL}{2}$$

۵. گزینه ۲ درست است.

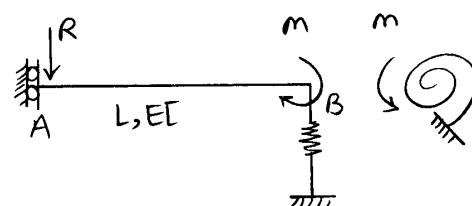
در صورت وجود فنر پیشی در روی محور تقارن در یک سیستم متقارن محوری مستقیم در سازه نیمه سختی آن را دو برابر سختی فنر در نظر می گیریم.

۶. گزینه ۱ درست است.

سازگاری: $\Delta_A = \Delta$



www.nashr-estekhdam.ir



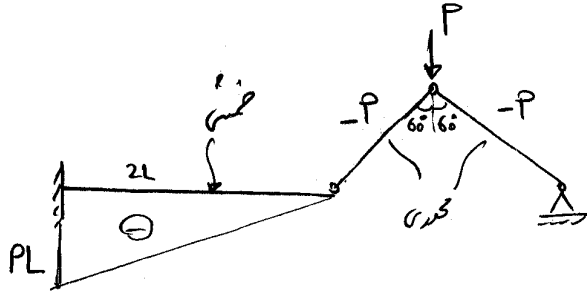
$$\theta_B = \theta_S \Rightarrow \frac{RL^2}{2EI} - \frac{mL}{EI} = \frac{m}{\frac{2EI}{L}} \Rightarrow m = \frac{RL}{3}$$

$$\Delta_A = \frac{RL^3}{3EI} + \frac{RL^3}{3EI} - \frac{mL^2}{2EI} = \frac{2RL^3}{3EI} - \frac{RL^3}{6EI} = \frac{RL^3}{2EI}$$

$$\frac{RL^3}{2EI} = \Delta \Rightarrow R = \frac{2EI\Delta}{L^3}$$

۷. گزینه ۴ صحیح می باشد.

با استفاده از روش کار حقیقی داریم:



$$P \frac{\Delta_c}{2} = \sum \int \frac{M^2}{2EI} dx + \sum \frac{N^2}{2EA} L$$

$$P \frac{\Delta_c}{2} = \frac{1}{2EI} \times \frac{(PL)^2 \times 2L}{3} + 2 \times \frac{P^2 L}{2EA}$$

$$\Rightarrow \Delta_c = \frac{2PL^3}{3EI} + \frac{2PL}{EA} \xrightarrow{I = \frac{AL^2}{6}} \Delta_c = \frac{6PL}{EA}$$

۸. گزینه ۲ صحیح می باشد.

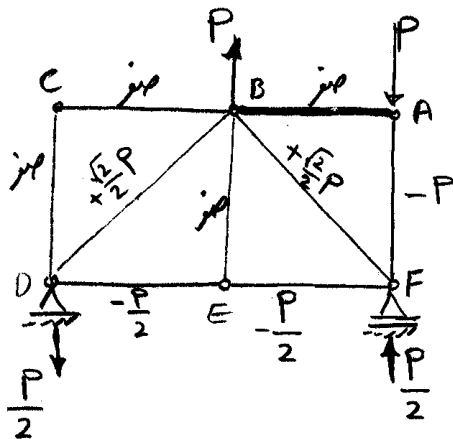
طبق قضیه کاستیگلیانو می دانیم $\frac{\partial u}{\partial P} = \Delta_B$ است. مینیمم انرژی کرنشی زمانی اتفاق می افتد که $\frac{\partial u}{\partial P} = 0$ شود، یعنی Δ_B صفر شود.

$$\Delta_B = 0 \Rightarrow \frac{PL^3}{3EI} = \frac{\omega L^4}{8EI} \Rightarrow P = \frac{3}{8} \omega L$$

www.nashr-estekhdam.ir

۹. گزینه ۳ صحیح می باشد.

با توجه به اینکه بارگذاری روی یک جسم صلب را می توان با معادل استاتیکی جایگزین کرد، لنگر PL را به کوپل معادلش تبدیل کرده و سوال را از روش کار حقیقی حل می کنیم:



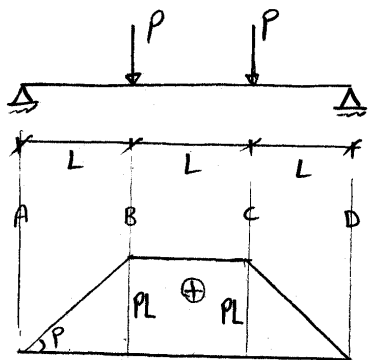
$$\frac{1}{2} M \times \theta_{AB} = \sum \frac{N^2}{2EA}$$

$$\times PL \times \theta_{AB} = \frac{(-P)^2 L}{2EA} + \frac{2 \times \left(-\frac{P}{2}\right)^2 \times L}{2EA} + \frac{2 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2} P\right)^2 \times \sqrt{2} L}{2EA}$$

$$\Rightarrow \theta_{AB} = \frac{3P}{2EA} + \frac{\sqrt{2} P}{EA} = \frac{(3 + 2\sqrt{2}) P}{2EA}$$

۱۰. گزینه ۴ صحیح می باشد.

برای محاسبه اختلاف شیب بین A و B طبق قضیه اول لنگر سطح و همچنین محاسبه فاصله نقطه C از مماس نقطه A طبق قضیه دوم لنگر سطح، ابتدا نمودار لنگر خمشی تیر را رسم می کنیم:



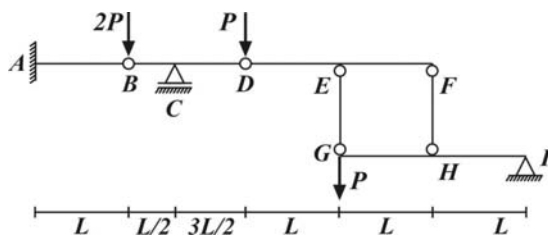
ثابت EI

www.nashr-estekhdam.ir

$$\theta_B - \theta_A = \int_A^B \frac{M}{EI} dx = \frac{M}{EI} \text{ سطح زیر نمودار از A تا B } = \frac{PL \times L}{2EI} = \frac{PL^2}{2EI}$$

$$t_{C/A} = \text{لنگر استاتیکی زیر نمودار از A تا C نسبت به نقطه C} = \frac{M}{EI} = \frac{PL \times L}{2EI} \times \frac{4}{3}L + \frac{PL \times L}{EI} \times \frac{L}{2} = \frac{7PL^3}{6EI}$$

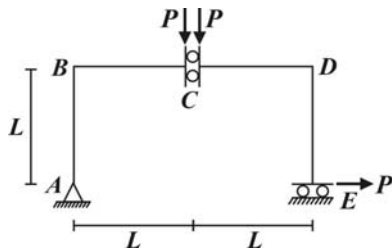
۱۱- لنگر تکیه‌گاه A از سازه مقابل کدام است؟



$$\Delta PL \quad (۲) \quad \gamma PL \quad (۱)$$

$$PL \quad (۴) \quad \gamma PL \quad (۳)$$

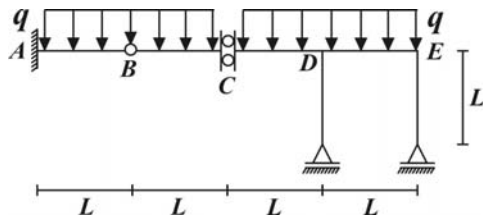
۱۲- لنگر در تکیه‌گاه E از سازه مقابل را تعیین نمایید.



$$\gamma PL \quad (۲) \quad \gamma PL \quad (۱)$$

$$\circ \quad (۴) \quad PL \quad (۳)$$

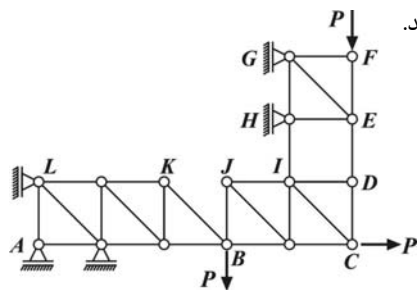
۱۳- لنگر اتصال دوغلتکی C از سازه مقابل کدام است؟



$$\frac{qL^2}{4} \quad (۲) \quad \frac{qL^2}{2} \quad (۱)$$

$$\gamma qL^2 \quad (۴) \quad qL^2 \quad (۳)$$

www.nashr-estekhdam.ir



۱۴- عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه A را تعیین نمایید در صورتی که طول اعضاء افقی و قائم خرابا برابر L باشد.

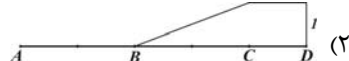
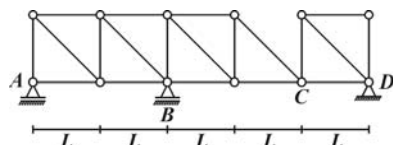
(۱)

(۲) P

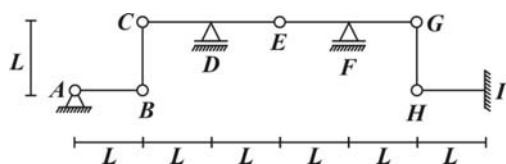
(۳) $2P$

(۴) $3P$

۱۵- خط تأثیر عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه D از سازه مقابل کدام است؟



۱۶- حداکثر نیروی میله GH از سازه مقابل بر حسب تن کدام است اگر بار منفرد و متحرک ۲۰ تن از ناحیه CG عبور کند.



(۱) ۵

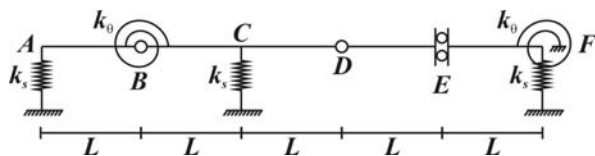
(۲) ۱۰

(۳) ۱۵

(۴) ۲۰

۱۷- حداکثر لنگر مثبت در فنر پیچشی نقطه B از سازه زیر کدام است اگر بار گسترده متحرک $4t/m$ و به طول L از ناحیه AF عبور کند.

($L = 4m$)



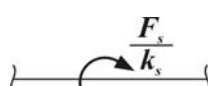
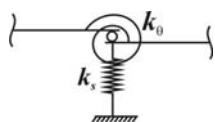
(۱) $16t.m$

(۲) $24t.m$

(۳) $32t.m$

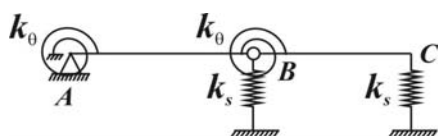
(۴) $48t.m$

۱۸- تیر مزدوج اتصال مقابل کدام است؟



www.nashr-estekhdam.ir

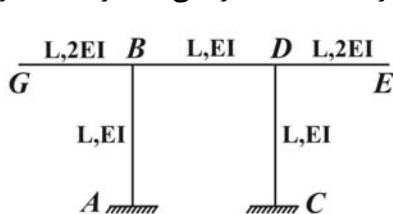
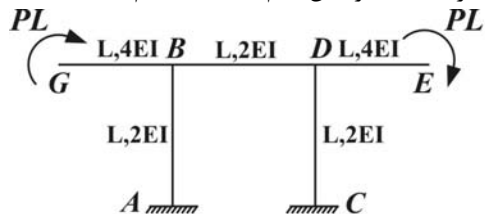
۱۹- در نقطه B از تیر مزدوج سازه مقابل مقدار نیروی متمرکز و لنگر متمرکز



(۱) برابر $\frac{M_g}{k_\theta}$ - وجود ندارد. (۲) برابر $\frac{M_g}{k_\theta}$ - برابر $\frac{F_s}{k_s}$ است.

(۳) وجود ندارد - برابر $\frac{F_s}{k_s}$ است. (۴) وجود ندارد - وجود ندارد.

۲۰- اگر تغییرمکان افقی در نقطه D از سازه (۱) برابر δ باشد تحت بار افقی $2P$ در نقطه B از سازه (۲) تغییرمکان قائم نقطه G کدام است؟



(۱) 4δ

(۲) 2δ

(۳) δ

(۴) δ

(۲)

(۱)

(۲)

۱۱ - گزینه (۳) این سازه، سازه‌ای معین بوده که از ترکیب چهار قطعه AB (به تنهایی پایدار) و BD ، GI ، DF (به تنهایی ناپایدار) تشکیل شده است. بار $2P$ در B بر روی قطعه به تنهایی پایدار AB اعمال شده پس توسط این قطعه منتقل می‌گردد اما بار P در G بر روی قطعه به تنهایی ناپایدار GI اعمال شده و باید برای انتقال آن تکیه‌گاه‌ها و اتصالات را از نقطه A ترکیب نمود با ترکیب تکیه‌گاه A با اتصال B یک تکیه‌گاه مفصلی و سپس با تکیه‌گاه C یک تکیه‌گاه گیردار و پس از آن با اتصال D یک تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌گردد که با ترکیب آن با اتصال دو

غلطکی (FH, GE) یک غلتک قائم در نقطه D حاصل می‌گردد که مقدار $\frac{2P}{3}$ از بار P در G را تحمل نموده و در نتیجه قطعه BD باید نیروی $P + \frac{2P}{3} = \frac{5P}{3}$ را در D تحمل کند با ترکیب تکیه‌گاه A با اتصال B تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌گردد که با لنگرگیری حول C مقدار $5P$ به تکیه‌گاه B به سمت پائین و $5P$ به اتصال B از تیر AB به سمت بالا منتقل شده و در نتیجه تیر طره AB تحت بار $3P = 5P - 2P$ در B قرار می‌گیرد یعنی لنگر در A برابر $3PL$ می‌گردد.

۱۲- گزینه (۳) این سازه پایدار و معین بوده و از ترکیب دو قطعه به تنهایی ناپایدار CE, AC تشکیل شده است بار P در لبه چپ اتصال C به صورت یک لنگر در جهت عقربه‌های ساعت به قطعه CDE منتقل شده و با لنگر ناشی از بار P در لبه سمت راست اتصال C هیچ لنگری حول E ایجاد نمی‌گردد و تنها لنگر ناشی از بار P در E به میزان PL در جهت عقربه‌های ساعت وجود خواهد داشت.

۱۳- گزینه (۱) این سازه معین و پایدار بوده و از اتصال دو قطعه به تنهایی پایدار CE, AB (برای این بارگذاری) حاصل شده است بنابراین بارگذاری در ناحیه AB توسط تکیه‌گاه گیردار A و در ناحیه CE توسط تکیه‌گاه‌های غلتکی منتقل می‌گردد و فقط بارگذاری در ناحیه BC ایجاد لنگر در C می‌کند با ترکیب تکیه‌گاه A با B یک تکیه‌گاه مفصلی و تکیه‌گاه‌های غلتکی با اتصال C یک لنگر حاصل می‌گردد که مقدار لنگر برابر است با:

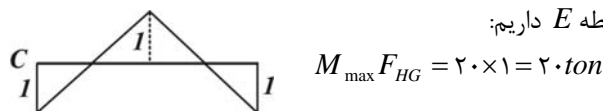
$$M_C = \frac{qL^2}{2}$$

۱۴- گزینه (۴) این سازه از ترکیب سه خرپای سازه $ABKL$ (به تنهایی پایدار)، $EFGH, BCDJ$ (به تنهایی ناپایدار) ساخته شده است بنابراین ابتدا باید انتقال بار از طریق خرپاهای به تنهایی ناپایدار تعیین گردد با ترکیب تکیه‌گاه‌های خرپای به تنهایی پایدار با اتصال مفصلی B یک تکیه‌گاه مفصلی و با ترکیب این تکیه‌گاه با اتصال دو غلتکی (شامل میله‌های IH, DE) یک غلتک قائم در نقطه B حاصل شده که بار P در F را تحمل می‌نماید با انتقال این بار به نقطه B به صورت معکوس خرپای $ABKL$ تحت بار قائم $2P$ در B و افقی P قرار می‌گیرد که با لنگرگیری حول محل تقاطع دو تکیه‌گاه غلتکی دیگر عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه A برابر است با:

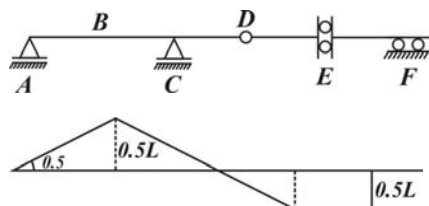
$$R_A = \frac{1}{L}(2P \times 2L - P \times L) = 3P$$

۱۵- گزینه (۱) با حذف عکس‌العمل قائم D سازه برای بار قائم از A تا C پایدار و دارای خط تأثیر صفر می‌باشد با اعمال تغییرمکان قائم به سمت بالا در D این بخش حول نقطه C دوران نموده و تغییرشکلی مشابه گزینه (۱) خواهد داشت.

۱۶- گزینه (۴) با حذف میله GH سازه در ناحیه HI پایدار و در بقیه نواحی ناپایدار خواهد بود با اعمال تغییرمکان قائم واحد در G به سمت پایین تغییرشکل سازه در ناحیه CG مطابق شکل می‌باشد که با قرار دادن بار منفرد در نقطه E داریم:



www.nashr-estekhdam.ir



۱۷- گزینه (۲) با توجه به آنکه سازه معین است می‌توان مطابق شکل تمامی اتصالات و تکیه‌گاه‌ها را صلب نمود. با توجه به خط تأثیر لنگردر B برای ماکزیمم لنگر مثبت بار گسترده باید در سمت چپ و راست B به صورت متقارن قرار گیرد در این صورت داریم:

$$M_{\max}^+ = \frac{0.25L + 0.5L}{2} \times 0.5L \times 2 \times 4 = 24$$

۱۸- گزینه (۱) تغییرمکان قائم چپ و راست نقطه مورد نظر یکسان بوده و در نتیجه لنگر متمرکزی در این نقطه نباید به وجود آمده باشد از سوی

دیگر دوارن چپ و راست در این نقطه به میزان دوران در فتر پیچشی یا $\frac{M_{\theta}}{k_{\theta}}$ اختلاف دارد بنابراین باید یک نیروی متمرکز به میزان $\frac{M_{\theta}}{k_{\theta}}$ در این نقطه وجود داشته باشد.

۱۹- گزینه (۱) نیروی متمرکز در نقطه B به میزان اختلاف شیب چپ و راست این نقطه یعنی $\frac{M_{\theta}}{k_{\theta}}$ و لنگر متمرکز به میزان اختلاف تغییر مکان چپ و راست نقطه B می باشد که با توجه به مفصلی بودن این نقطه اختلافی وجود ندارد.

۲۰- گزینه (۲) در صورتی که بار افقی $2P$ در سازه (۲) به نقطه B اعمال شود این بار را می توان به دو بار متقارن P و دو بار پادمتقارن P تقسیم نمود که در حالت متقارن هیچ تغییر مکانی در نقطه B به وجود نمی آید در حالت پادمتقارن با نصف نمودن سازه و قانون تقابل ماکسول داریم:

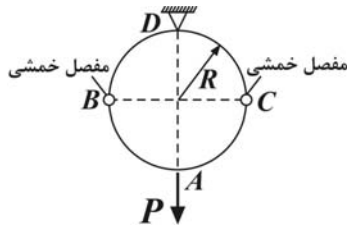
$$M_G \cdot \theta_G^v = P_B^v \cdot u_{HB}^v, \quad PL \times \frac{u_{VG}^v}{L} = P \times 2\delta, \quad u_{VG}^v = 2\delta$$

www.nashr-estekhdam.ir

نکته ۱ تغییر مکان قائم G از سازه (۲) را می توان با توجه به تغییر شکل صلب قطعه BG از حاصل ضرب دوران در G در طول BC به دست آورد.

نکته ۲ مشخصات سازه (۱) دو برابر سازه (۲) بوده بنابراین با تبدیل سازه (۱) به (۲) تغییر مکان افقی نقطه B برابر 2δ خواهد شد.

۱۱- لنگر خمشی در نقطه اعمال بار (A) چقدر است؟



www.nashr-estekhdam.ir

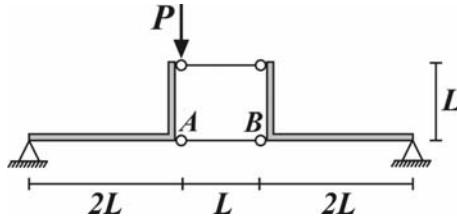
(۱) $\frac{PR}{2}$

(۲) $\frac{PR}{\sqrt{2}}$

(۳) PR

(۴) ۰

۱۲- نیروی محوری عضو AB از سازه مقابل را به دست آورید.



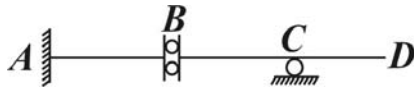
(۱) $\frac{P}{2}$

(۲) P

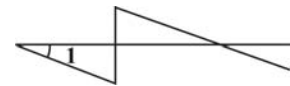
(۳) $\frac{3P}{2}$

(۴) سازه ناپایدار است

۱۳- خط تأثیر لنگر در نقطه A کدام است؟



(۲)



(۱)

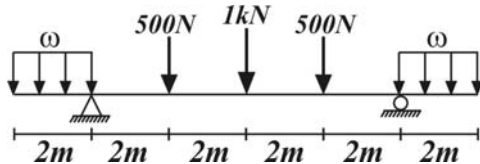


(۴)



(۳)

۱۴- بار گسترده w چقدر باشد تا حداکثر لنگر خمشی در تیر حداقل شود.



(۱) 300 N/m

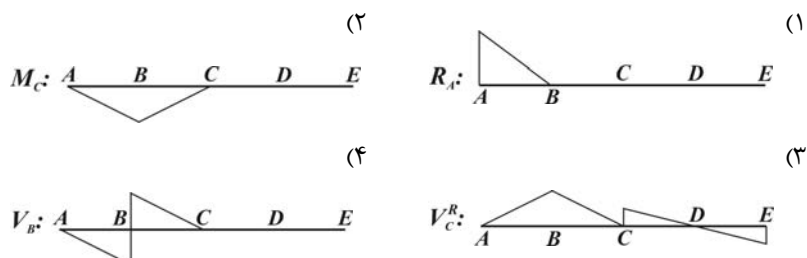
(۲) 500 N/m

(۳) 750 N/m

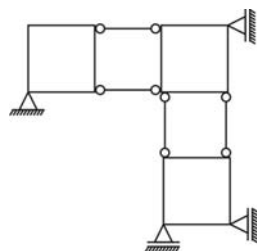
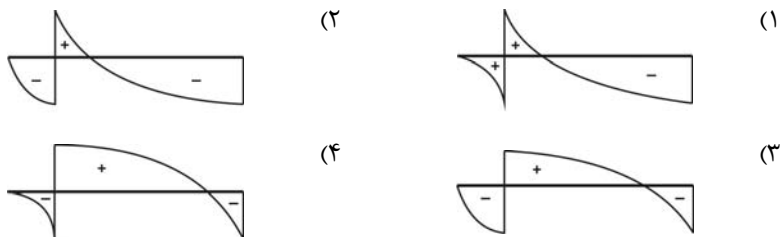
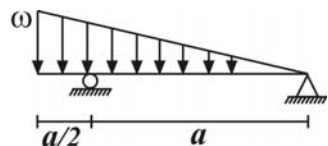
(۴) 1000 N/m



۱۵- کدام یک از خطوط تأثیر مربوط به سازه مقابل صحیح نیست؟

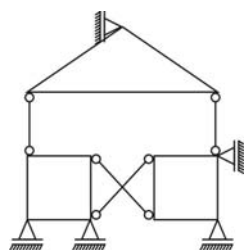


۱۶- نمودار نیروی برشی تیر روبرو کدام یک از شکل‌های زیر می‌تواند باشد؟



۱۷- سازه مقابل می‌باشد.

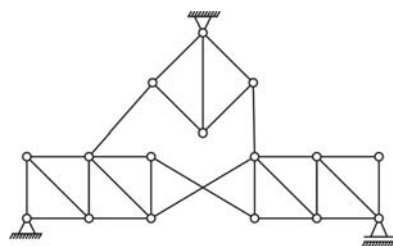
- (۱) پایدار و ۹ درجه نامعین
- (۲) پایدار و ۱۰ درجه نامعین
- (۳) پایدار و ۱۲ درجه نامعین
- (۴) ناپایدار



۱۸- سازه مقابل می‌باشد.

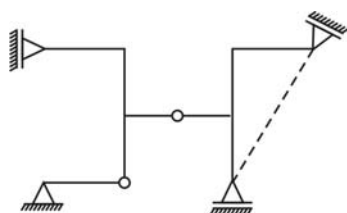
- (۱) پایدار و ۱۲ درجه نامعین
- (۲) پایدار و ۹ درجه نامعین
- (۳) پایدار و ۶ درجه نامعین
- (۴) ناپایدار

www.nashr-estekhdam.ir



۱۹- خرپای مقابل می‌باشد.

- (۱) پایدار و دو درجه نامعین
- (۲) پایدار و یک درجه نامعین
- (۳) پایدار و معین
- (۴) ناپایدار



۲۰- سازه مقابل می‌باشد.

- (۱) پایدار و دو درجه نامعین
- (۲) پایدار و یک درجه نامعین
- (۳) پایدار و معین
- (۴) ناپایدار

$$M_A = \frac{PR}{2}$$

۱۱- گزینه (۱) برش در مفصل‌های C, B برابر صفر است پس:

۱۲- گزینه (۴) با ترکیب تکیه‌گاه سمت چپ با اتصال سمت چپ با اتصال یک تکیه‌گاه غلتکی افقی نتیجه می‌شود که از تکیه‌گاه سمت راست می‌گذرد.

۱۳- گزینه (۳) صحیح می‌باشد.

۱۴- گزینه (۳) برای این منظور باید قدر مطلق حداکثر لنگر خمشی و حداقل لنگر خمشی در تیر برابر باشد یعنی:

$$M_{\max} = (2\omega + 500 + 500)4 - 500 \times 2 - 2\omega \times 5 = 3000 - 2\omega, \quad M_{\min} = -\frac{\omega(2)}{2} = -2\omega$$

$$|M_{\max}| = |M_{\min}| \Rightarrow 3000 - 2\omega = 2\omega \Rightarrow 4\omega = 3000 \Rightarrow \omega = 750 \text{ N/m}$$

www.nashr-estekhdam.ir

۱۵- گزینه (۴) به دلیل اینکه در نقطه C مفصل نداریم و تغییر شیب نداریم بنابراین گزینه ۴ صحیح نیست.

$$\frac{dw}{dx} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -w \Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{dw}{dx}$$

تقعر به سمت بالا $\Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} > 0$

۱۶- گزینه (۲)

۱۷- گزینه (۱) صحیح می باشد.

۱۸- گزینه (۲) صحیح می باشد.

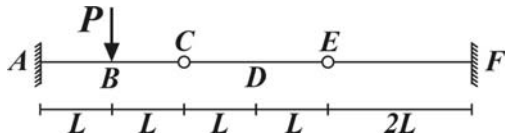
۱۹- گزینه (۳) صحیح می باشد.

۲۰- گزینه (۳) با ترکیب تکیه گاه از سمت چپ و پایین به ترتیب تکیه گاه غلتک افقی، دو غلتکی و غلتک افقی حاصل می شود که سازه باقی مانده سازه ای پایدار است.

$$DOI = 5 - (3 + 2) = 0$$

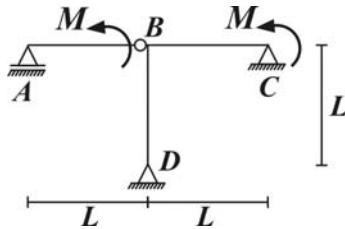
www.nashr-estekhdam.ir

۱۱- تغییرمکان قائم نقطه D از سازه مقابل کدام است؟



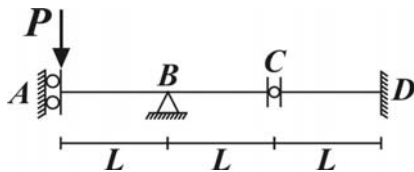
- (۱) $\frac{5PL^3}{6EI}$
 (۲) $\frac{2PL^3}{3EI}$
 (۳) $\frac{5PL^3}{12EI}$
 (۴) $\frac{PL^3}{3EI}$

۱۲- در سازه زیر دوران نقطه A را تعیین نمایید اگر مشخصات تمامی اعضا برابر EI باشد. (از تغییرشکل محوری اعضا صرف نظر می شود)



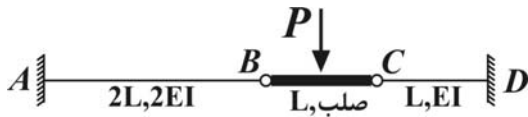
- (۱) $\frac{ML}{2EI}$
 (۲) $\frac{ML}{3EI}$
 (۳) $\frac{ML}{6EI}$
 (۴) صفر

۱۳- در سازه زیر اختلاف تغییرمکان لبه چپ و راست اتصال C را تعیین نمایید در صورتی که EI برای تمامی اعضا ثابت باشد.



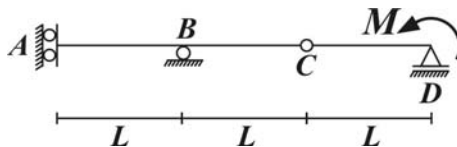
- (۱) $\frac{PL^3}{2EI}$
 (۲) $\frac{PL^3}{3EI}$
 (۳) $\frac{PL^3}{6EI}$
 (۴) $\frac{PL^3}{12EI}$

۱۴- بار P در چه فاصله‌ای از مفصل B روی قطعه BC اعمال شود تا این قطعه دوران نکند.



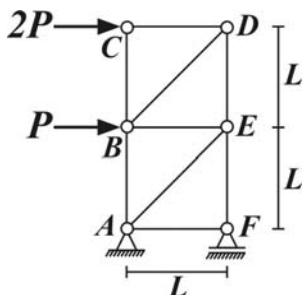
- (۱) $\frac{L}{2}$
 (۲) $\frac{2L}{3}$
 (۳) $\frac{3L}{4}$
 (۴) $\frac{4L}{5}$
 (۵) $\frac{5L}{6}$

۱۵- در سازه زیر دوران نقطه B را تعیین نمایید اگر EI برای تمامی اعضا ثابت باشد.



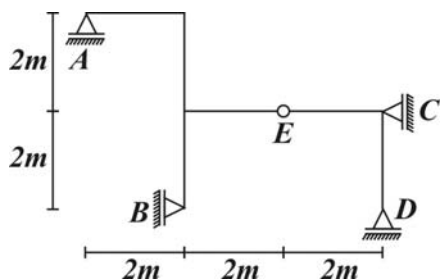
- (۱) $\frac{ML}{EI}$
 (۲) $\frac{ML}{2EI}$
 (۳) $\frac{ML}{3EI}$
 (۴) $\frac{ML}{6EI}$

۱۶- در خرپای زیر به غیر از اعضا مورب که دارای مشخصات EA می باشند بقیه اعضا صلب هستند در این صورت تغییرمکان افقی نقطه E کدام است؟



- (۱) $\frac{\sqrt{2}PL}{EA}$
 (۲) $\frac{2\sqrt{2}PL}{EA}$
 (۳) $\frac{3\sqrt{2}PL}{EA}$
 (۴) $\frac{6\sqrt{2}PL}{EA}$

۱۷- در سازه زیر اگر تکیه‌گاه A به میزان 1 cm به سمت پایین و تکیه‌گاه B به میزان 2 cm به سمت راست در راستای افق نشست کند تغییرمکان افقی در D کدام است؟



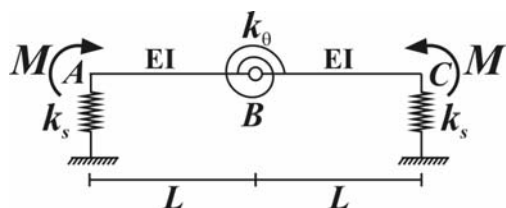
(۱) 1 cm

(۲) 2 cm

(۳) 3 cm

(۴) 5 cm

۱۸- در سازه مقابل اگر $k_s = \frac{3EI}{L^3}$ و $k_\theta = \frac{EI}{L}$ باشد تغییرمکان قائم B کدام است؟



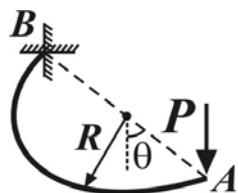
(۱) $\frac{ML^3}{2EI}$

(۲) $\frac{ML^3}{EI}$

(۳) $\frac{4}{3} \frac{ML^3}{EI}$

(۴) $\frac{5}{3} \frac{ML^3}{EI}$

۱۹- اگر بار P عمود بر صفحه سازه نیم‌دایره‌ای اعمال شود تغییرمکان قائم نقطه A را تعیین نمایید. (برای عضو AB ، $EI = GJ$ می‌باشد)



(۱) $\frac{2\pi PR^3}{EI}$

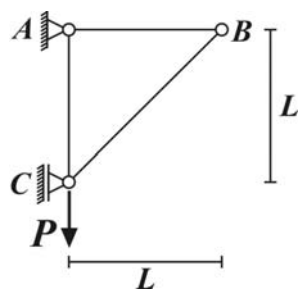
(۲) $\frac{3\pi PR^3}{2EI}$

(۳) $\frac{\pi PR^3}{EI}$

(۴) $\frac{\pi PR^3}{2EI}$

www.nashr-estekhdam.ir

۲۰- در خرپای زیر اگر مشخصات تمامی اعضاء برابر EA ، باشد درجه حرارت میله BC چقدر تغییر کند تا تغییرمکان قائم B برابر صفر شود.



(۱) کاهش $\frac{P}{2\alpha EA}$

(۲) کاهش $\frac{P}{\sqrt{2}\alpha EA}$

(۳) افزایش $\frac{P}{\sqrt{2}\alpha EA}$

(۴) افزایش $\frac{P}{2\alpha EA}$

۱۱- گزینه (۳) بار P در B توسط تکیه‌گاه گیردار A منتقل می‌شود بنابراین تغییرشکل یافته ناحیه BC خطی بوده و باعث دوران قطعه CE به

www.nashr-estekhdam.ir

صورت صلب می گردد از طرفی تغییرمکان قائم D نصف تغییرمکان قائم C می باشد.

$$u_C = u_B + \theta_B L = \frac{PL^\vee}{3EI} + \frac{PL^\vee}{2EI} L = \frac{5}{6} \frac{PL^\vee}{EI} \Rightarrow u_D = \frac{5PL^\vee}{12EI}$$

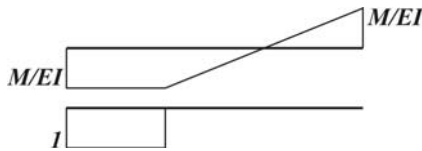
۱۲- گزینه (۳) لنگر در C فقط توسط سازه CBD منتقل می گردد با ترکیب تکیه گاه های D, C با اتصال B یک تکیه گاه مفصلی تشکیل می گردد که لنگر M به یک انتها وارد شده و دوران انتهای دور مد نظر می باشد که برابر $\frac{ML}{6EI}$ می باشد.

۱۳- گزینه (۱) با ترکیب تکیه گاه D و اتصال C یک تکیه گاه غلتکی افقی نتیجه می شود و با ترکیب تکیه گاه مذکور با تکیه گاه B تکیه گاه مفصلی بوجود می آید بنابراین انتقال بار P در نقطه A توسط قطعه AB صورت می گیرد یعنی لبه سمت چپ اتصال C به میزان دوران B در فاصله L به سمت بالا حرکت می کند و لبه سمت راست تغییرمکانی ندارد.

$$u_C^L = \theta_B L = \frac{PL^\vee}{2EI} L = \frac{PL^\vee}{2EI}$$

۱۴- گزینه (۴) برای این منظور باید تغییرمکان قائم نقطه B, C یکسان باشد.

$$u_B^V = \left[\frac{P(L-x)}{L} \right] \frac{(2L)^\vee}{3(2EI)}, u_C^V = \left(\frac{Px}{L} \right) \frac{L^\vee}{3EI} \Rightarrow u_B^V = u_C^V \Rightarrow 2(L-x) = x \Rightarrow x = \frac{2}{3} L$$

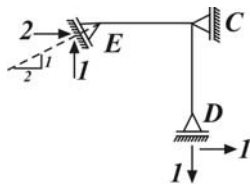


۱۵- گزینه (۱) دیاگرام انحناء و لنگر ناشی از لنگر واحد در B مطابق شکل می باشد.

$$\theta_B = \frac{M}{EI} \times 1 \times L = \frac{ML}{EI}$$

$$u_E^H = \frac{3\sqrt{2}P(L\sqrt{2})}{EA} \sqrt{2} = 6\sqrt{2} \frac{PL}{EA}$$

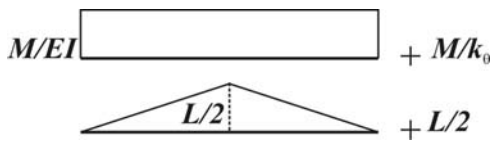
۱۶- گزینه (۴) با اعمال بار واحد افقی در E داریم:



۱۷- گزینه (۳) با اعمال بار واحد در D و ترکیب تکیه گاه A, B با مفصل E عکس العمل تکیه گاه A, B برابر است با:

$$R_A = 1 \uparrow, R_B = 2 \rightarrow$$

$$1 \cdot u_D^H + 1 \times (-1) + 2(2) = u_D^H = -3 \text{ cm}$$



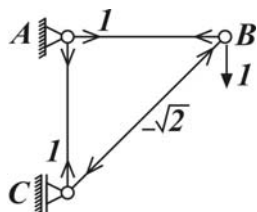
۱۸- گزینه (۲) با ضرب دیاگرام انحناء در دیاگرام لنگر ناشی از بار واحد در B داریم:

$$\Delta_B = \frac{M}{EI} \frac{L}{2} \frac{2L}{2} + \frac{ML}{2k_\theta} = \frac{ML^\vee}{EI}$$

$$M = PR \sin \theta, m = R \sin \theta, T = PR(1 - \cos \theta), t = R(1 - \cos \theta)$$

۱۹- گزینه (۱)

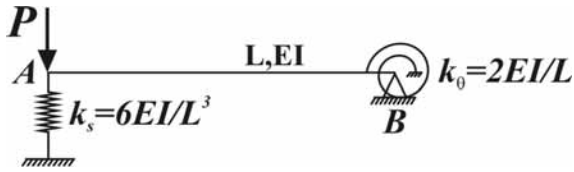
$$\Delta_A^V = \int_0^\pi \frac{PR \sin^\vee \theta}{EI} R d\theta + \int_0^\pi \frac{PR^\vee (1 - \cos \theta)}{GJ} R d\theta = \frac{2\pi PR^\vee}{EI}$$



۲۰- گزینه (۴) با اعمال بار واحد قائم در B داریم:

$$1 \cdot \Delta_B^V = (-\sqrt{2})(\alpha L \sqrt{2} \Delta T) + \frac{PL}{EA} = 0 \Rightarrow \Delta T = \frac{P}{2\alpha EA}$$

۱۱- در سازه مقابل لنگر در فنر پیچشی کدام است؟



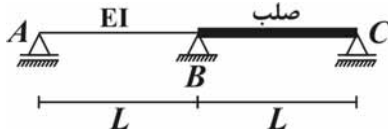
(۱) صفر

(۲) $\frac{PL}{6}$

(۳) $\frac{PL}{3}$

(۴) $\frac{PL}{2}$

۱۲- در سازه زیر اگر تکیه‌گاه B به میزان δ نشست کند لنگر در B کدام است؟



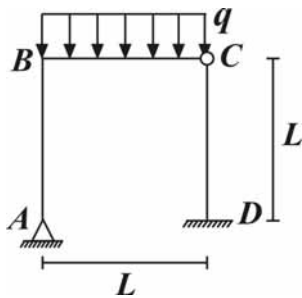
(۱) $\frac{3EI\delta}{2L^2}$

(۲) $\frac{3EI\delta}{L^2}$

(۳) $\frac{6EI\delta}{L^2}$

(۴) $\frac{12EI\delta}{L^2}$

۱۳- در سازه زیر تغییر مکان افقی B کدام است اگر EI برای تمامی اعضاء ثابت باشد. (از تغییر شکل‌های محوری صرف نظر می‌شود)



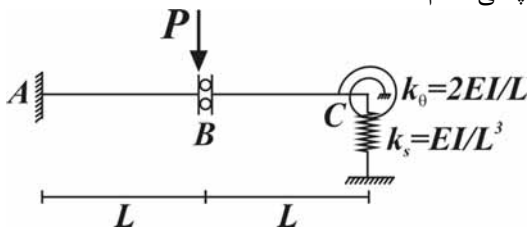
(۱) $\frac{qL^2}{96EI}$

(۲) $\frac{qL^2}{48EI}$

(۳) $\frac{qL^2}{32EI}$

(۴) $\frac{qL^2}{16EI}$

۱۴- در سازه زیر اگر قطعه BC صلب و مشخصات قطعه AB برابر EI باشد لنگر در فنر پیچشی کدام است؟



(۱) $\frac{PL}{6}$

(۲) $\frac{PL}{3}$

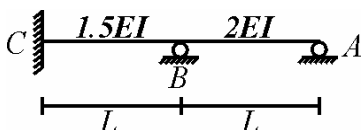
(۳) $\frac{PL}{2}$

(۴) PL

www.nashr-estekhdam.ir

۱۵- اگر تکیه‌گاه A به میزان Δ نشست در راستای قائم به سمت پایین و به میزان $\frac{2\Delta}{L}$ نشست دورانی در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام دهد،

لنگر در تکیه‌گاه C کدام است؟



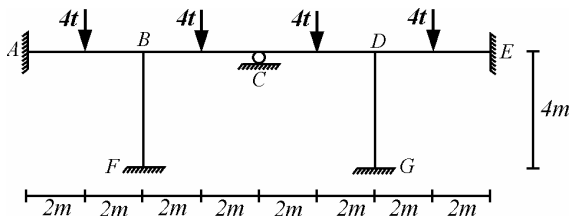
(۱) $\frac{23}{75} \frac{EI}{L^2} \Delta$

(۲) $\frac{19}{25} \frac{EI}{L^2} \Delta$

(۳) $\frac{18}{75} \frac{EI}{L^2} \Delta$

(۴) $\frac{16EI}{L^2} \Delta$

۱۶- لنگر تکیه‌گاه A از ساز زیر را تعیین نمایید اگر EI تمامی اعضا یکسان بوده و از تغییر شکل محوری اعضا صرف نظر شود.



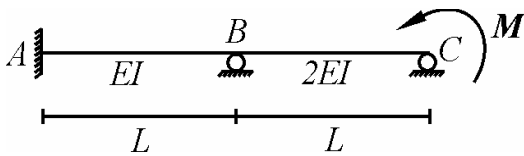
(۱) $2 t.m$

(۲) $4 t.m$

(۳) $8 t.m$

(۴) $16 t.m$

۱۷- در سازه مقابل، لنگر در تکیه‌گاه A کدام است؟



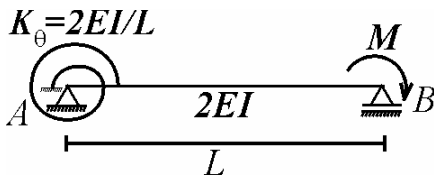
(۱) $\frac{M}{10}$

(۲) $\frac{M}{5}$

(۳) $\frac{3M}{10}$

(۴) $\frac{2M}{5}$

۱۸- اگر لنگر M در نقطه B وارد شود مقدار بار متمرکز P (به سمت پائین) در وسط تیر AB چقدر باشد تا لنگر در فنر پیچشی برابر $\frac{M}{4}$ شود.



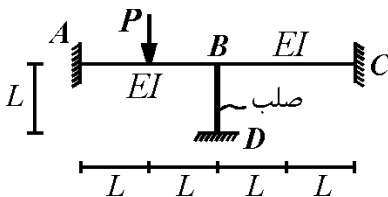
(۱) $\frac{4M}{3L}$

(۲) $\frac{8M}{3L}$

(۳) $\frac{4M}{L}$

(۴) $\frac{8M}{L}$

۱۹- لنگر تکیه‌گاه C از سازه مقابل کدام است؟



(۱) $\frac{PL}{2}$

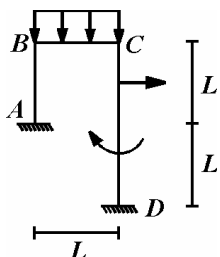
(۲) $\frac{PL}{8}$

(۳) $\frac{PL}{4}$

(۴) 0

www.nashr-estekhdam.ir

۲۰- در سازه مقابل مشخصات تمامی اعضا EI می‌باشد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟



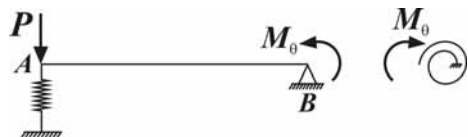
(۱) با داشتن θ_B و یک معادله تعادل لنگر در C ، لنگر در تکیه‌گاه D تعیین می‌شود.

(۲) با داشتن θ_B و تغییر مکان افقی در C ، لنگر در تکیه‌گاه D تعیین می‌شود.

(۳) با داشتن لنگر در نقطه A و لنگر نقطه B از تیر BC و یک معادله تعادل لنگر در اتصال B ، لنگر در تکیه‌گاه D تعیین می‌شود.

(۴) با داشتن لنگر در نقطه C از تیر BC و لنگر در C از ستون CD ، لنگر در تکیه‌گاه D تعیین می‌شود.

۱۱- گزینه (۲) با آزاد نمودن فنر پیچشی و قرار دادن لنگر بر روی تیر AB در نقطه B و لنگر پیچشی داریم:

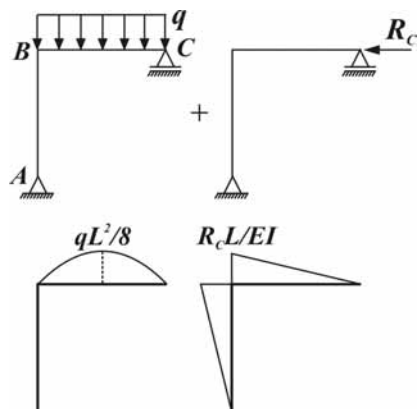


$$\frac{1}{L} \frac{P}{k_s} + \left(\frac{M_\theta L}{3EI} + \frac{1}{L} \frac{M_\theta}{k_s} \right) = -\frac{M_\theta}{k_\theta} \Rightarrow M_\theta = \frac{PL}{6}$$

۱۲- گزینه (۳) از لحاظ نیرویی نشست تکیه‌گاه B به میزان δ معادل نشست تکیه‌گاه C به میزان 2δ می‌باشد اگر تکیه‌گاه C به میزان 2δ نشست

کند دوران در B با توجه به صلب بودن قطعه BC برابر $\frac{2\delta}{L}$ می‌باشد برای قطعه AB داریم:

$$\frac{M_B L}{3EI} = \frac{2\delta}{L} \Rightarrow M_B = \frac{6EI\delta}{L^2}$$



۱۳- گزینه (۲) تغییر مکان افقی نقطه B با نقطه C برابر است زیرا از تغییر شکل محوری عضو BC صرف نظر می‌شود بنابراین کافی است نیروی برشی در نقطه C از تیر CD را تعیین نماییم برای این منظور با ترکیب تکیه‌گاه D با C تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌شود که کافی است عکس العمل افقی آن محاسبه شود با آزاد نمودن عکس العمل افقی تکیه‌گاه C داریم:

$$\frac{qL^3}{8} (L + 0) \frac{L}{3} = \frac{R_c L}{EI} L \frac{L}{3} \times 2$$

$$R_c = \frac{qL}{16} \Rightarrow u_c^H = \frac{\left(\frac{qL}{16}\right)L^3}{3EI} = \frac{qL^4}{48EI}$$

۱۴- گزینه (۲) با جدا نمودن سازه از B و قرار دادن M_B با جهات مختلف روی سازه BC, BA داریم:

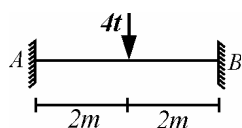


$$k_{BC} = \frac{4(1/5 EI)}{L} = \frac{4EI}{5L}, \quad k_{BA} = \frac{3(2EI)}{L} = \frac{6EI}{L} \quad (۱۵- \text{گزینه (۳)})$$

$$FEM_{BA} = \frac{3 \times 2EI}{L^3} \Delta, \quad FEM_{BC} = -\frac{2 \times 1/5 EI}{L} \theta - \frac{4 \times 1/5 EI}{L^3} \Delta = -\frac{1/5 EI}{L^3} \Delta$$

$$FEM_{CB} = -\frac{4 \times 1/5 EI}{L} \theta - \frac{6 \times 1/5 EI}{L^3} \Delta = -\frac{2/5 EI}{L^3} \Delta$$

$$M_A = -\frac{2/5 EI}{L^3} \Delta + \frac{1(1/5 - 6)EI}{2L^3} \Delta = -\frac{11/5 EI}{L^3} \Delta$$



۱۶- گزینه (۱) با دوبار استفاده از تقارن محوری نسبت به محور عبوری از B, C داریم:

$$M_A = \frac{-4(4)}{8} = -2 \text{ t.m}$$

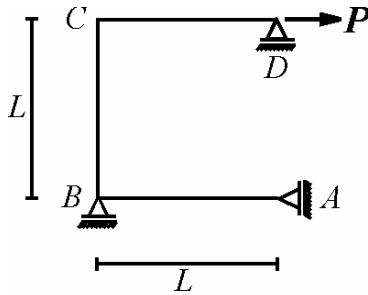
$$FEM_{BC} = \frac{M}{2} \rightarrow M_{BA} = \frac{\frac{4EI}{L}}{\frac{4EI}{L} + \frac{6EI}{L}} \times \frac{M}{2} = \frac{M}{5}, \quad M_{AB} = \frac{M}{10} \quad (۱۷- \text{گزینه (۱)})$$

$$M_A = \frac{\frac{2EI}{L}}{\frac{2EI}{L} + \frac{6EI}{L}} \left(\frac{3PL}{16} - \frac{M}{2} \right) = \frac{M}{4} \Rightarrow P = \frac{8M}{L} \quad (۱۸- \text{گزینه (۴)})$$

۱۹- گزینه (۴) دوران در B برابر صفر بوده بنابراین تیر AB مانند یک تیر دو سر گیردار عمل می کند و هیچ باری به تکیه گاه C منتقل نمی شود

۲۰- گزینه (۳) صحیح می باشد.

۱۱- در سازه مقابل اگر مشخصات تمامی اعضاء برابر EI باشد، تغییرمکان افقی D کدام است؟



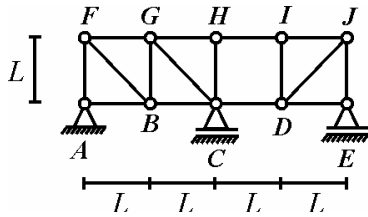
(۱) $\frac{\delta PL^2}{3EI}$

(۲) $\frac{4PL^2}{3EI}$

(۳) $\frac{\delta PL^2}{6EI}$

(۴) $\frac{2PL^2}{3EI}$

۱۲- اگر در خرابی مقابل دمای میله FB به میزان ΔT افزایش و دمای میله GH به میزان ΔT کاهش یابد، تغییرمکان قائم D کدام است؟ (ضریب انبساط حرارتی میله‌های خرابا برابر α می‌باشد)

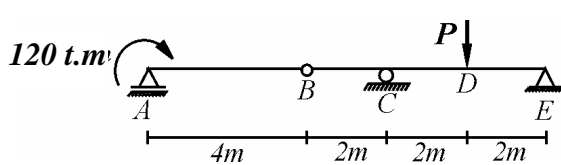


(۱) $\alpha \Delta T$

(۲) $2\alpha L \Delta T$

(۳) $3\alpha L \Delta T$

(۴) $4\alpha L \Delta T$



۱۳- مقدار بار P چقدر باشد تا تغییرمکان قائم در نقطه D صفر شود. (EI ثابت)

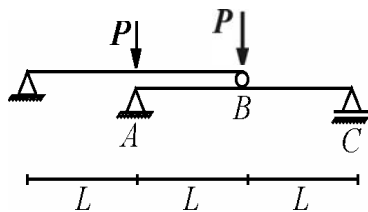
(۱) $45t$

(۲) $60t$

(۳) $80t$

(۴) $90t$

۱۴- در سازه زیر اگر EI برای کلیه اعضاء ثابت باشد تغییرمکان نقطه اعمال بار در بالای نقطه A (زیر بار P سمت چپ) کدام است؟



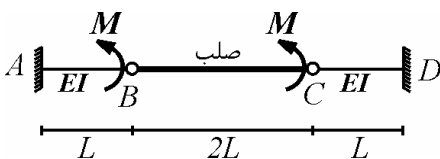
(۱) $\frac{5}{24} \frac{PL^2}{EI}$

(۲) $\frac{PL^2}{4EI}$

(۳) $\frac{7}{24} \frac{PL^2}{EI}$

(۴) $\frac{PL^2}{3EI}$

www.nashr-estekhdam.ir



۱۵- تغییرمکان قائم نقطه C از سازه زیر را تعیین نمایید.

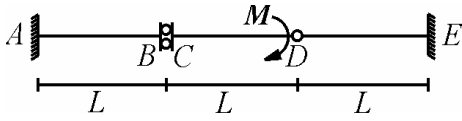
(۱) $\frac{ML^2}{2EI}$

(۲) $\frac{ML^2}{3EI}$

(۳) $\frac{ML^2}{6EI}$

(۴) صفر

۱۶- دوران نقطه B از سازه زیر را تعیین نمایید اگر EI در طول عضو ثابت باشد.



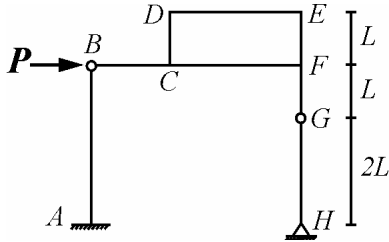
(۱) $\frac{ML}{EI}$

(۲) $\frac{ML}{2EI}$

(۳) $\frac{ML}{3EI}$

(۴) صفر

۱۷- در سازه مقابل دوران نقطه H کدام است؟ (EI ثابت)



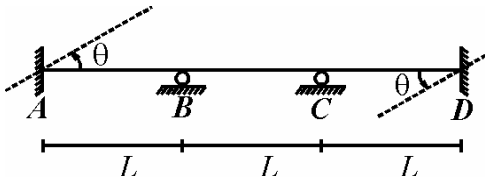
(۱) $\frac{9PL^2}{EI}$

(۲) $\frac{9PL^2}{2EI}$

(۳) $\frac{PL^2}{3EI}$

(۴) $\frac{3PL^2}{2EI}$

۱۸- در سازه مقابل اگر تکیه‌گاه A, D به میزان نشان داده شده دچار نشست شوند آنگاه نشست قائم B به سمت پایین و نشست قائم C به سمت بالا با همان اندازه چقدر باشد تا دوران در B صفر شود.



(۱) $\frac{L\theta}{4}$

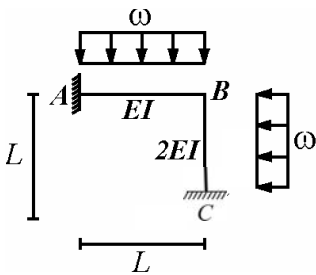
(۲) $\frac{L\theta}{3}$

(۳) $\frac{L\theta}{2}$

www.nashr-estekhdam.ir

(۴) $L\theta$

۱۹- در سازه مقابل لنگر تکیه‌گاه A را تعیین نمایید. ($\omega = 45 \text{ t/m}$, $L = 4 \text{ m}$)



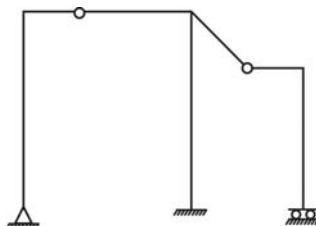
(۱) 60 t.m

(۲) 72 t.m

(۳) 80 t.m

(۴) 90 t.m

۲۰- تعداد کل مجهولات روش شیب افت برای قاب مقابل کدام است؟ (EI برای تمامی اعضا یکسان می‌باشد)

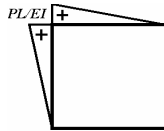


(۱) ۹

(۲) ۱۰

(۳) ۱۱

(۴) ۱۲



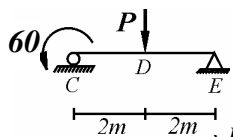
۱۱- گزینه (۴) دیاگرام انحنای ناشی از بارگذاری خارجی و دیاگرام لنگر ناشی از بار واحد مطابق شکل

$$\Delta_A^V = \frac{2PL^3}{3EI}$$

می‌باشد که با ضرب دو دیاگرام در یکدیگر داریم:

۱۲- گزینه (۳) با اعمال بار واحد قائم به سمت پایین در نقطه D نیروی محوری عضو FB برابر $\frac{\sqrt{2}}{2}$ و نیروی محوری عضو GH برابر (-1) می‌شود
تغییر شکل محوری عضو FB و GH به ترتیب برابر $\alpha L\sqrt{2}\Delta T$ و $(-\alpha L\Delta T)$ می‌باشد بنابراین:

$$u_D^V = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \alpha L\sqrt{2}\Delta T + (-1) \times (-\alpha L\Delta T) = 2\alpha L\Delta T$$



$$u_D^V = \frac{60 \times 4^3}{16EI} - \frac{P(4)^3}{48EI} = 0 \Rightarrow P = 45t$$

۱۳- گزینه (۱) با جدا نمودن قطعه CDE داریم:

$$\Delta = \frac{P(2L)^3}{48EI} + \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{48EI} (2L)^3 = \frac{1}{24} \frac{PL^3}{EI}$$

۱۴- گزینه (۳)

www.nashr-estekhdam.ir

$$u_C^V = \frac{V_C L^3}{3EI} = \frac{\frac{M}{2L} L^3}{3EI} = \frac{ML^3}{6EI}$$

۱۵- گزینه (۳)



۱۶- گزینه (۱) با نوشتن معادله تعادل در ناحیه CD داریم:

$$\theta_B = \frac{\Delta_G^H}{2L} = \frac{\Delta_B^H}{2L} = \frac{1}{2L} \frac{P(2L)^3}{3EI} = \frac{4PL^3}{3EI}$$

۱۷- گزینه (۲)

۱۸- گزینه (۲) با توجه به تقارن در سازه و بارگذاری معکوس می‌توان سازه را نصف نمود و در محل تقارن یک تکیه‌گاه غلتکی قرار داد در این شرایط

$$-\frac{2EI}{L}\theta - \frac{6EI}{L^3}\Delta + \frac{12EI}{L^3}\Delta = 0 \Rightarrow \Delta = \frac{L\theta}{3}$$

کافی است لنگر پخشی در نقطه اتصال B برابر صفر قرار داده شود.

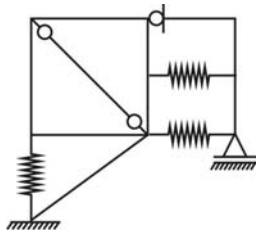
$$FEM_{AB} = FEM_{BA} = \frac{-\omega L^3}{12} = -\frac{45(4)^3}{12} = -60 \text{ t.m}$$

۱۹- گزینه (۱)

$$FEM_{BC} = -FEM_{CB} = -\frac{\omega L^3}{12} = -\frac{45(4)^3}{12} = -60 \text{ t.m}$$

در نتیجه در نقطه B لنگر پخشی برابر صفر بوده و لنگر تکیه‌گاه A برابر لنگر گیرداری می‌باشد.

۲۰- گزینه (۴) این سازه دارای ۴ درجه انتقالی و ۸ درجه آزادی دورانی می‌باشد، که مجموعاً دارای ۱۲ مجهول است.



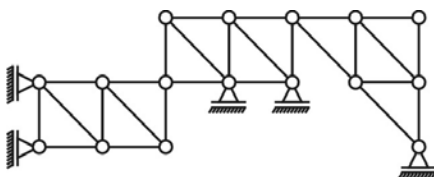
۱۱- درجه نامعینی سازه مقابل را تعیین نمایید.

۹ (۱)

۸ (۲)

۷ (۳)

۶ (۴)



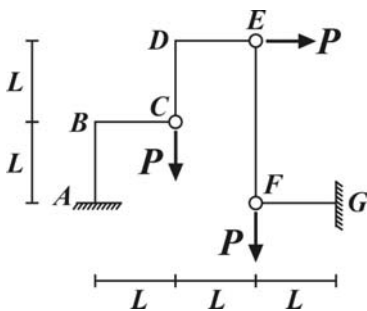
۱۲- سازه مقابل می باشد.

(۱) پایدار و دو درجه نامعین

(۲) پایدار و یک درجه نامعین

(۳) پایدار و معین

(۴) ناپایدار



۱۳- لنگر تکیه گاه G در سازه مقابل برابر است با:

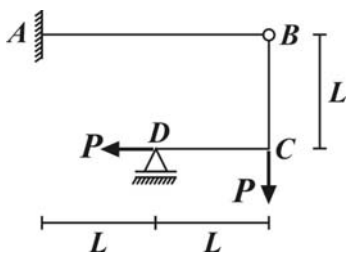
(۱) $3PL$

(۲) $2PL$

(۳) PL

(۴) صفر

۱۴- در سازه مقابل تغییرمکان قائم نقطه B را تعیین نمایید. (مشخصات تمامی اعضاء EI می باشد)



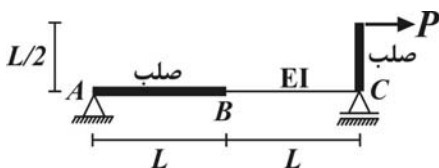
(۱) $\frac{16PL^3}{3EI}$

(۲) $\frac{8PL^3}{3EI}$

(۳) $\frac{2PL^3}{3EI}$

(۴) صفر

www.nashr-estekhdam.ir



۱۵- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه مقابل کدام است؟

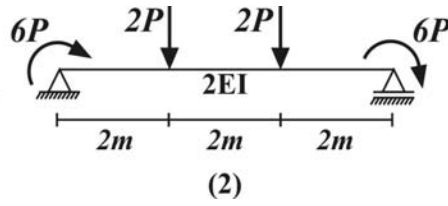
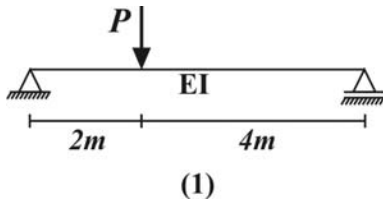
(۱) $\frac{PL^3}{16EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{12EI}$

(۳) $\frac{5PL^3}{48EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{8EI}$

۱۶- اگر تغییرمکان قائم وسط تیر (۱) برابر 2mm باشد تغییرمکان قائم وسط تیر (۲) کدام است؟



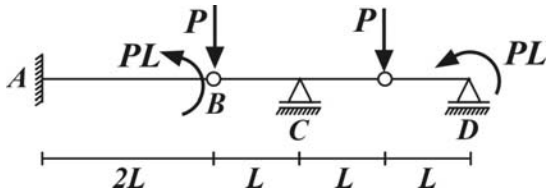
(۱) 2mm

(۲) 4mm

(۳) 8mm

(۴) 24mm

۱۷- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه زیر را تعیین نمایید اگر EI در طول سازه ثابت باشد.



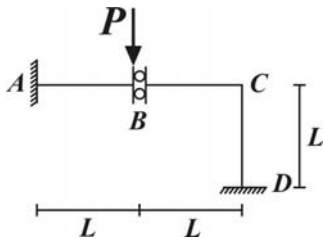
(۱) $\frac{2}{3} \frac{PL^3}{EI}$

(۲) $\frac{14}{3} \frac{PL^3}{EI}$

(۳) $\frac{6}{6} \frac{PL^3}{EI}$

(۴) $\frac{8}{8} \frac{PL^3}{EI}$

۱۸- لنگر تکیه‌گاه D در سازه مقابل را تعیین نمایید. (EI ثابت)



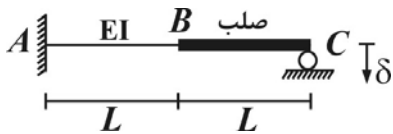
(۱) $\frac{PL}{12}$

(۲) $\frac{PL}{6}$

(۳) $\frac{PL}{4}$

(۴) $\frac{PL}{2}$

۱۹- اگر تکیه‌گاه C از سازه مقابل به میزان δ نشست نماید عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه C را تعیین نمایید.



(۱) $\frac{3}{7} \frac{EI\delta}{L^3}$

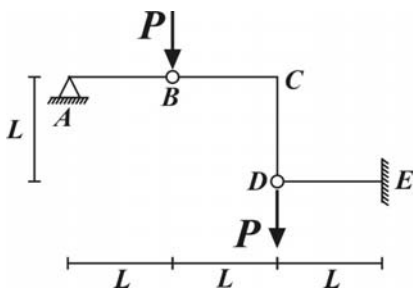
(۲) $\frac{3}{4} \frac{EI\delta}{L^3}$

(۳) $\frac{6}{5} \frac{EI\delta}{L^3}$

(۴) $\frac{3}{L} \frac{EI\delta}{L^3}$

www.nashr-estekhdam.ir

۲۰- تغییرمکان قائم نقطه D از سازه مقابل را تعیین نمایید اگر EI تمامی اعضاء یکسان باشد.



(۱) صفر

(۲) $\frac{PL^3}{3EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۴) $\frac{2PL^3}{3EI}$

$$DOI = (4 + 3) - (2 + 3) + 4 = 6 \quad \text{۱۱- گزینه (۴)}$$

۱۲- گزینه (۳) با ترکیب دو غلتک سمت چپ با اتصال مفصلی خرپای میانی یک غلتک افقی نتیجه می‌گردد که با ترکیب با تکیه‌گاه‌های خرپای میانی یک تکیه‌گاه گیردار حاصل می‌گردد با ترکیب تکیه‌گاه گیردار با اتصال مفصلی میانی یک تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌شود که سازه باقی‌مانده سازه‌ای پایدار است.

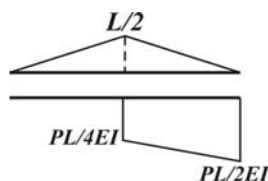
$$DOI = (27 + 5) - (16 \times 2) = 0$$

۱۳- گزینه (۲) بار P در C توسط تکیه‌گاه A و بار P در G توسط تکیه‌گاه G منتقل می‌شود با ترکیب تکیه‌گاه G با F یک تکیه‌گاه مفصلی حاصل شده که با ترکیب با اتصال E غلتک قائم نتیجه می‌شود از سوی دیگر با ترکیب تکیه‌گاه A با C یک تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌گردد بنابراین بار P در E به صورت قائم نیروی P را به غلتک قائم در E منتقل می‌کند که در F ایجاد برش P به سمت پایین می‌کند.

$$M_G = (P + P)L = 2PL$$

۱۴- گزینه (۱) نقطه B ، نقطه از ناحیه به تنهایی پایدار می‌باشد که برای تعیین تغییرمکان قائم آن کافی است نیروی برشی در B تعیین گردد با توجه به آنکه بارگذاری در ناحیه به تنهایی ناپایدار BCD می‌باشد با ترکیب تکیه‌گاه A, B ، تکیه‌گاه مفصلی حاصل می‌گردد که عکس‌العمل قائم آن

$$u_B^V = \frac{2P(2L)^3}{3EI} = \frac{16PL^3}{3EI} \quad \text{برابر } 2P \text{ می‌باشد.}$$



۱۵- گزینه (۲) با توجه به دیانگرام انحناء و بار واحد قائم در B و بر اساس اصل کار مجازی داریم:

$$u_B^V = \frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} + \frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{6} = \frac{PL^3}{12EI}$$

$$u_r = \frac{4}{2} u_l = 4 \text{ mm}$$

www.nashr-estekhdam.ir

۱۶- گزینه (۲)

۱۷- گزینه (۲) با توجه به آنکه نقطه B ، نقطه‌ای از بخش به تنهایی پایدار AB از این سازه معین باشد کافی است نیروی برشی در نقطه B مشخص

$$u_B = \frac{P(2L)^3}{3EI} + \frac{(PL)(2L)^3}{2EI} = \frac{14}{3} \frac{PL^3}{EI} \quad \text{گردد.}$$

۱۸- گزینه (۲) با باز نمودن اتصال B و با استفاده از قضیه سه لنگری دوران چپ و راست را با یکدیگر برابر قرار می‌دهیم.

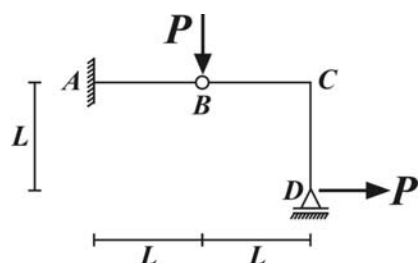
$$\theta_B^L = \theta_B^R \Rightarrow \frac{PL^3}{2EI} - \frac{M_B L}{EI} = \frac{M_B L}{EI} + \frac{M_B L}{EI}, \quad M_B = \frac{PL}{6}$$

$$\frac{R_C L^3}{3EI} + \frac{(R_C L)L^3}{2EI} + \left[\frac{R_C L^3}{2EI} + \frac{(R_C L)L}{EI} \right] L = \delta \Rightarrow R_C = \frac{3}{5} \frac{EI \delta}{L^3} \quad \text{۱۹- گزینه (۱) با حذف تکیه‌گاه } C \text{ و اعمال } R_C \text{ در نقطه } C \text{ داریم:}$$

۲۰- گزینه (۴) نقطه D ، نقطه‌ای از سازه به تنهایی پایدار بوده و برای تعیین تغییرمکان قائم آن کافی است برش در D مشخص گردد.

$$V_D = 2P \Rightarrow u_D^V = \frac{2PL^3}{3EI}$$

۱۱- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه مقابل کدام است در صورتی که EI برای تمامی اعضاء ثابت باشد.



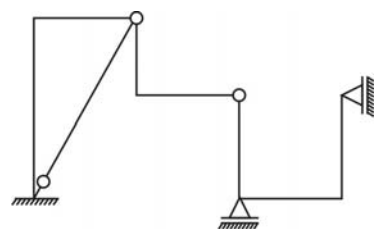
(۱) صفر

(۲) $\frac{PL^2}{3EI}$

(۳) $\frac{2PL^2}{3EI}$

(۴) $\frac{PL^2}{EI}$

۱۲- سازه مقابل می‌باشد.



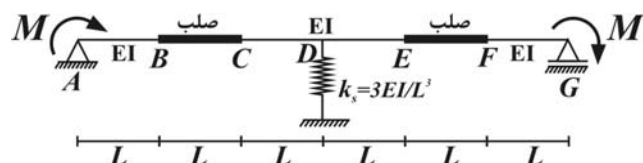
(۱) پایدار و دو درجه نامعین

(۲) پایدار و یک درجه نامعین

(۳) پایدار و معین

(۴) ناپایدار

۱۳- در سازه مقابل تغییرمکان قائم وسط قطعه صلب BC کدام است؟



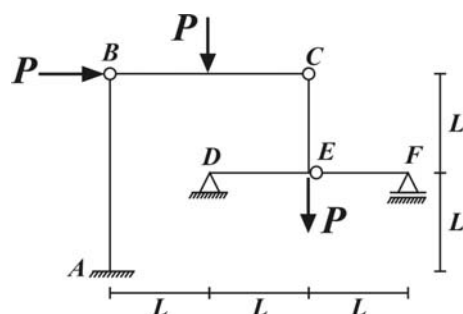
(۱) $\frac{2ML^2}{EI}$

(۲) $\frac{ML^2}{EI}$

(۳) $\frac{ML^2}{2EI}$

(۴) $\frac{ML^2}{4EI}$

۱۴- لنگر تکیه‌گاه A از سازه مقابل را تعیین نمایید.



(۱) $5PL$

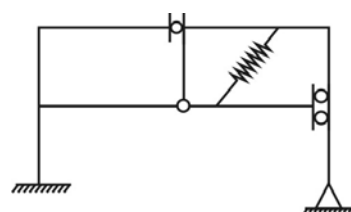
(۲) $4PL$

(۳) $3PL$

(۴) $2/5PL$

www.nashr-estekhdam.ir

۱۵- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



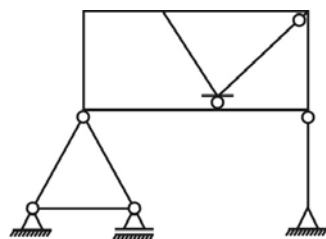
(۱) ۶

(۲) ۵

(۳) ۴

(۴) ۳

۱۶- درجه نامعینی سازه مقابل کدام است؟



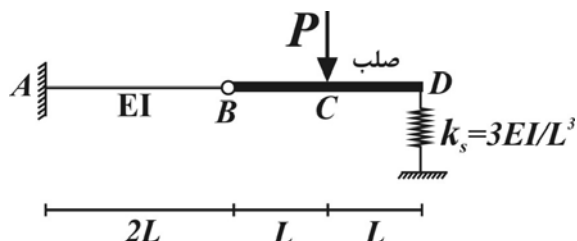
(۱) ۵

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۸

۱۷- در سازه مقابل تغییرمکان قائم نقطه C کدام است؟



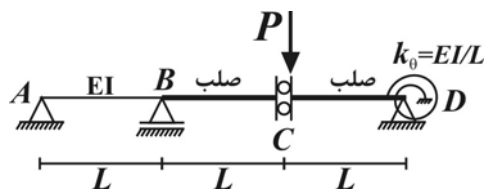
(۱) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{4EI}$

(۳) $\frac{3}{4} \frac{PL^3}{EI}$

(۴) $\frac{3}{2} \frac{PL^3}{EI}$

۱۸- لنگر در فنر پیچشی از سازه مقابل کدام است؟



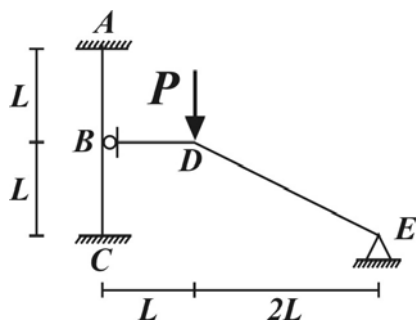
(۱) PL

(۲) $\frac{3}{4} PL$

(۳) $\frac{PL}{2}$

(۴) $\frac{PL}{4}$

۱۹- تغییرمکان افقی نقطه B از سازه مقابل کدام است اگر EI برای تمامی اعضا یکسان باشد.



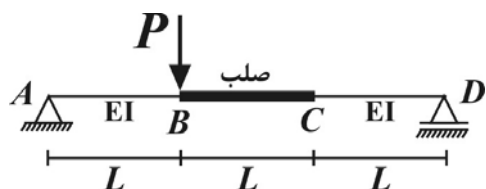
(۱) $\frac{PL^3}{6EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{12EI}$

(۳) $\frac{PL^3}{24EI}$

(۴) صفر

۲۰- تغییرمکان قائم نقطه B از سازه مقابل کدام است؟



(۱) $\frac{4}{9} \frac{PL^3}{EI}$

(۲) $\frac{PL^3}{3EI}$

(۳) $\frac{5}{27} \frac{PL^3}{EI}$

(۴) $\frac{PL^3}{18EI}$

$$u_B^V = \frac{V_B L^x}{3EI} = \frac{2PL^x}{3EI} \quad ۱۱- \text{گزینه (۳)}$$

۱۲- گزینه (۴) با ترکیب تکیه‌گاه گیردار با اتصال مفصلی یک تکیه‌گاه مفصلی و سپس با ترکیب با اتصال مفصلی یک غلتک مورب نتیجه می‌دهد که در سازه باقی‌مانده هر سه غلتک از یک نقطه عبور می‌کنند.

۱۳- گزینه (۴) با توجه به تقارن سازه در فنر خطی هیچ نیرویی ایجاد نمی‌گردد بنابراین می‌توان سازه را نصف نمود و در نقطه D یک تکیه‌گاه غلتکی قرار داد در این صورت تغییرمکان وسط قطعه صلب تحت لنگر M در A برابر نصف تغییرمکان قائم این قطعه تحت لنگر متقارن می‌باشد.

$$u = \frac{1}{2} \left(\frac{ML^x}{2EI} \right) = \frac{ML^x}{4EI}$$

۱۴- گزینه (۱) با ترکیب تکیه‌گاه F و اتصال E انتهای آزاد و تکیه‌گاه D و اتصال C تکیه‌گاه غلتکی در راستای DC حاصل می‌گردد که عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه برابر $\frac{2P}{3}$ و افقی آن نیز از روی شیب برابر $\frac{2P}{3}$ می‌باشد در نتیجه ایجاد نیروی برشی $\frac{5P}{3} = P + \frac{2P}{3}$ در B نموده و لنگر تکیه‌گاه A برابر $5PL$ خواهد شد.

$$DOI = [(\delta + 2 \times 3) - (3 + 2 + 2 + 1)] + 1 = 4 \quad ۱۵- \text{گزینه (۳) با حذف فنر و اضافه نمودن یک درجه نامعینی به نامعینی کل داریم:}$$

۱۶- گزینه (۲) با جدا نمودن خرپا از نقطه اتصال آن به قاب و قرار دادن یک تکیه‌گاه مفصلی در آن نقطه داریم:

$$DOI = (3 \times 3 + 3) - (3 + 3) = 6$$

$$u_C = \frac{u_B + u_D}{2}, u_B = \frac{\frac{P}{2}(2L)^x}{3EI} = \frac{2PL^x}{3EI}, u_D = \frac{\frac{P}{2}}{k_s} = \frac{PL^x}{6EI}, u_C = \frac{3}{4} \frac{PL^x}{EI} \quad ۱۷- \text{گزینه (۳)}$$

۱۸- گزینه (۴) با استفاده از قضیه سه لنگری و باز نمودن اتصال C داریم:

$$\theta_C^L = \theta_C^R = \frac{M_C L}{3EI} = \frac{PL}{k_\theta} - \frac{M_C}{k_\theta} \Rightarrow M_C = \frac{3}{4} PL \Rightarrow M_\theta = \frac{PL}{4}$$

۱۹- گزینه (۲) در قطعه BDE عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه E برابر P و عکس‌العمل افقی تکیه‌گاه E یا B برابر $2P$ می‌باشد در نتیجه

$$u_B^H = \frac{2P(2L)^2}{192EI} = \frac{PL^2}{12EI}$$

www.nashr-estekhdam.ir

داریم:

۲۰- گزینه (۳) با استفاده از اصل کار مجازی و اعمال بار واحد قائم در B دیاگرام انحناء و لنگر مطابق شکل شده و داریم:

$$u_B^V = \frac{2PL}{3EI} \times \frac{2L}{3} \times \frac{L}{3} + \frac{PL}{3EI} \times \frac{L}{3} \times \frac{L}{3} = \frac{5}{27} \frac{PL^3}{EI}$$