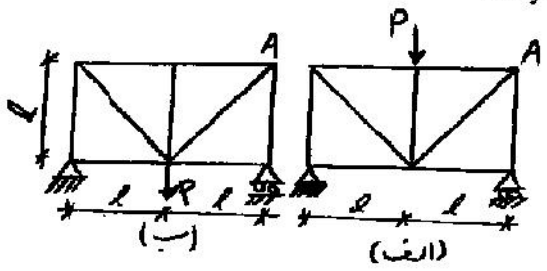
آزاد ۸۳

۳۲- با فرض مساوی بودن سطح مقطع تمام اعضاء، تغییر مکان افقی گره A در کدام حالت بیشتر است؟

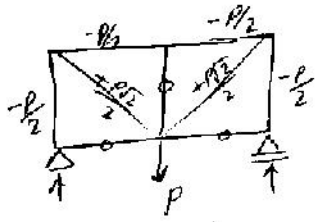


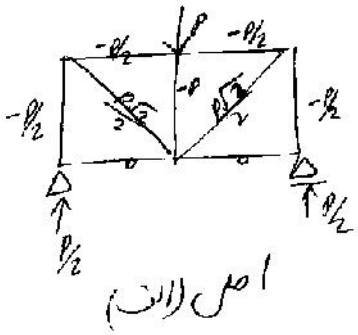
۱) حالت ب

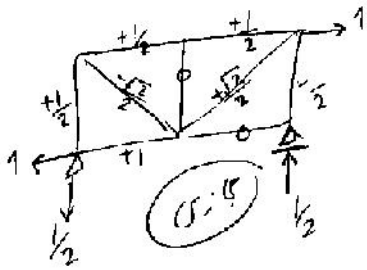
۲) حالت الف

۳) بسته به طول دهانه می تواند حالت الف یا ب باشد.

۴) دو هر در حالت مساوی است.

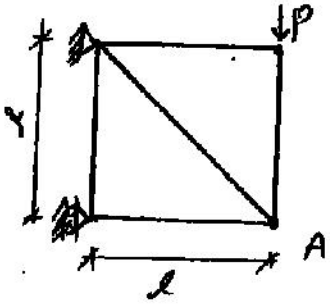






آزاد ۸۳

۳۳- با فرض ثابت بودن EA برای تمام اعضاء، تغییر مکان قائم نقطه A چقدر است؟

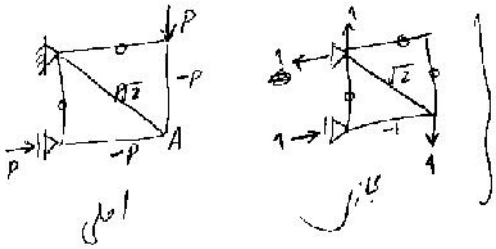


۱) $(\sqrt{2}+1)Pl/EA$

۲) $2(\sqrt{2}+1)Pl/EA$

۳) $(2\sqrt{2}+1)Pl/EA$

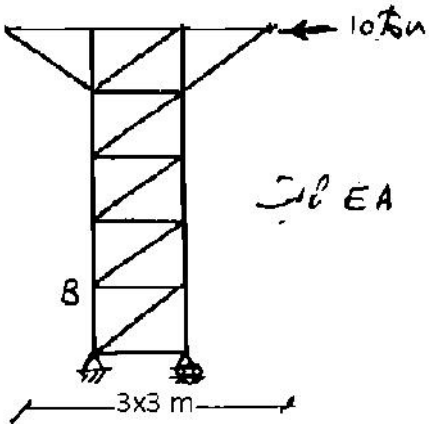
۴) هیچکدام



$$\Delta = \frac{(P\sqrt{2})\sqrt{2}\times\sqrt{2}L}{EA} + \frac{(-P)(-1)L}{EA} \rightarrow \Delta = \frac{PL}{EA}(2\sqrt{2}+1)$$

سراسری ۸۱

۵۲. در خرپای شکل زیر جابجائی افقی نقطهٔ B چقدر است ؟

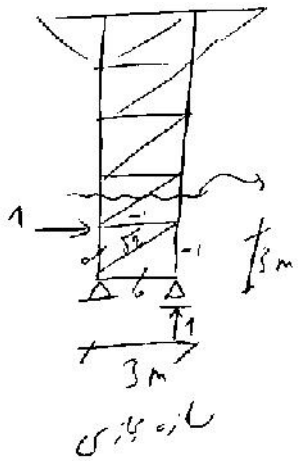


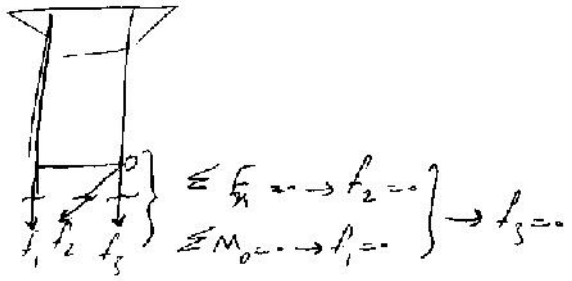
۱) $\frac{۱۸۰}{EA}$

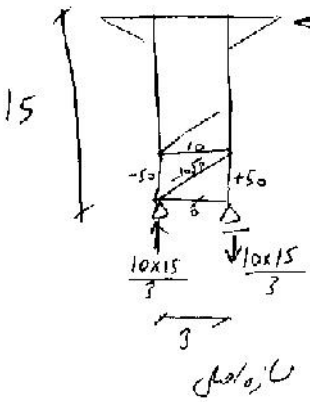
۲) $\frac{۶۰\sqrt{۲}}{EA}$

۳) $\frac{۲۰۴/۸}{AE}$

۴) $\frac{۲۶۴/۸}{EA}$



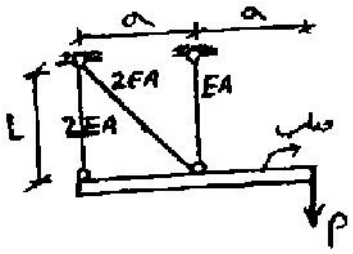




$$\Delta = \frac{-1\times 10\times 3}{EA} + \frac{-1\times 5\sqrt{2}\times 3}{EA} + \frac{\sqrt{2}\times(-10\sqrt{2})\times 1\sqrt{2}}{EA} = \frac{264.8}{EA}$$

آزاد ۸۸

۶۸- تغییر مکان افقی میله صلب کدام است؟

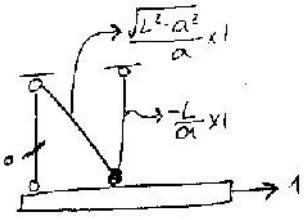


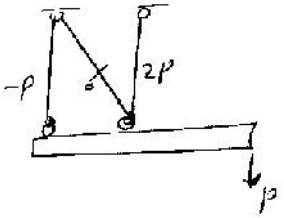
۱) $\frac{2Pa}{EA}$

۲) $\frac{PL}{2EA}$

۳) $\frac{2PL^2}{EAa}$

۴) صفر

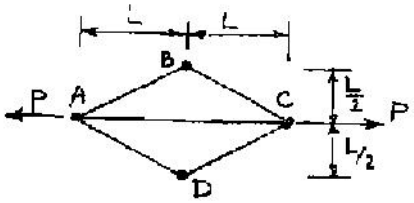




$$\Delta = \frac{-\frac{L}{a}\times 1\times 2P\times L}{EA} = \frac{-2PL^2}{EAa}$$

سراسری ۸۱

۳۲- میله‌های شکل ، همه از یک جنس با مدول ارتجاعی E و با سطح مقطع A می‌باشند . زیر اثر بار P ، دو نقطه B و D چقدر به هم نزدیک می‌شوند؟

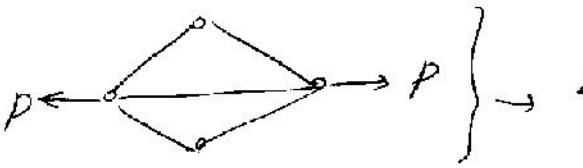


۱) صفر

۲) $\frac{PL}{AE}$

۳) $\frac{2PL}{AE}$

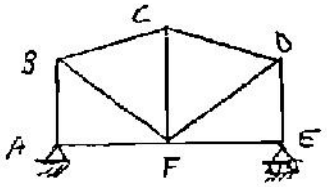
۴) $\frac{4PL}{AE}$



سر متصل به زمین هم
نقاط A و B می‌توانند به هم
نزدیک یا دور شوند و تاثیری در رفتار سازه ندارند

سراسری ۸۵

در خرپای شکل زیر CF در حین اجرا ۲ سانتی‌متر کوتاهتر اجرا شده است. تغییر مکان افقی نقطهٔ D را پس از مونتاژ حساب کنید. (می‌دانیم در صورتی که این خرپا تحت اثر بار افقی ۷ ton از چپ به راست قرار گیرد نیروی داخلی میلهٔ CF برابر ۲/۶۲۵ ton – (فشاری) می‌باشد.)

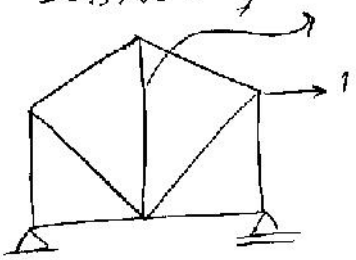


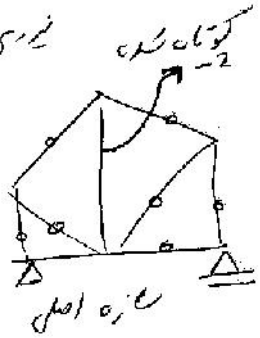
۱) ۰/۷۵ cm به سمت چپ
۲) ۰/۷۵ cm به سمت راست
۳) ۵/۲۵ cm به سمت راست
۴) برای محاسبه، ابعاد هندسی سازه می‌بایست داده شده باشد و خرپا تحلیل گردد.

نکته: در رابطه $\Delta \times 1 = \sum \bar{P}_i \frac{P_i L}{EA}$ ← $\bar{P}_i$ نیروی ناشی از بار مجازی

$\frac{P_i L}{EA}$ تغییر طول اعضا در سازه واقعی

اگر به جای بارگذاری خارجی، تغییر طول اعضا را داده باشند (مثلاً بگویند فلان عضو کوتاه‌تر یا بلندتر اجرا شده است) به جای $\frac{P_i L}{EA}$ مقدار کوتاهی یا بلندی عضو را قرار دهیم



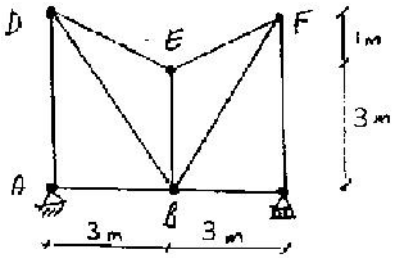


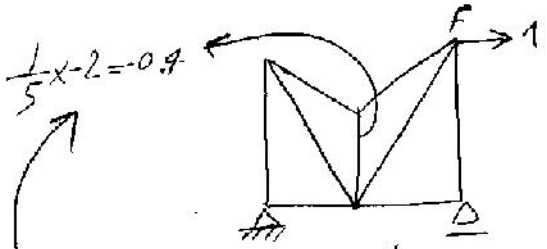
سازه مجازی $\Delta = 0.378 \times -2 = 0.7571$ cm

سراسری ۸۸

۷۸- در خرپای شکل مقابل، میلهٔ EB موقع مونتاژ سه سانتی‌متر کوتاه است. چنانچه با اعمال بار افقی Q تنی در نقطهٔ F نیروی داخلی میلهٔ کناف 2 تن فشاری باشد، تغییر مکان افقی نقطهٔ F پس از مونتاژ و قبل از هرگونه بارگذاری بر حسب سانتی‌متر چقدر خواهد شد؟

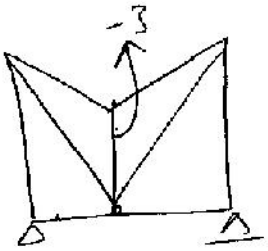
۱) ۱/۸
۲) ۰/۹
۳) ۱/۲
۴) ۰/۶





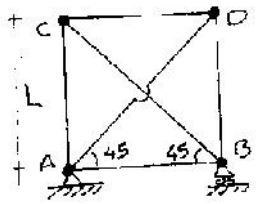
$\frac{1}{5}x - 2 = -0.4$

$\Delta = -0.4 \times -3 = 1.2\ cm$

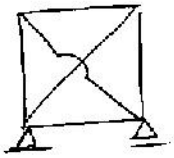


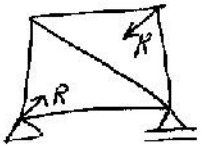
آزاد ۸۹

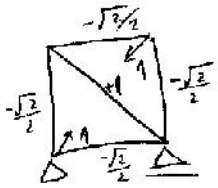
۸۰- اگر عضو AD از خرپای شکل زیر به اندازهٔ $\frac{L}{۲۰}$ کوتاهتر ساخته شده باشد. پس از نصب این عضو، نیروی عضو AD چقدر خواهد بود. (AE ثابت)



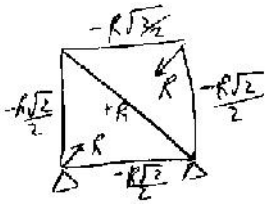
۱) $۰/۰۲۹۲AE$
۲) $۰/۰۱۲۶AE$
۳) $۰/۰۵AE$
۴) $\frac{AE}{۱۰}$







سازه مجازی

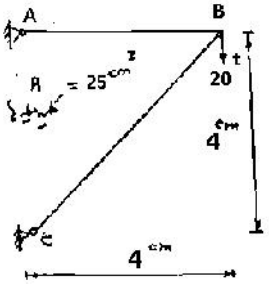


سازه اصلی

$$\Delta_{AD} = \frac{1}{EA}\left[\frac{-\sqrt{2}}{2}\times\frac{-R\sqrt{2}}{2}\times L\right] + 1\times R\times(L\sqrt{2}) = \frac{RL}{EA}(2+\sqrt{2})$$

$$\Delta_{AD} = \frac{L}{20} \Rightarrow \frac{RL}{EA}(2+\sqrt{2}) = \frac{L}{20} \rightarrow R = 0.014645\,EA$$

سراسری ۸۳



تغییر مکان افقی گره B را حساب کنید. (فایت = E)

۱) ۱۲۰۰۰/E

۲) ۱۶۰۰۰/E

۳) ۲۲۰۰۰/E

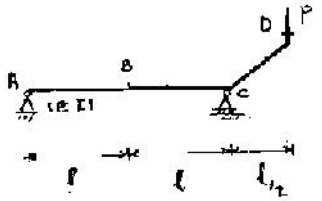
۴) ۳۲۰۰۰/E

۱ این سوال تکراری است (سراسری ۸۲ - سراسری ۸۵)

۸-۲-تیر

سراسری ۸۵

قطعه BCD صلب است. (Δ_{By} = ?)



۱) $\frac{Pl^3}{24EI}$

۲) $\frac{Pl^3}{2EI}$

۳) $\frac{Pl^3}{12EI}$

۴) $\frac{Pl^3}{8EI}$

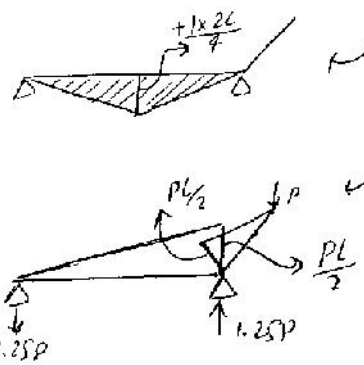
برای یافتن تغییر مکان نقطه خاص از تیر:

۱- بار مجازی واحد را در همان نقطه و در جهت Δ مورد نظر قرار می‌دهیم.

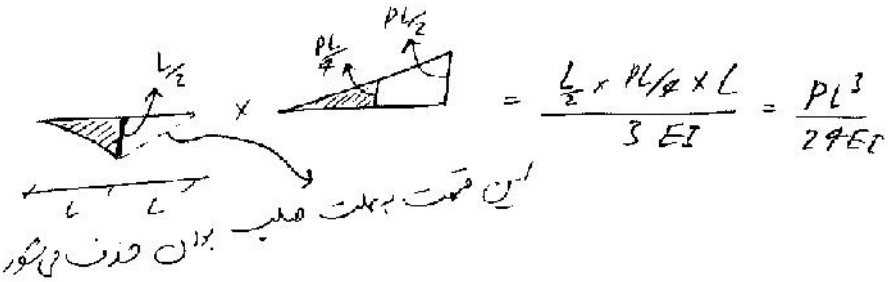
سازه مجازی

۲- دیاگرام لنگر سازه مجازی را رسم می‌کنیم.

۳- دیاگرام لنگر سازه اصلی را رسم می‌کنیم.

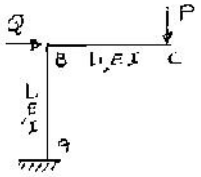


۴- دیاگرام‌ها را در هم ضرب می‌کنیم.



سراسری ۸۲

۵۴- تغییر مکان قائم C برای حالتی که P = Q باشد و EI ثابت باشد، چقدر است؟ $L_{BC} = L_{BA} = L$

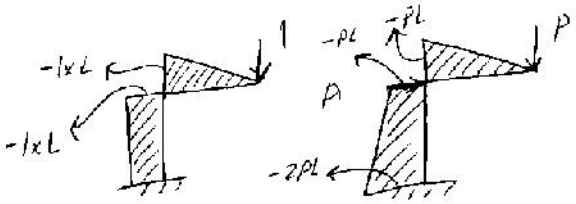


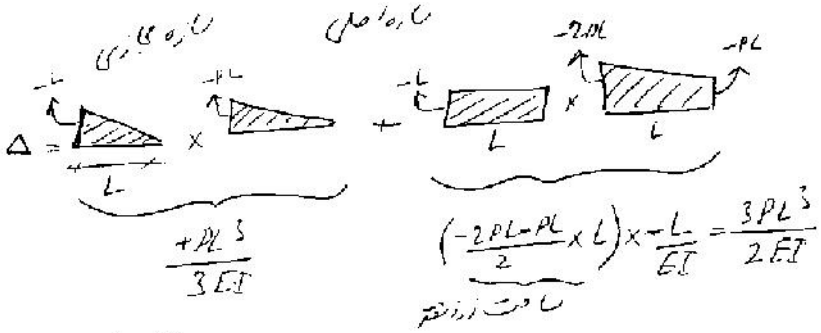
۱) $\frac{2PL^3}{3EI}$

۲) $\frac{4PL^3}{11EI}$

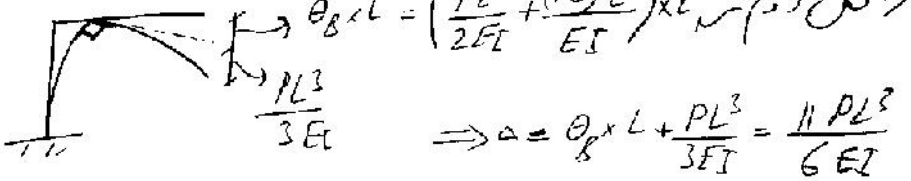
۳) $\frac{11}{6}\frac{PL^3}{EI}$

۴) $\frac{12}{5}\frac{PL^3}{EI}$



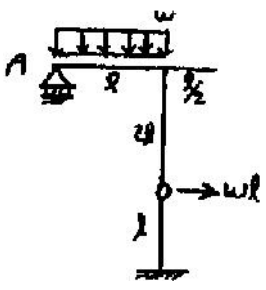


$$\rightarrow \Delta = \frac{11PL^3}{6EI}$$



آزاد ۸۸

۷۹- تغییر مکان نکیه گاه A کدام است؟ (EI ثابت)

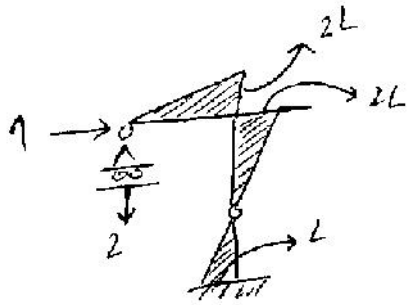


۱) $\frac{7\omega L^4}{24EI}$

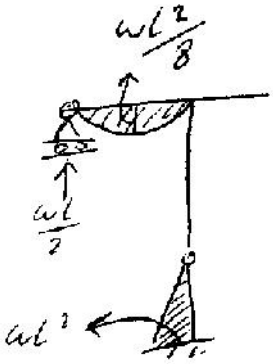
۲) $\frac{\omega L^4}{3EI}$

۳) صفر

۴) $\frac{\omega L^4}{4EI}$



بار واحد

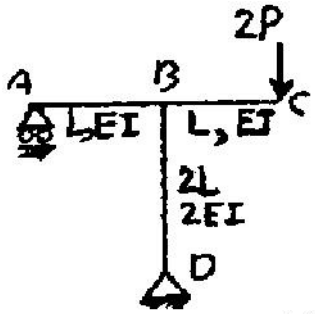


بار اصلی

$$\Delta = \underbrace{\left(\frac{wl^2}{8}\times\frac{2}{3}\right)\times\frac{-(2L/2)}{EI}}_{\text{سطح بار اصلی} \times \text{عکس العمل بار واحد}} + \underbrace{\frac{L\times wl^2\times l}{3EI}}_{\text{سطح بار واحد} \times \text{عکس العمل بار اصلی}} = \frac{-wl^4}{12EI} + \frac{wl^4}{3EI}$$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{3wl^4}{12EI} = \frac{wl^4}{4EI}$$

آزاد ۸۸



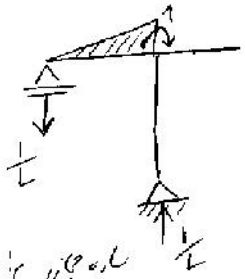
۷۲- دوران گره های B و D کدام است؟

۱) $\theta_B = \theta_D = \frac{PL^2}{3EI}$

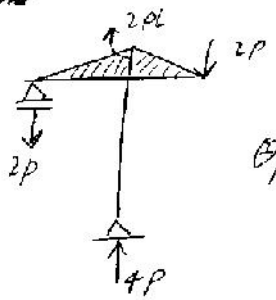
۲) $\theta_B = \theta_D = \frac{2PL^2}{3EI}$

۳) $\theta_B = \frac{2PL^2}{3EI}$, $\theta_D = \frac{PL^2}{3EI}$

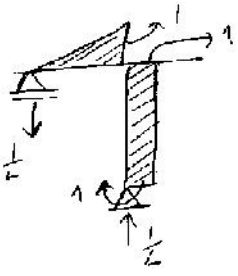
۴) $\theta_B = \frac{PL^2}{3EI}$, $\theta_D = \frac{2PL^2}{3EI}$



بار واحد برای θ_B



$$\theta_B = \underbrace{\frac{1}{L}\times L}_{1} \times \underbrace{\frac{2PL}{L}}_{2PL} = \frac{1}{3}\,\frac{1\times 2PL\times L}{EI} = \frac{2PL^2}{3EI}$$



$$\theta_D = \square\times\triangle + \square\times 0 = \theta_B$$

گزینه ۲

سراسری ۸۶

۷۸- نسبت تغییر فاصله A و B در سازه (۱) به تغییر فاصله A و B در سازه (۲) چقدر است؟ ؟ $= \frac{(\delta AB)_1}{(\delta AB)_2}$ (فقط اثرات خمش را در نظر بگیرید.)

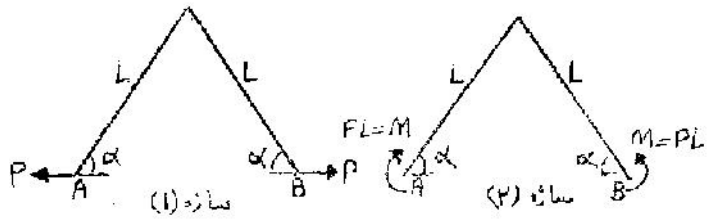
EI کلیه عضوهای دو سازه یکسانند.

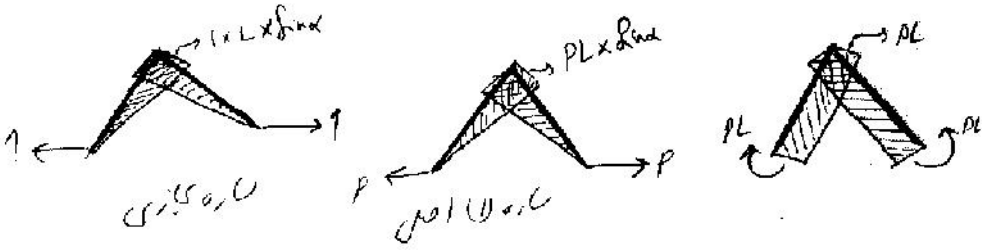
۱) $\sin\alpha$

۲) $\frac{1}{3}\sin\alpha$

۳) $\frac{2}{3}\sin\alpha$

۴) $\frac{1}{2}\sin\alpha$



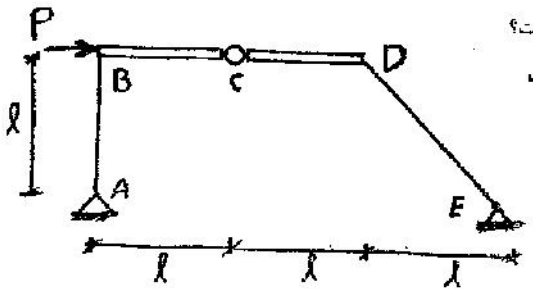


$$\theta_{A/L}\Delta = \left(\frac{L\times\frac{1}{2}\sin\alpha\times PL\frac{1}{2}\sin\alpha\times L}{3EI}\right)\times 2 \qquad \Delta_{C/L}\Delta = \left(\frac{1\times L\sin\alpha\times PL\times L}{2EI}\right)\times 2 = \frac{PL^3\sin\alpha}{EI}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\frac{1}{2}\sin\alpha\times L^2\times\frac{2}{3}}{\sin\alpha} = \frac{2}{3}\sin\alpha$$

آزاد ۸۹

۶۹- اختلاف دوران در محل مفصل خمشی C $(\Delta\theta_c)$ کدام است؟
(اعضاء BC و CD صلب و سایر اعضاء دارای صلبیت خمشی EI می‌باشند)



۱) $\frac{Pl^2}{3EI}$

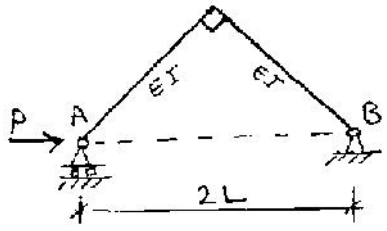
۲) $\left(\frac{\sqrt{2}-1}{9}\right)\frac{Pl^2}{EI}$

۳) $\frac{\sqrt{2}}{3}\frac{Pl^2}{EI}$

۴) $\left(\frac{\sqrt{2}+1}{9}\right)\frac{Pl^2}{EI}$

سراسری ۸۱

۵۱- مقدار نزدیک‌شدگی تکیه‌گاه A و B سازهٔ روبرو چقدر است ؟

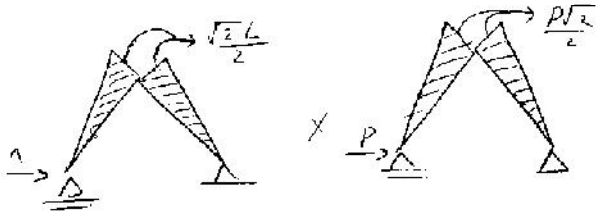


۱) $\frac{PL^3}{2EI}$

۲) $\frac{2PL^3}{3EI}$

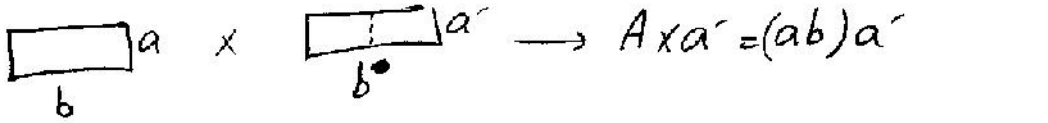
۳) $\frac{\sqrt{2}PL^3}{4EI}$

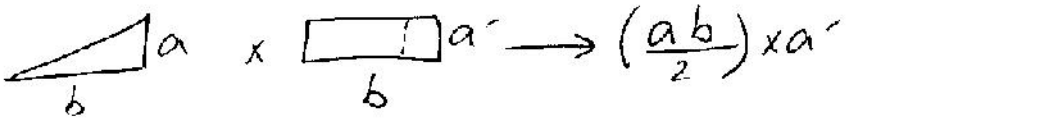
۴) $\frac{2\sqrt{2}PL^3}{3EI}$

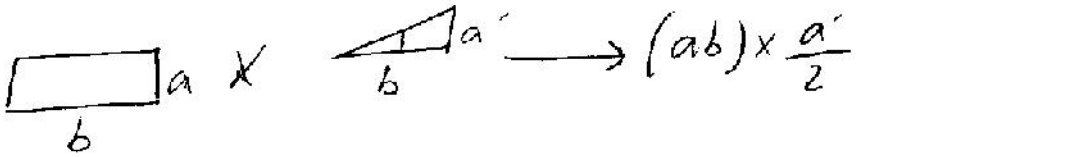


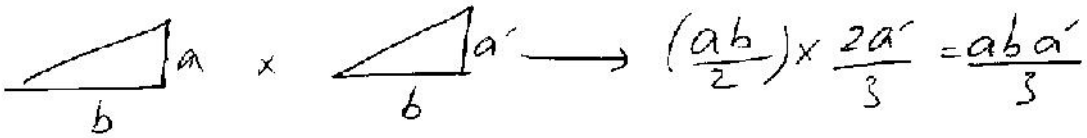
$$\Delta = 2\left[\frac{\frac{\sqrt{2}L}{2}\times\frac{P\sqrt{2}}{2}\times L}{3EI}\right] = \frac{PL^3}{3EI}$$

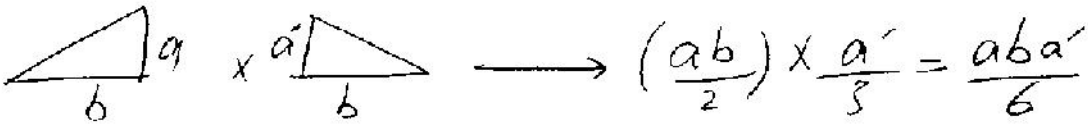
نحوه ضرب ریمانی کره

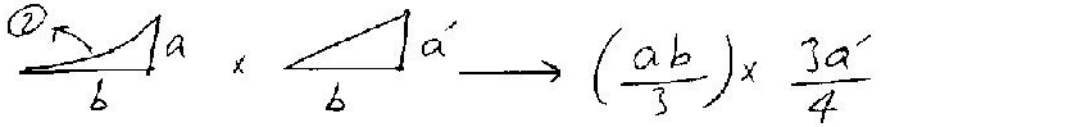


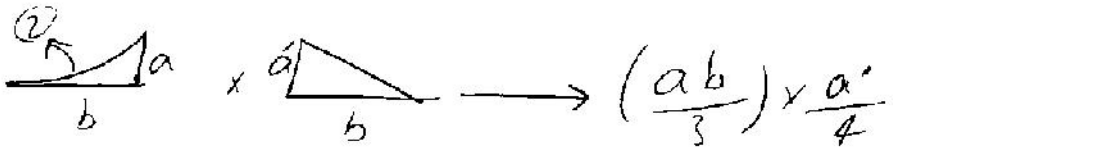


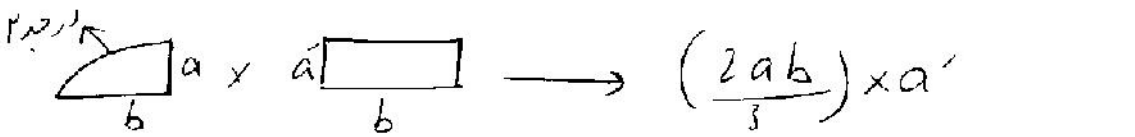


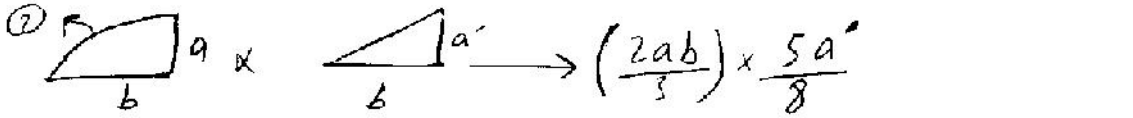


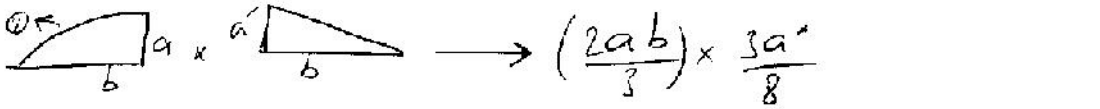






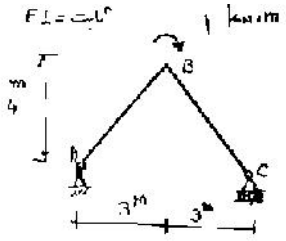






سراسری ۸۳

۷۷. در سیستم داده شده θ_B را حساب کنید؟

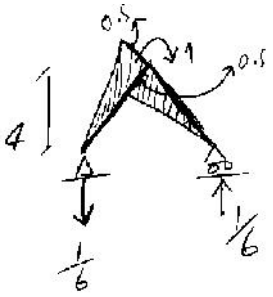


۱) $\frac{۰/۴۲}{EI}$

۲) $\frac{۰/۸۳}{EI}$

۳) $\frac{۱}{EI}$

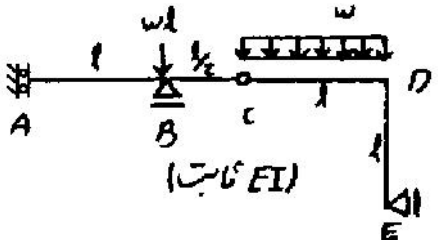
۴) $\frac{۱/۲۵}{EI}$



$\Delta_B = \left[\frac{0.5 \times 0.5 \times 5}{3EI}\right] \times 2 = \frac{0.83}{EI}$

آزاد ۸۸

۶۵. لنگر تکیه گاه A و دوران تکیه گاه E کدام است؟

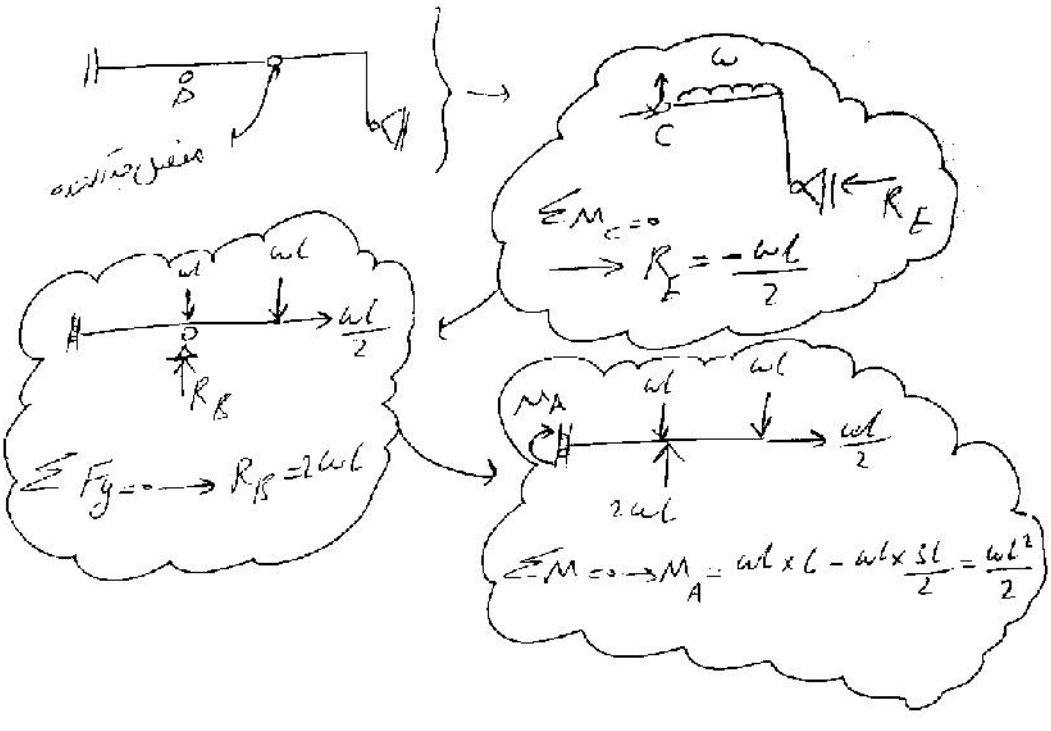


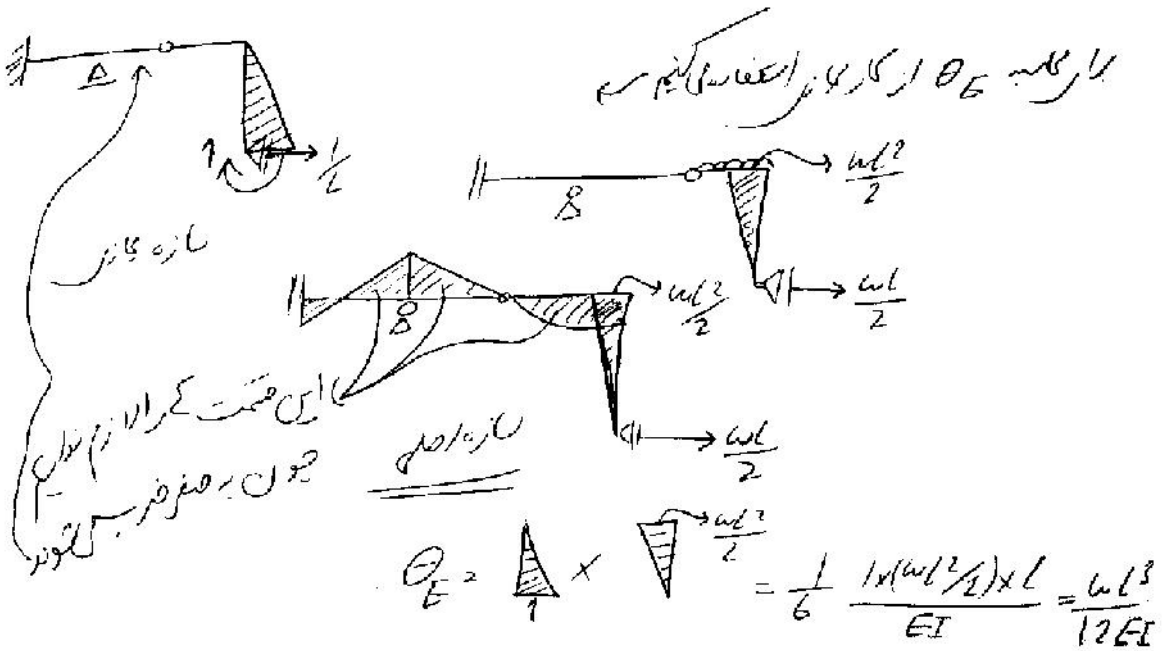
۱) $\theta_E = \frac{\omega l^3}{6EI}, M_A = \frac{3}{2}\omega l^2$

۲) $\theta_E = \frac{\omega l^3}{24EI}, M_A = \frac{5}{2}\omega l^2$

۳) $\theta_E = \frac{\omega l^3}{12EI}, M_A = \frac{\omega l^2}{2}$

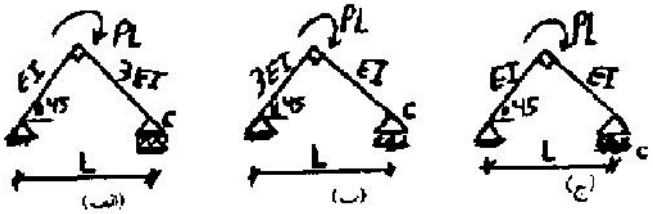
۴) $\theta_E = \frac{\omega l^3}{6EI}, M_A = \frac{\omega l^2}{2}$





آزاد ۸۸

۶۴- کدام گزینه در مورد تغییر مکان تکیه گاه C در قابهای نشان داده شده صحیح می باشد؟

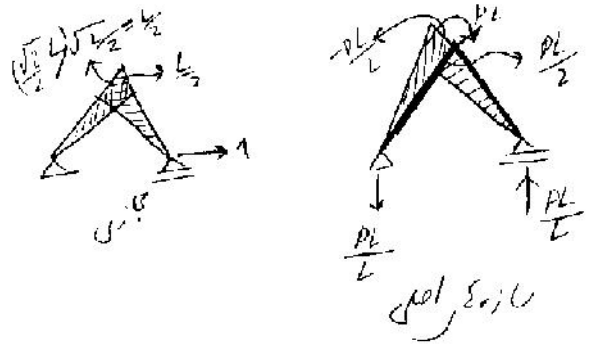


۱) تکیه گاه C به مقدار $\frac{\sqrt{2}}{36}\frac{PL^3}{EI}$ در قاب (الف) به سمت راست و در قاب (ب) به سمت چپ می رود و در قاب (ج) جابجا نمی شود.

۲) تکیه گاه C به مقدار $\frac{\sqrt{2}}{36}\frac{PL^3}{EI}$ در قاب (الف) به سمت چپ و در قاب (ب) به سمت راست می رود و در قاب (ج) جابجا نمی شود.

۳) تکیه گاه C در هر دو قاب (الف) و (ب) به مقدار $\frac{\sqrt{2}}{9}\frac{PL^3}{EI}$ به سمت چپ می رود و در قاب (ج) به مقدار $\frac{\sqrt{2}}{18}\frac{PL^3}{EI}$ به سمت چپ می‌رود.

۴) در هر سه قاب (الف) و (ب) و (ج) تکیه گاه C جابجا نمی شود.



$$\text{الف} \rightarrow \Delta_c = \left\{ \triangle \times \triangle \right\} + \left\{ \square \times \square \right\} = -\frac{\sqrt{2}\,PL^3}{96EI}$$

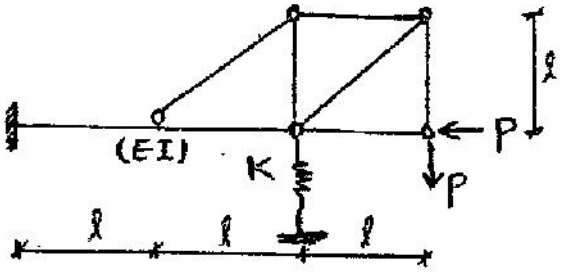
$$\left\{ \frac{-\frac{L}{2} \times \frac{PL}{2} \times \frac{L\sqrt{2}}{2}}{3EI} \right\} \times \left\{ \frac{\frac{L}{2} \times \frac{PL}{2} \times \frac{4\sqrt{2}}{2}}{3(3EI)} \right\} =$$

$$\text{ب)}\ \Delta_c = \left\{ \frac{\frac{-L}{2} \times \frac{PL}{2} \times \frac{L\sqrt{2}}{2}}{3(3EI)} \right\} \times \left\{ \frac{\frac{L}{2} \times \frac{PL}{2} \times \frac{8\sqrt{2}}{2}}{3EI} \right\} = +\frac{\sqrt{2}\,PL^3}{96EI}$$

$$\text{ج)}\ \Delta_c = \left\{ \frac{\quad}{3EI} \right\} \times \left\{ \frac{\quad}{3EI} \right\} = 0$$

آزاد ۸۹

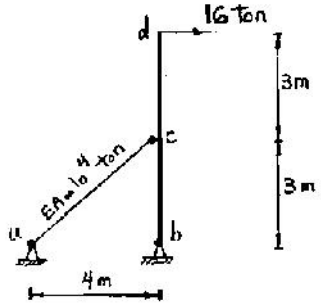
۷۴- نیروی فنر در سازه نشان داده شده کدام است؟ $\left(K = \frac{3EI}{l^3}\right)$



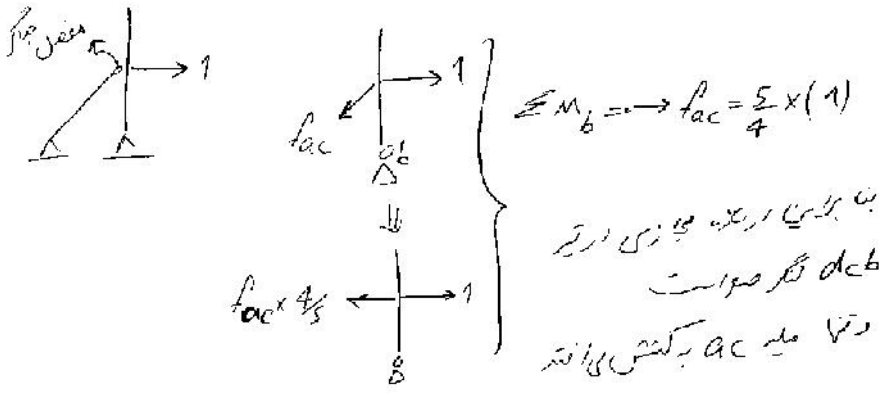
۱) 0.75 P
۲) 1.5 P
۳) P
۴) 0.5 P

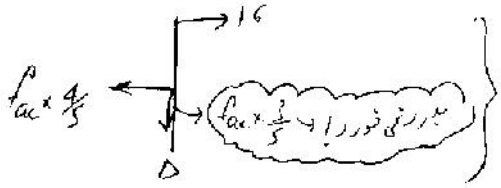
سراسری ۸۳

۶۳. در سازه شکل مقابل ستون پیوسته *bcd* با صلبیت خمشی $۱۴۴۰۰\,t.m^2$ و سطح مقطع زیاد توسط میله *ac* با صلبیت محوری $۱۰^4\,ton$ مهار شده است. تغییر مکان گره *O* بر حسب *mm* کدام است؟



۱) ۱۳
۲) ۲۵
۳) ۴۴
۴) ۵۶





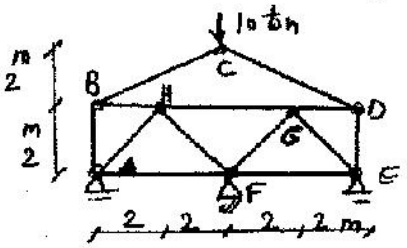
چون دیاگرام لنگر در سازه‌های معرفت شکنی برابر دیاگرام لنگر سازه اصلی نیست

$$\Delta=\sum\frac{P_i P_i L}{EA}=\frac{\frac{5}{4}\times40\times5}{10^9}=0.025m=25mm$$

۸-۳-حرارت

سراسری ۸۹

در خرپای شکل داده شده، چنانچه دمای تمامی اعضا $20^\circ C$ بالا رفته باشد با فرض $EA=200^{ton}$ برای تمام اعضا و $\alpha=1\times10^{-5}\ cm/cm^\circ C$ نیروی داخلی عضو D6 چقدر خواهد بود؟



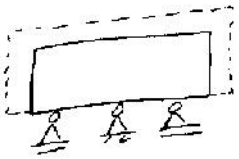
۱) 5^t

۲) 10^t

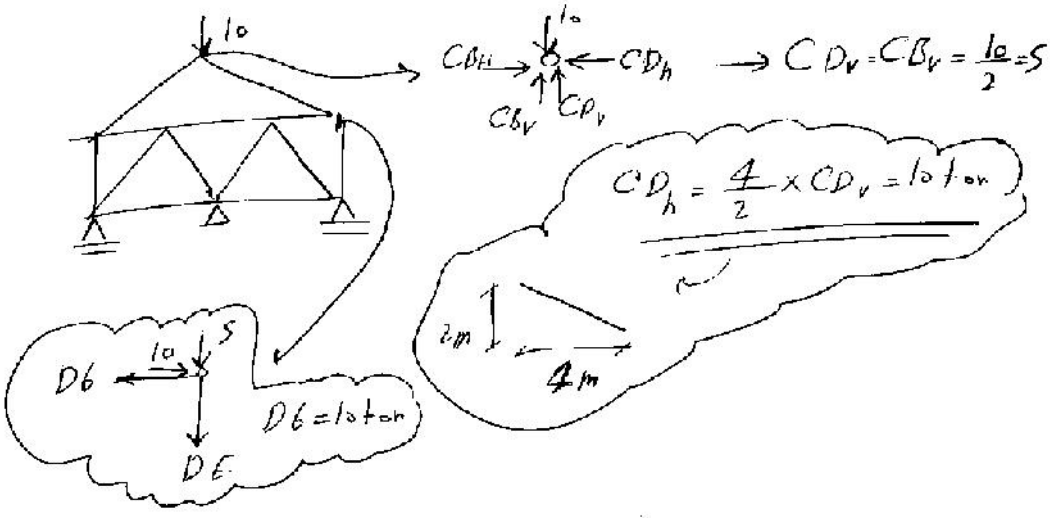
۳) 20^t

۴) 15^t

نکته

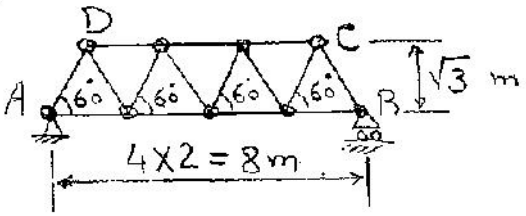


اگر مشخصات اعضا (E و α) یکسان باشد و دمای تمام اعضای یک سازه یکسان باید هیچ نیرویی در اعضا ایجاد شود به شرطی که سازه اجازه حرکت داشته باشد (مانند شکل) پس حرارت نکته اشتباه است و تاثیری ندارد.



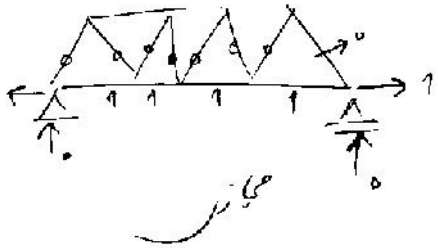
سراسری ۸۶

۴۲- جابجایی نقطه B در اثر $20^\circ C$ تغییر درجه حرارت چقدر است؟ $E = 2\times10^5\ MPa\ ,\ \alpha = 11\times10^{-6}\ /^\circ C$



۱) ۱/۷۶ میلیمتر
۲) ۲/۴۲ میلیمتر
۳) ۳/۰۸ میلیمتر
۴) ۳/۵۲ میلیمتر

در این سازه تنها حرارت ایجاد تغییر می‌کند و دال مسئله تغییر شکل خواسته نه عکس العمل!



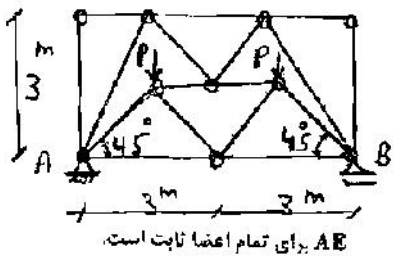
$$\Delta = 4\left[\frac{1\times(\alpha\Delta T\times 2)}{}\right] = 8\alpha\Delta T$$

$$= 8\times11\times10^{-6}\times20 = 1.76\times10^{-3}\ m = 1.76\ mm$$

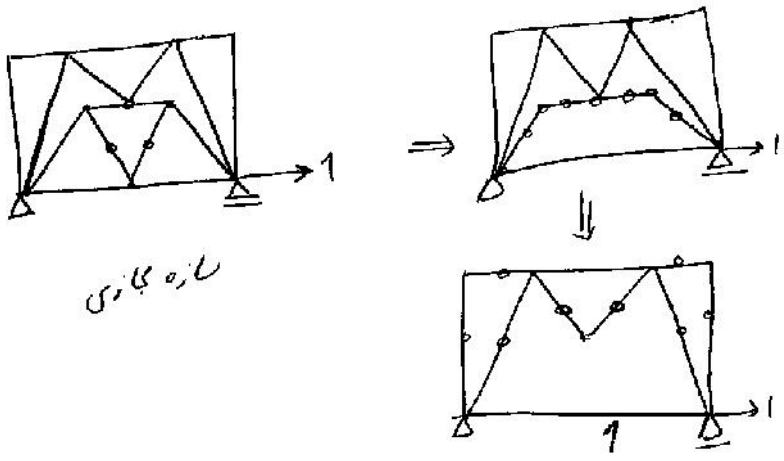
مجازی

سراسری ۸۴

جابجایی افقی تکیه‌گاه B در اثر افزایش دمای اعضا به مقدار $30^\circ C$ و نیروهای وارده چقدر است؟ (ضریب انبساط حرارتی α است.)

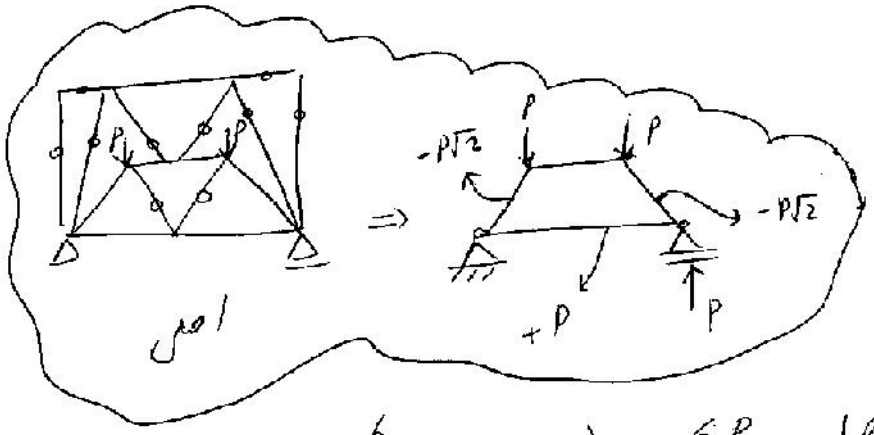


۱) $\frac{6P}{AE}$
۲) $180\alpha - \frac{6P}{AE}$
۳) $180\alpha + \frac{3P}{AE}$
۴) $\frac{6P}{AE} + 180\alpha$



سازه مجازی

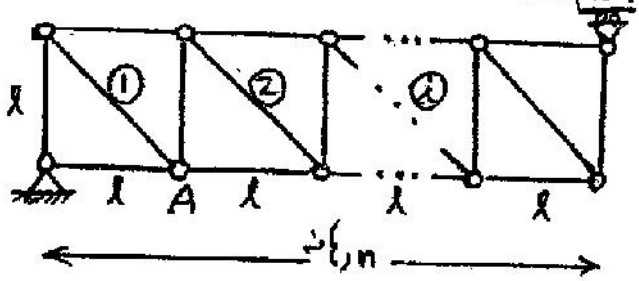
بنابراین در سازه مجازی تمامی اعضا صفر است به جز دال که داریم



$$\Delta = 1\times\left(\frac{P\times l}{EA}+\alpha\Delta T\times 6\right)=\frac{6P}{EA}+180\alpha$$

آزاد ۸۹

۶۸- اگر در خرپای n دهانه نشان داده شده دمای اعضاء قطری دوم، دوازدهم و بیست و دوم را به اندازهٔ ΔT کاهش دهیم تغییر مکان قائم گرهٔ A کدام است؟



۱) $\sqrt{2}\ n\alpha\ \Delta T\ l$

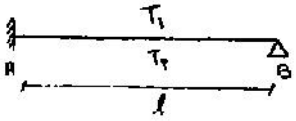
۲) $3\ \alpha\ (\frac{l}{n})\ \Delta T\ l$

۳) $3\sqrt{2}\ \alpha\ \Delta T\ l$

۴) $\frac{6}{n}\ \alpha\ \Delta T\ l$

آزاد ۸۴

۳۲- لنگر گیرداری ناشی از اختلاف درجه حرارت T_1 و T_2 در تیر زیر کدام است؟



- ارتفاع مقطع h با سختی EI
- طول تیر l
- ضریب انبساط حرارتی α

۱) $M_A=\frac{EI\alpha(T_2-T_1)}{2l}$

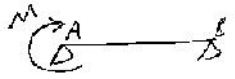
۲) $M_A=\frac{3\alpha EI(T_2-T_1)}{2h}$

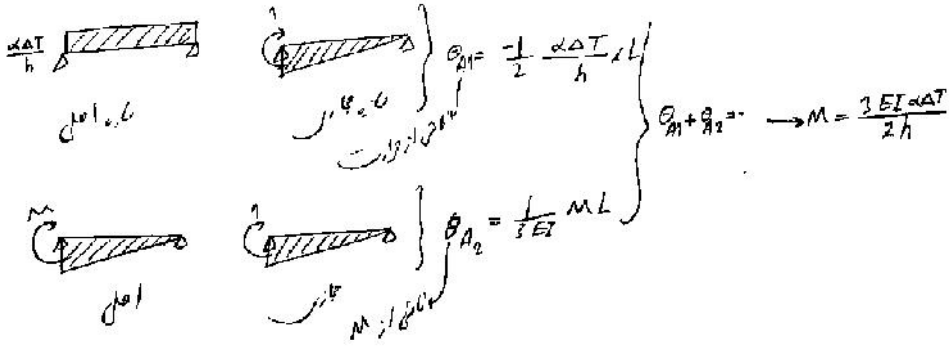
۳) $M_A=\frac{\alpha EI(T_2-T_1)}{h}$

۴) $M_A=\frac{2\alpha EI(T_2-T_1)}{3h}$

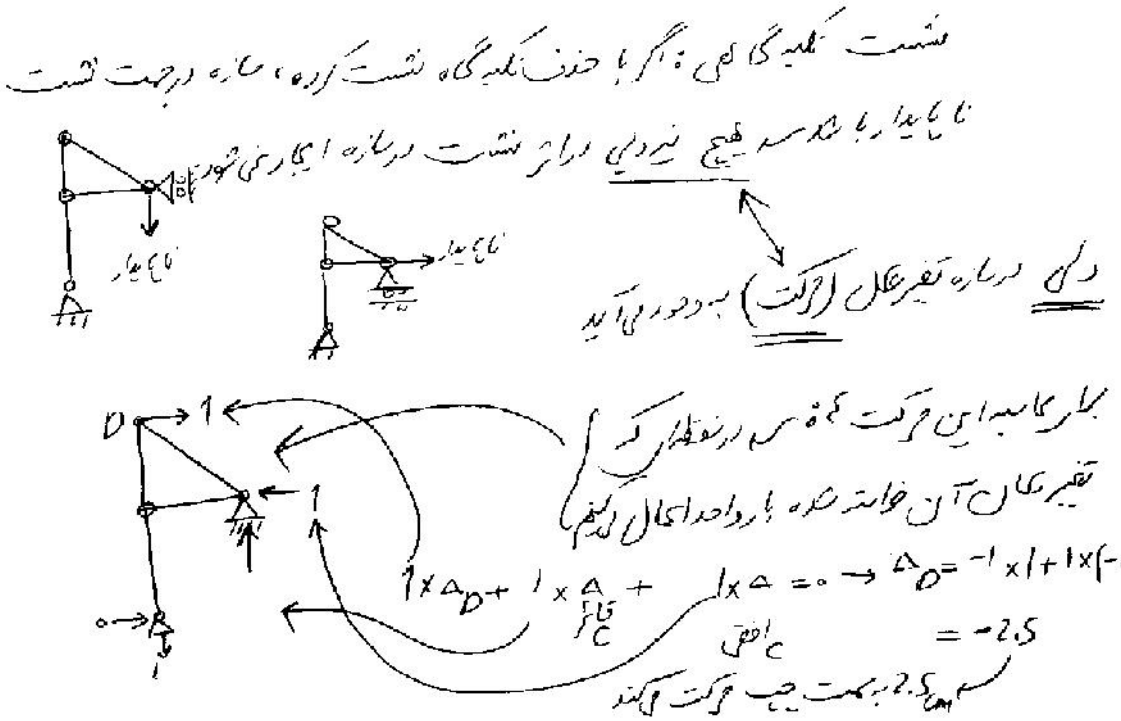
اثر حرارت در تیر که روش کار باشی اگر روش حرارت را نمیدهم بهتر است از روش کار باشی استفاده کنیم

سازه نامعین است ⇐ M را طوری تعیین کنیم که θ_A صفر شود





۸-٤-نشست تکیه گاهی



سراسری ۸۷

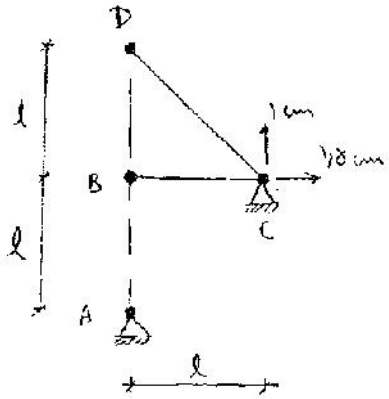
۶۴- در خرپای شکل مقابل چنانچه تکیه‌گاه C به میزان ۱٫۵ cm به سمت راست و ۱ cm به سمت بالا نشست کند، تغییر مکان افقی نقطه D را محاسبه نمایید. صلبیت محوری همه اعضاء EA است.

۱) ۰٫۵ سانتی‌متر

۲) ۱ سانتی‌متر

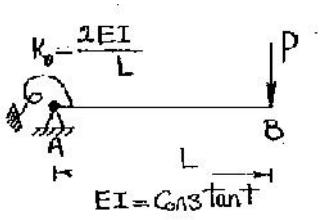
۳) ۱٫۵ سانتی‌متر

۴) ۲٫۵ سانتی‌متر



سراسری ۸۴

۶۶- دو تیر شکل مقابل تغییر مکان گرهٔ B کدام است؟

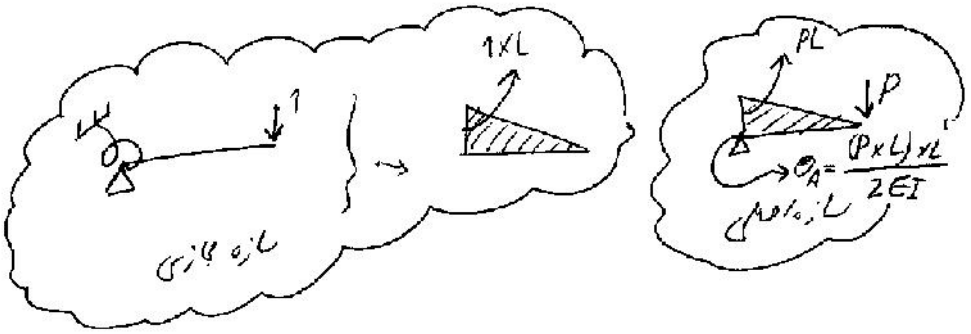


۱) $\frac{PL^3}{3EI}$

۲) $\frac{PL^3}{2EI}$

۳) $\frac{2PL^3}{3EI}$

۴) $\frac{5}{6}\frac{PL^3}{EI}$



$1\times\Delta_B + M\times\theta_A - \frac{1\times L}{L} \times \frac{PL}{L} \Rightarrow \Delta_B = (1\times L)\times\frac{PL^2}{2EI} = \frac{PL^3}{3EI}$

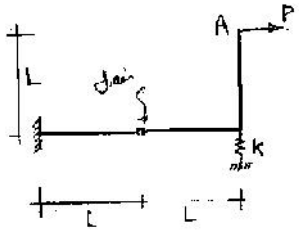
فرض کنید بر تیر مزدوج وارد شود

ابتدا توجه شود که M و θ خلاف جهت هستند

$\longrightarrow \Delta = \frac{5PL^3}{6EI}$

سراسری ۸۴

۶۵- جابجایی افقی انتهای آزاد A تحت اثر بار متمرکز P چقدر است؟ (EI برای کلیه اعضاء ثابت و یکسان است)



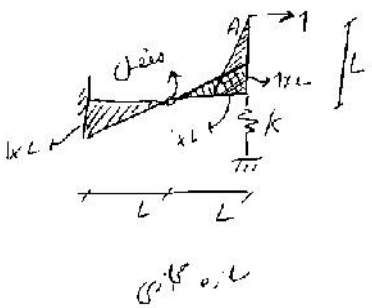
۱) $\frac{PL^3}{3I}$

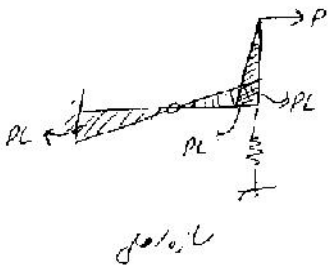
۲) $\frac{7PL^3}{3EI}$

۳) $\frac{2PL^3}{7EI}$

۴) $\frac{5PL^3}{7EI}$

$K = \frac{3EI}{L^3}$



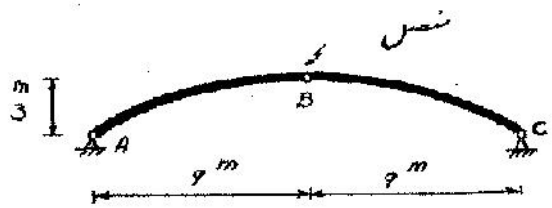


$$1\times\Delta_A - \underbrace{F}_{\text{نیروی نقطه‌ای}}\times\underbrace{\Delta}_{\text{تغییر مکان در محل اعمال}} = \underbrace{\frac{PL^3}{5EI}}_{\text{سهمی}} + \underbrace{\frac{PL^3}{3EI}}_{\text{مثلث}} + \underbrace{\frac{PL^3}{3EI}}_{\text{مثلث}}$$

$$\rightarrow \Delta_A - (1)\times\frac{P}{\left(\frac{3EI}{L^3}\right)} = \frac{PL^3}{EI} \rightarrow \Delta_A = \frac{4PL^3}{3EI}$$

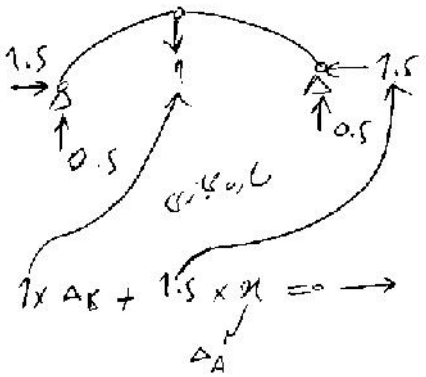
سراسری ۸۹

۵۹- پیش بینی می‌شود در اثر بارهای وارده نقطه B به اندازه ۳cm جا به جایی قائم به طرف پایین داشته باشد. به منظور جلوگیری از این جا به جایی تکیه گاه A چند سانتی متر (cm) به سمت تکیه گاه C باید کشیده شود؟



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

تکیه‌گاه A $\overset{cm}{\rightarrow}$ n به سمت راست نشست دارد به طوری که نقطه B را از اثر این نشست cm ۳ بالا ببرد.

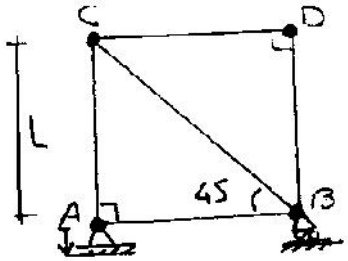


$$1\times\Delta_B + 1.5\times n = 0 \rightarrow$$

$$1\times -3 + 1.5n = 0 \rightarrow \boxed{n = 2\,cm}$$

آزاد ۸۹

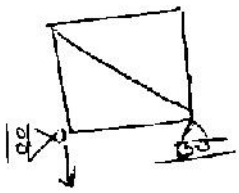
۷۹ـ اگر تکیه‌گاه A از خربای زیر به اندازه $\frac{L}{۲۰}$ نشست کند، نیروی عضو AC کدام خواهد بود.(AE ثابت)



۱) $-\frac{AE}{۲۰}$ ۲) $+\frac{AE}{۲۰}$ ۳) صفر ۴) $+\frac{AE}{۱۰}$

همانطور که گفته شده، اگر با حذف تکیه، نشست کرده و باز در جهت نشست ناپایدار گردد، هیچ نیروی در اعضا بارگیری نمود

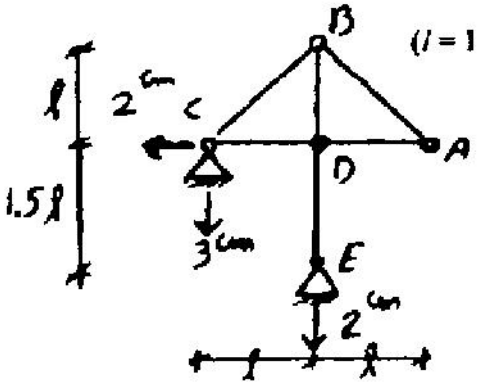
$F_{AC} = 0$



در جهت نشست ناپایدار است

آزاد ۸۸

۶۹- میزان چرخش عضو AB در خرپای نشان داده شده کدام است؟ ($l = 1$ m)

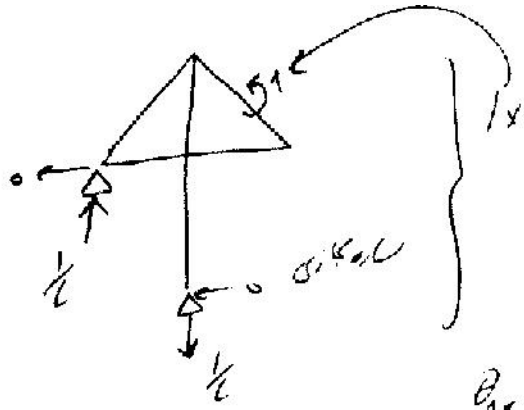


۱) 0.01 Rad در جهت خلاف عقربه های ساعت

۲) 0.02 Rad در جهت عقربه های ساعت

۳) 0.03 Rad در جهت خلاف عقربه های ساعت

۴) 0.04 Rad در جهت عقربه های ساعت



سازه‌کانی

$1 \times \theta_{AB} + \frac{1}{l} \times 2 - \frac{1}{l} \times 3 + 0 \times 2 = 0$

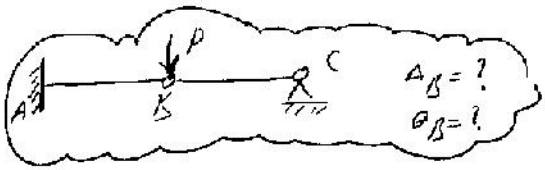
$\rightarrow \theta_{AB} = \frac{1}{l} = \frac{1}{100}$ خلاف عقربه‌های ساعت

بنابراین جواب گزینه ۲ است

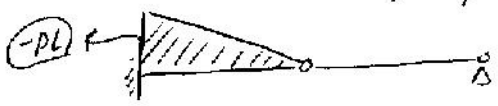
θ_{AB}

هم‌جهت با 1 بار واحد است که اعمال کردیم

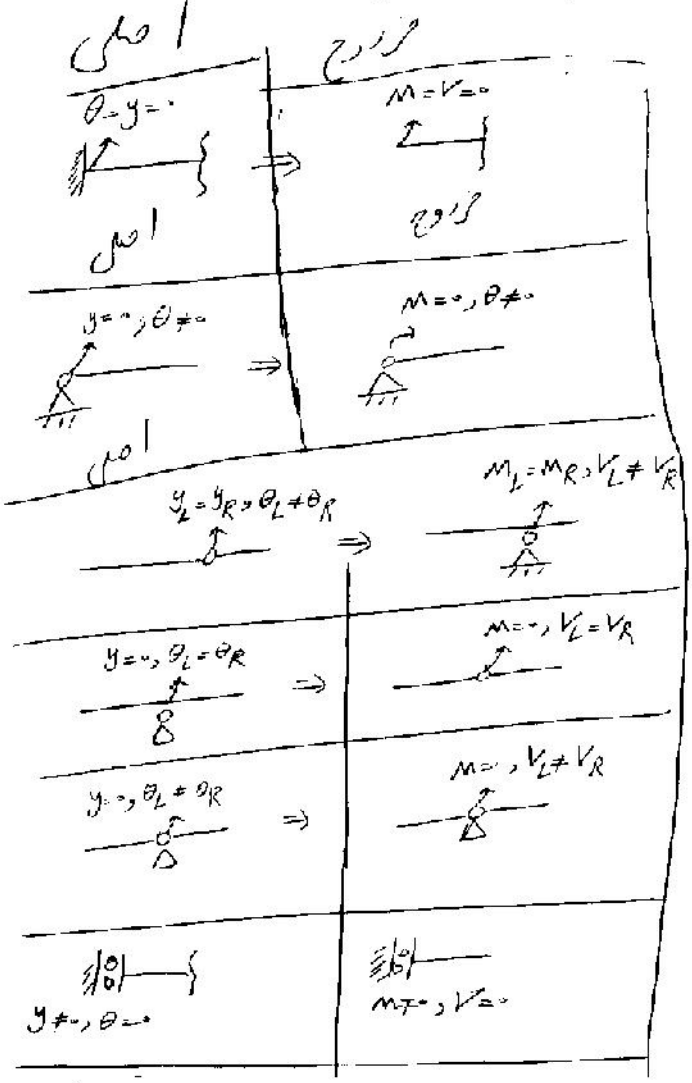
روش تیر مزدوج:



گام 1: دیاگرام لنگر را برای تیر اصلی رسم می‌کنیم:

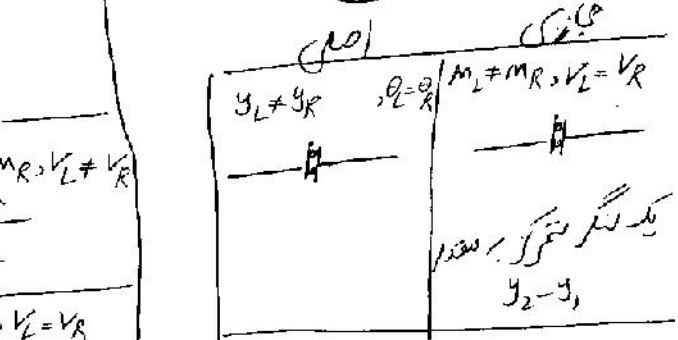


گام 2: تیر اصلی را تبدیل به تیر مزدوج آن می‌کنیم ←

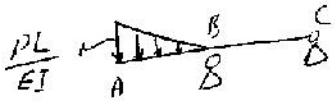


در تیر مزدوج $M = y$ در تیر اصلی

در تیر مزدوج $V = \theta$ در تیر اصلی



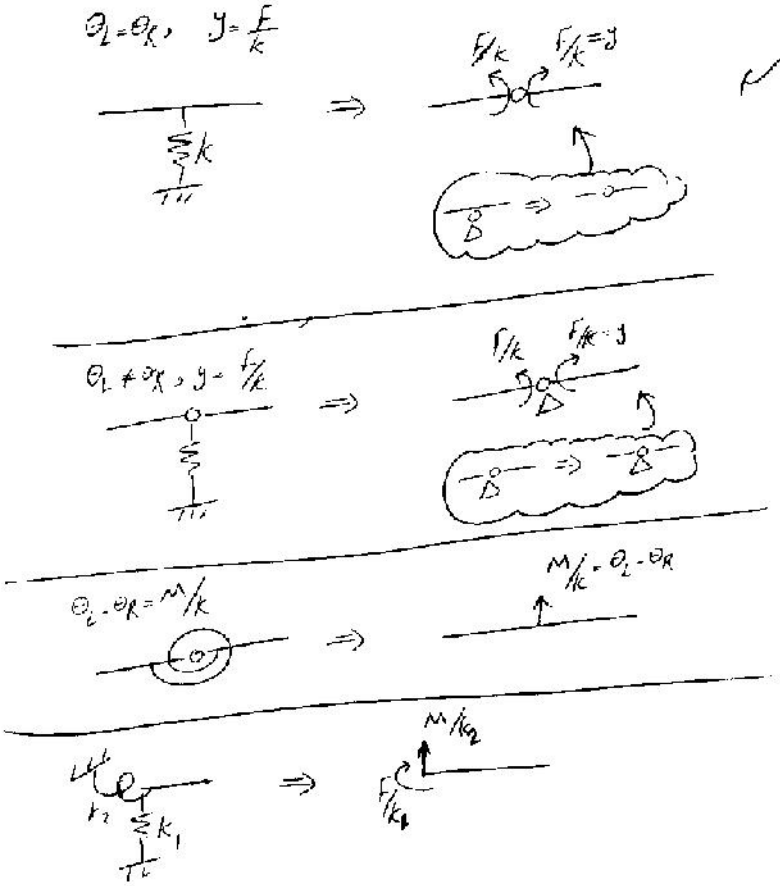
گام 3: دیاگرام لنگر در گام 2 را به صورت یک بار گسترده به مقدار $\frac{M}{EI}$ بر تیر مزدوج (گام 2) وارد می‌کنیم.



$$\Delta_B = M_B = \left(\frac{PL}{EI} \times \frac{L}{2}\right) \times \frac{2L}{3} = \frac{PL^3}{3EI}$$

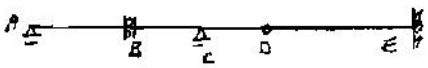
$$\theta_B = V_B = \frac{\frac{PL}{EI} \times L}{2} = \frac{PL^2}{2EI}$$

تیر کمکی فنردار

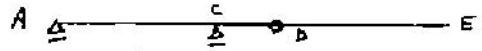


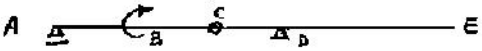
سراسری ۸۳

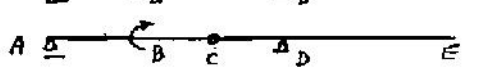
۶. تیر مزدوج تیر شکل زیر مطابق کدام یک از اشکال داده شده می‌باشد؟



۱)

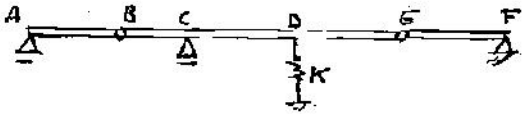
۲) 

۳) 

۴) 

سراسری ۸۵

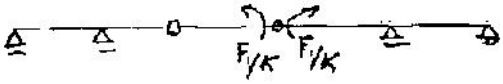
۶۳- تیر مزدوج تیر شکل زیر کدام است؟



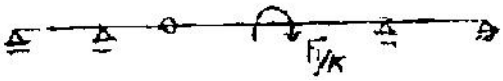
۱)

۲)

M از تعادل تیر مزدوج به دست می‌آید.

۳) 

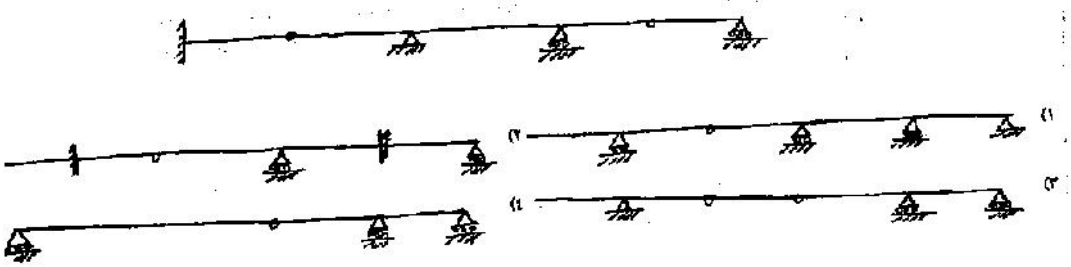
F_1 نیروی فنر است.

۴) 

F_1 نیروی فنر است.

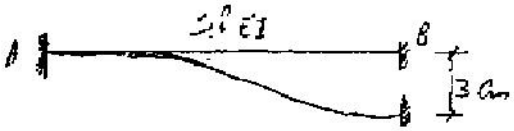
آزاد ۸۵

۶۲- تیر مزدوج تیر روبرو کدام است؟



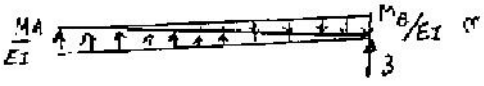
سراسری ۸۸

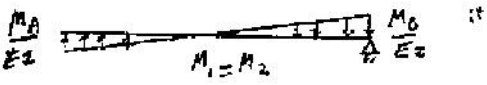
۷۰- در تیر شکل مقابل، تکیه‌گاه B، ۳ سانتی‌متر نشست کرده است. تیر مزدوج این تیر کدام است؟

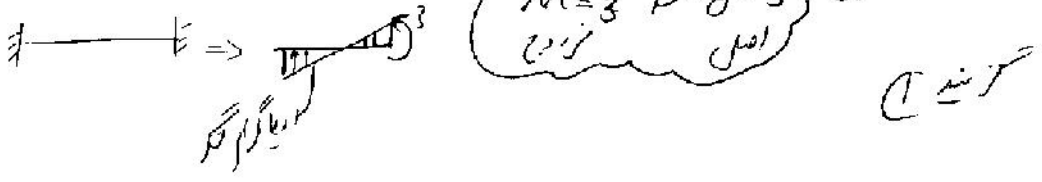


۱)

۲)

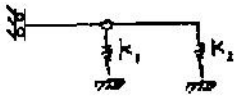
۳) 

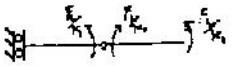
۴) 

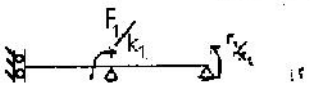


آزاد ۸۷

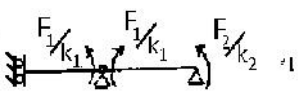
۶۳- تیر مزدوج سازه نشان داده شده کدام است؟



۱) 

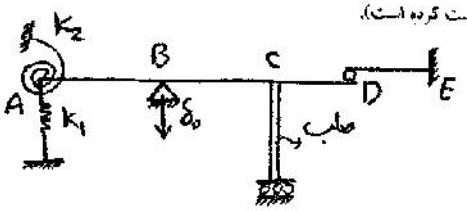
۲) 

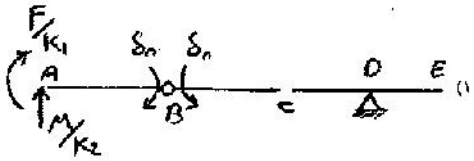
۳)

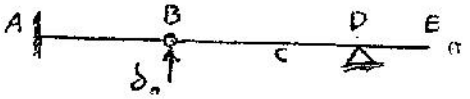
۴) 

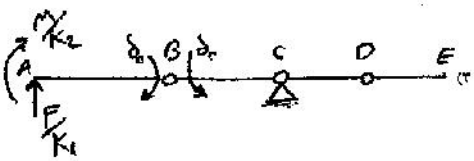
آزاد ۸۹

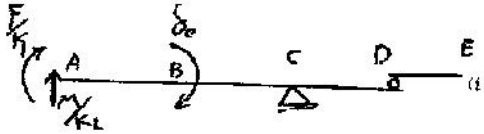
۶۷- تیر مزدوج تیر شکل زیر کدام است؟ (تکیه‌گاه B به مقدار δ_0 نشست کرده است).



۱) 

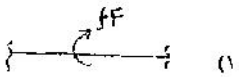
۲) 

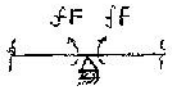
۳) 

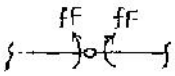
۴) 

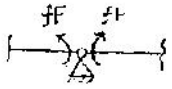
سراسری ۸۶

۶۲- تکیه‌گاه میانی فنری به صورت شکل مقابل مفروض است. تظیر این تکیه‌گاه در تیر مزدوج مطابق کدام یک از گزینه‌ها است؟ f ضریب نرمی فنر است و F نیروی کششی فنر می‌باشد. (ضریب نرمی عکس ضریب سختی است.)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

در سازه‌ای که θ در تکیه‌گاه ساده قرار دارد: $\frac{1}{\text{ضریب سختی}} = \text{ضریب نرمی}$

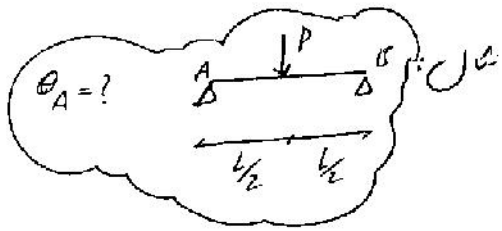
$f = k\Delta \rightarrow \Delta = \frac{F}{k} \Rightarrow$ سختی

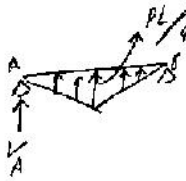
$f = \frac{1}{k}$ $\Rightarrow \Delta = fF$ نرمی

بنابراین سختی فنر $k = \frac{1}{f}$ است.

$\frac{1}{\xi} = \frac{F/k}{F} \Rightarrow \frac{F \times f}{F \times f}$

مثال:



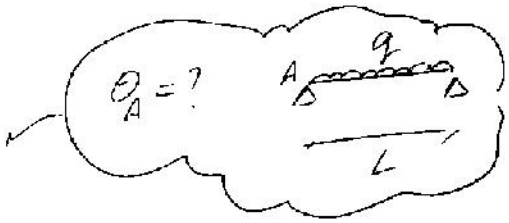


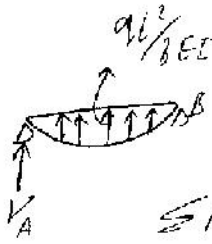
$\theta_A = V_A \rightarrow \sum M_B = 0 \rightarrow V_A \times L + \left(\frac{\frac{PL}{4} \times L}{2}\right) \times \frac{L}{2} = 0$

$\rightarrow V_A = \frac{-PL^2}{16EI}$

یعنی θ_A خلاف جهت فرض ما است.

مثال:

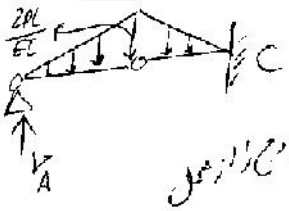




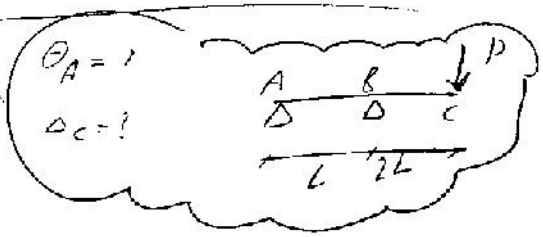
$\sum M_B = 0 \rightarrow V_A \times L + \left(\frac{qL^2}{8EI} \times L\right) \times \frac{2}{3} \times \frac{L}{2} = 0$

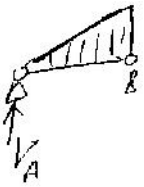
مساحت

$\rightarrow V_A = \frac{qL^3}{24EI}$



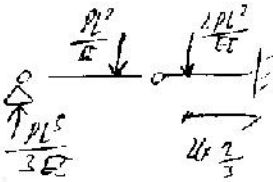
برای پیدا کردن V_A سازه را به صورت آزاد رسم می‌کنیم و معادله لنگر حول B می‌نویسیم





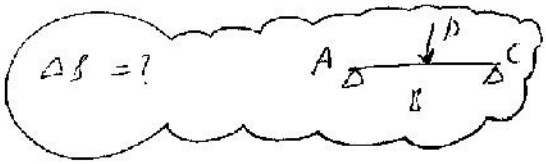
$$\sum M_B = 0 \rightarrow V_A \times L - \left(\frac{\frac{2PL}{EI} \times L}{2}\right) \times \frac{L}{3} = 0 \rightarrow V_A = +\frac{PL^3}{3EI}$$

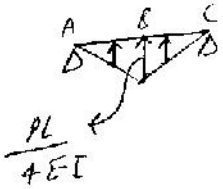
برای Δ_C یا M_C دیاگرام $\frac{M}{EI}$ را رسم می‌کنیم



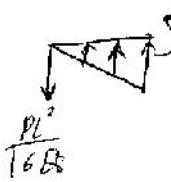
$$M_C = \left(\frac{PL^3}{3EI}\right) \times 2L - \left(\frac{PL^2}{EI}\right) \times \left(2L + \frac{L}{3}\right) - \frac{2PL^2}{EI} \times \left(2L \times \frac{2}{3}\right) = -\frac{4PL^3}{EI}$$

مثال:





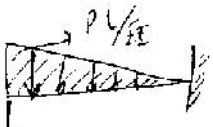
$$\downarrow R_A = \frac{\left(\frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2}\right)}{2} = \frac{PL^2}{16EI}$$



$$M_B = \frac{PL^2}{16EI} \times \frac{L}{2} - \frac{\left(\frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2}\right)}{2} \times \frac{\frac{L}{2}}{3} =$$

$$= \frac{PL^3}{32EI} - \frac{PL^3}{96EI} = \frac{PL^3}{48EI}$$

مثال

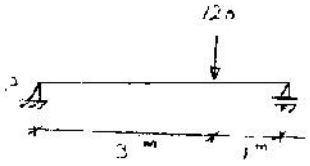


$$\Delta_B = M_B = \frac{M}{k} \times L + \frac{PL \times L}{2EI} \times \frac{2L}{3} = \frac{PL}{k} + \frac{PL^3}{3EI}$$

$\theta_A = \frac{M}{k}$ که جهت θ خلاف جهت عقربه‌های ساعت است

آزاد ۸۹

۶۵- زاویه θ_A در اثر اعمال بار نشان داده شده چقدر است. مدول ارتجاعی تیر E و ممان اینرسی مقطع T است . ET ثابت است.

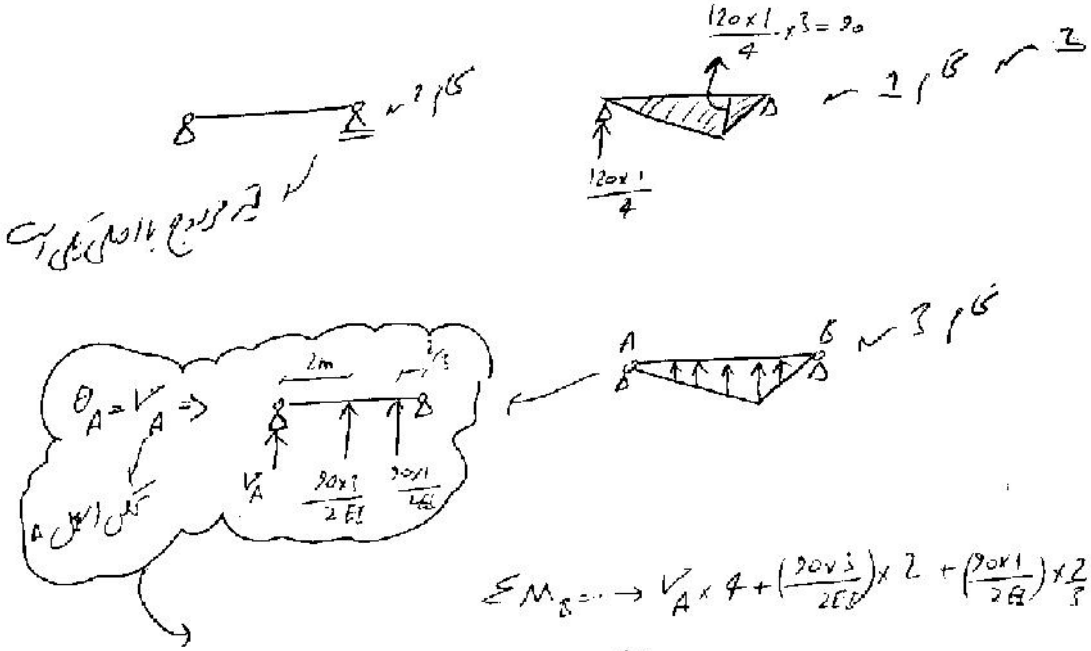


۱) $\frac{150}{EI}$

۲) $\frac{100}{EI}$

۳) $\frac{600}{EI}$

۴) $\frac{300}{EI}$

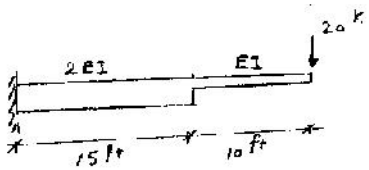


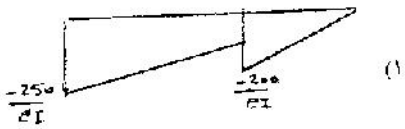
$$\sum M_B = 0 \rightarrow V_A \times 4 + \left(\frac{30\times 3}{2EI}\right)\times 2 + \left(\frac{30\times 1}{2EI}\right)\times\frac{2}{3} = 0$$

$$\rightarrow V_A = \frac{-75}{EI}$$

آزاد ۸۹

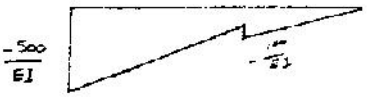
۶۴- تیر مزدوج تیر روبرو کدام است؟

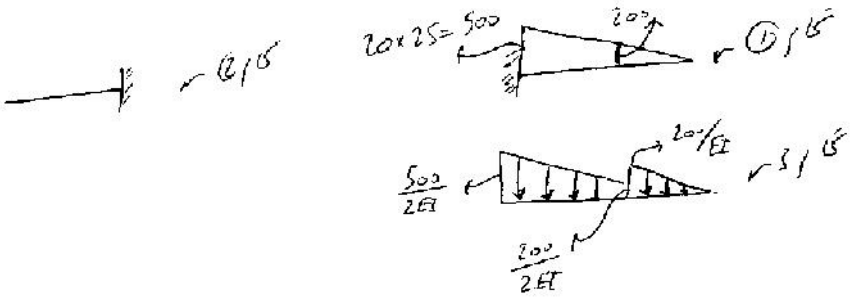


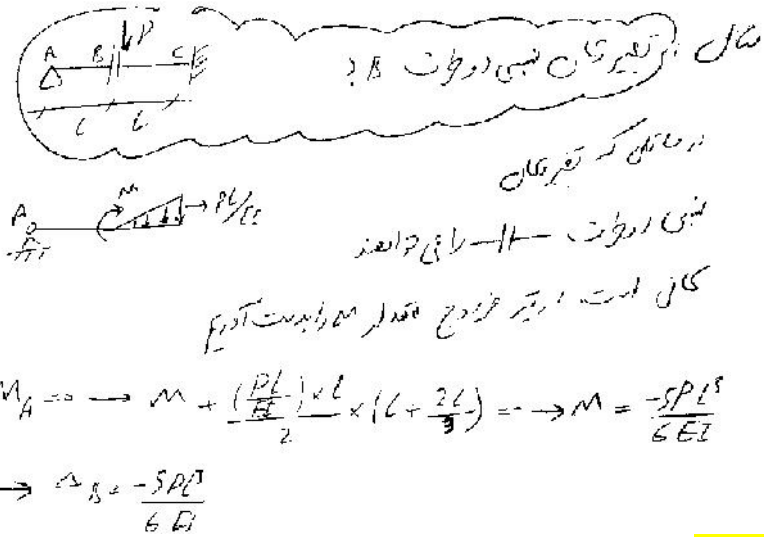
۱) 

۲)

۳)

۴) 





سراسری ۸۶

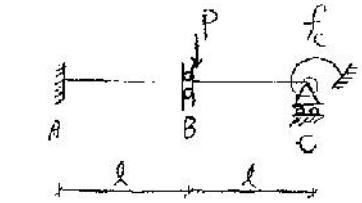
۶۱ - در تیر شکل زیر مقدار لنگر فنر را محاسبه نمایید. صلبیت خمشی اعضاء EI ، طول اعضاء l و ضریب نرمی فنر $f_c = \frac{I}{EL}$ است. (ضریب نرمی عکس ضریب سختی است.)

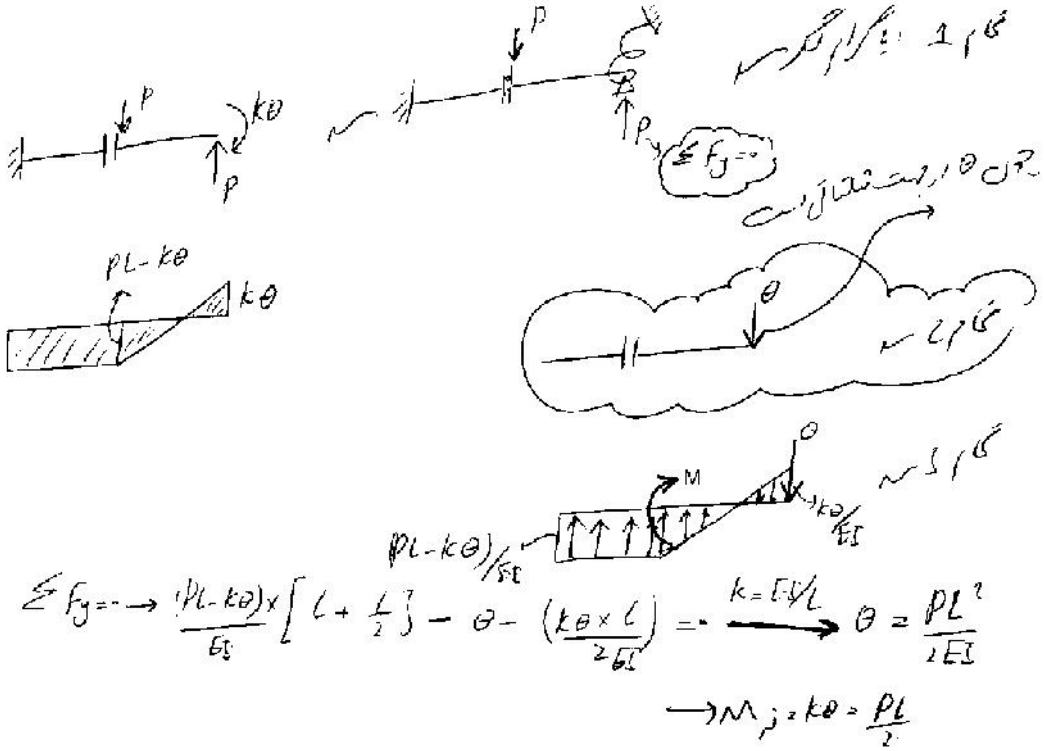
۱) صفر

۲) pl

۳) ۲pl

۴) $\frac{pl}{۲}$





آزاد ۸۸

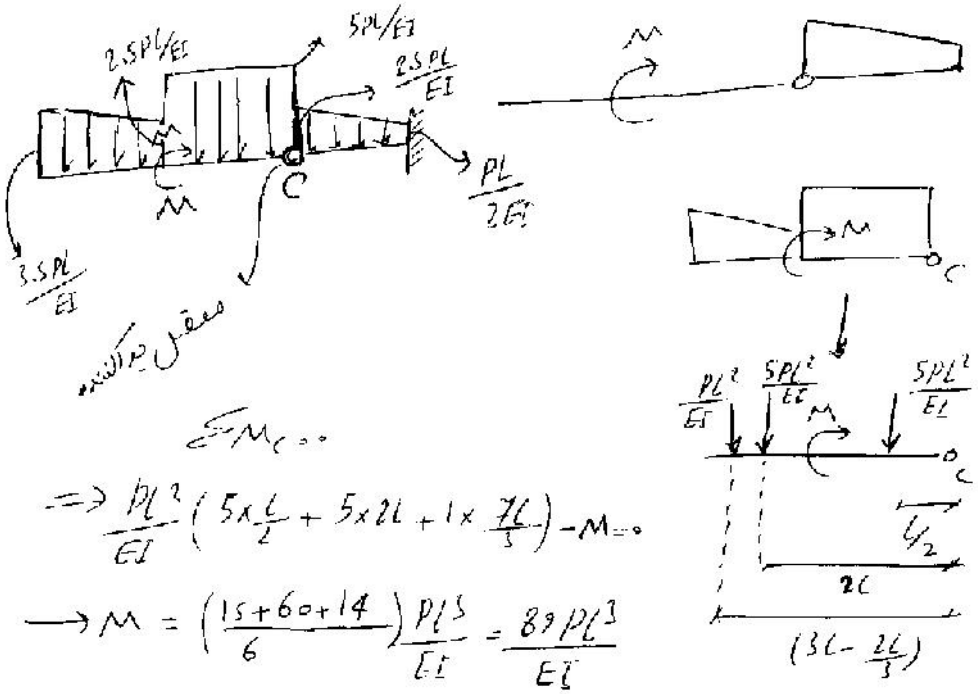
۶۲- اختلاف ارتفاع در محل مفصل برشی کدام است؟ (نیروی P در سمت چپ مفصل برشی وارد شده است.)

۱) $\frac{59}{3}\frac{PL^3}{EI}$

۲) $\frac{4}{3}\frac{PL^3}{EI}$

۳) $\frac{89}{6}\frac{PL^3}{EI}$

۴) $\frac{55}{6}\frac{PL^3}{EI}$



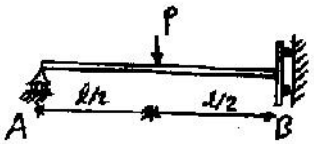
$$\sum M_C = 0$$

$$\Rightarrow \frac{PL^2}{EI}\left(5\times\frac{L}{2} + 5\times 2L + 1\times\frac{7L}{3}\right) - M = 0$$

$$\rightarrow M = \left(\frac{15+60+14}{6}\right)\frac{PL^3}{EI} = \frac{89PL^3}{EI}$$

آزاد ۸۳

۳۴- تغییرمکان قائم نقطه اثر P چقدر است؟

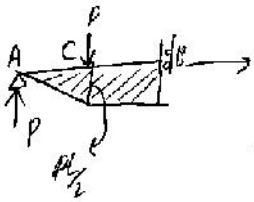


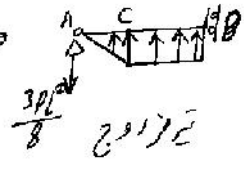
۱) $PL^3/6EI$

۲) $PL^3/3EI$

۳) $PL^3/4EI$

۴) هیچکدام



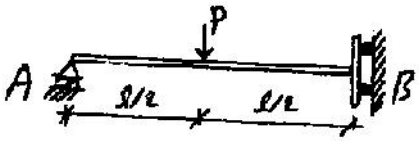


تیر مزدوج

$$\delta_C = M_C = \frac{3PL^2}{8}\times\frac{L}{2} - \frac{\frac{PL}{2}\times\frac{L}{2}}{2}\times\frac{1}{3}\times\frac{L}{2} \rightarrow \boxed{\delta_C = \frac{PL^3}{6EI}}$$

آزاد ۸۳

۳۵- تغییرمکان قائم تکیه گاه B چقدر است؟

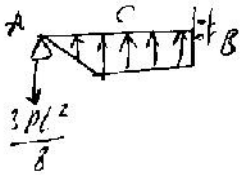


۱) $13PL^3/96EI$

۲) $11PL^3/48EI$

۳) $PL^3/16EI$

۴) هیچکدام



$$\delta_B = M_B = \frac{\frac{3PL^2}{8}\times L - \frac{\frac{PL}{2}\times\frac{L}{2}}{2}\times\left(\frac{L}{2}+\frac{L}{6}\right) - \frac{PL}{2}\times\frac{L}{2}\times\frac{L}{4}}{EI} = \frac{11PL^3}{48EI}$$

۱۰-بتی - ماکسول

بتی ماکسول : دربازه‌ای که { تغییرات دما دارند / نشست تکیه‌گاه دارند / اعضا رفتار غیرالاستیک دارند } صادق نیست

سراسری ۸۵

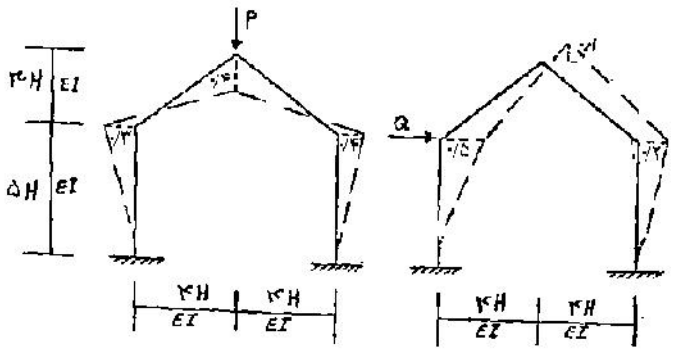
چه رابطه‌ای بین P و Q در قاب دروازه‌ای زیر برقرار است؟

۱) $P = Q$

۲) $P = 2Q$

۳) $P = -2Q$

۴) $P = 2Q$



$P \times 0.1 = Q \times 0.3 \rightarrow P = 3Q$

سراسری ۸۴

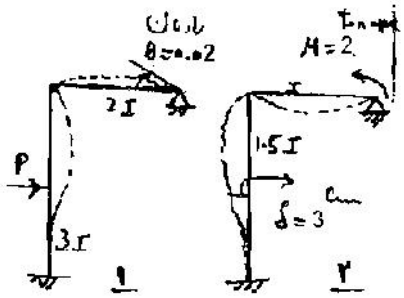
۷۴- با توجه به اشکال ۱ و ۲ مقدار P چقدر است؟

۱) $P = -1$ ton

۲) $P = \frac{2}{3}$ ton

۳) $P = \frac{4}{3}$ ton

۴) $P = \frac{8}{3}$ ton



$P \times 0.03 = 2 \times 0.04 \rightarrow P = \frac{8}{3}$ ton

سراسری ۸۱

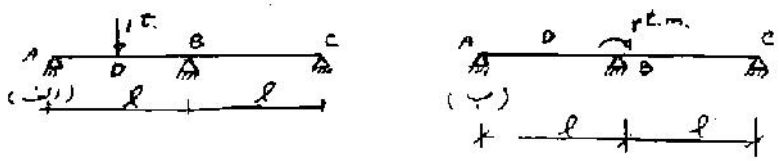
۵۰- تیر ABC تحت بارگذاری (الف) و (ب) قرار گرفته است. اگر تحت اثر بارگذاری (الف) $\theta_B = 0.01$ R باشد، تغییر مکان **نقطهٔ** D تحت بارگذاری (ب) چقدر است؟

۱) ۰/۱ cm

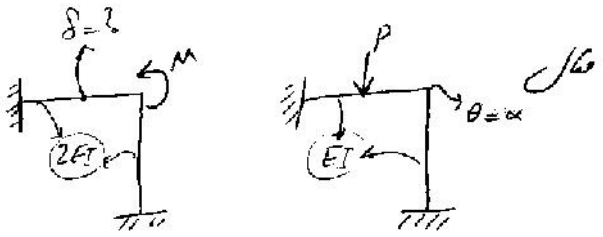
۲) ۰/۲۱ cm

۳) ۱ cm

۴) ۲ cm



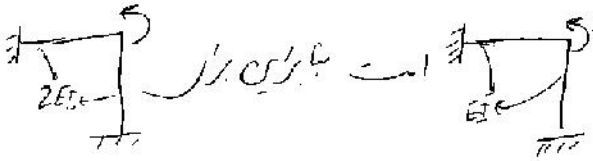
$1 \times \Delta_D = 2 \times 0.01 \rightarrow \Delta_D = 0.02\ m = 2\ cm$



مثال

اگر دوباره EI ها را متفاوت در نظر بگیریم ابتدا فرض می‌کنیم EI فرضی است و سپس آن را حل می‌کنیم

$$P \times \delta = M \times \alpha \rightarrow \delta = \frac{M\alpha}{P}$$



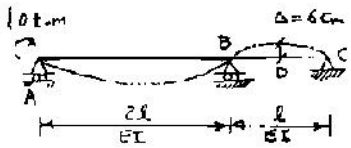
این تغییر مکان مربوط به سازه است بنابراین برابر

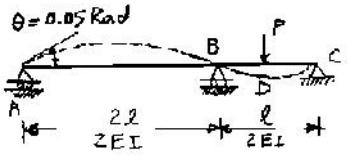
مقدار δ نصف می‌شود

$$\delta = \frac{M\alpha}{2P}$$

سراسری ۸۲

۴۶- با توجه به اشکال زیر مقدار P را به دست آورید. تغییر شکل تیر در اثر اعمال بار در شکل نشان داده شده است سختی هر تیر در کنار آن نوشته شده است؟





۱) $\frac{1}{6}$ ton

۲) $\frac{25}{3}$ ton

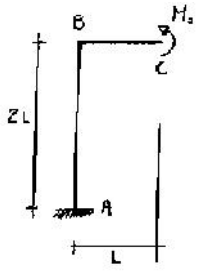
۳) $\frac{1}{12}$ ton

۴) $\frac{50}{3}$ ton

$$10 \times 0.1 = P \times 0.06 \rightarrow P = \frac{50}{3}\ ton$$

سراسری ۸۳

۷۰. اگر جابجایی افقی نقطه B تحت اثر ممان متمرکز M_0 در انتهای آزاد C مطابق شکل روبرو برابر Δ باشد، آنگاه جابجایی قائم انتهای آزاد C تحت اثر بار افقی $\frac{M_0}{2L}$ در نقطه B چقدر خواهد بود؟



۱) Δ

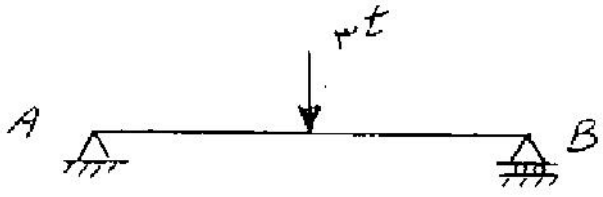
۲) 2Δ

۳) $\frac{\Delta}{2}$

۴) 4Δ

سراسری ۸۸

۸۲- تیر AB به طول 4m و صلبیت خمشی $EI = 10^4\ t.m^2$ مفروض است. مساحت زیر منحنی تغییر شکل بر حسب cm^2 چقدر است؟ (منظور منحنی تغییر شکل ناشی از خمش می‌باشد)

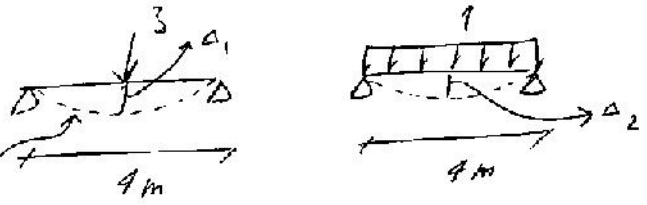


۱) ۲۰

۲) ۱۰

۳) ۱۵

۴) ۵

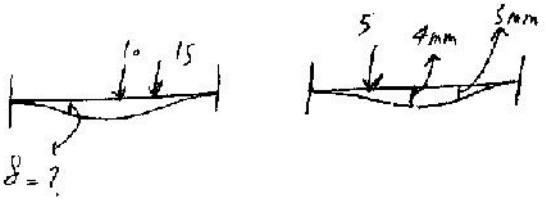


1× ساحت زیر منحنی = 3 × Δ2 → ساحت زیر منحنی = $3\times\frac{5}{384}\frac{1\times4^4}{EI}$

$=\frac{15\times4^4}{384\times10^4}=$

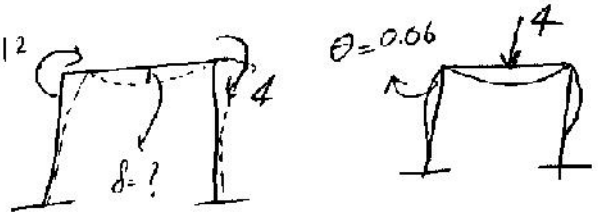
$=0.001\ m^2=10\ cm^2$

مثال



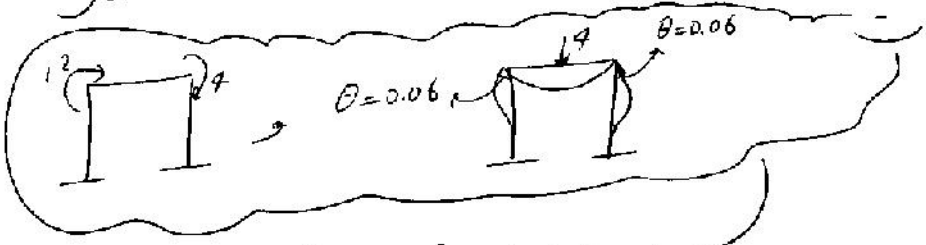
$10\times4+15\times3=5\times\delta\rightarrow\delta=\frac{85}{5}=17mm$

مثال:



نکته: برروی سکل تغییر شکل کلی را ناقص می رسند! برای مثال اگر سکل فوق

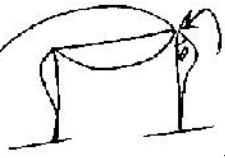
به صورت



می بود

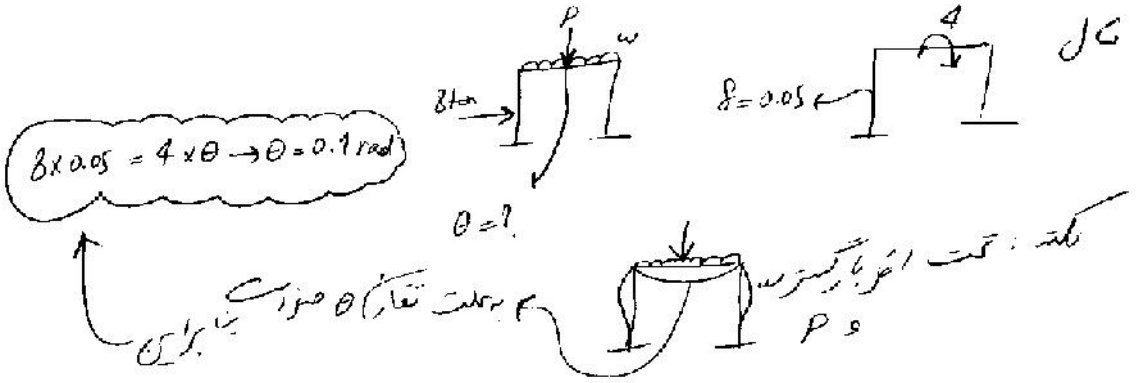
$12\times0.06+4(-0.06)=4\times\delta\rightarrow\delta=0.12m$

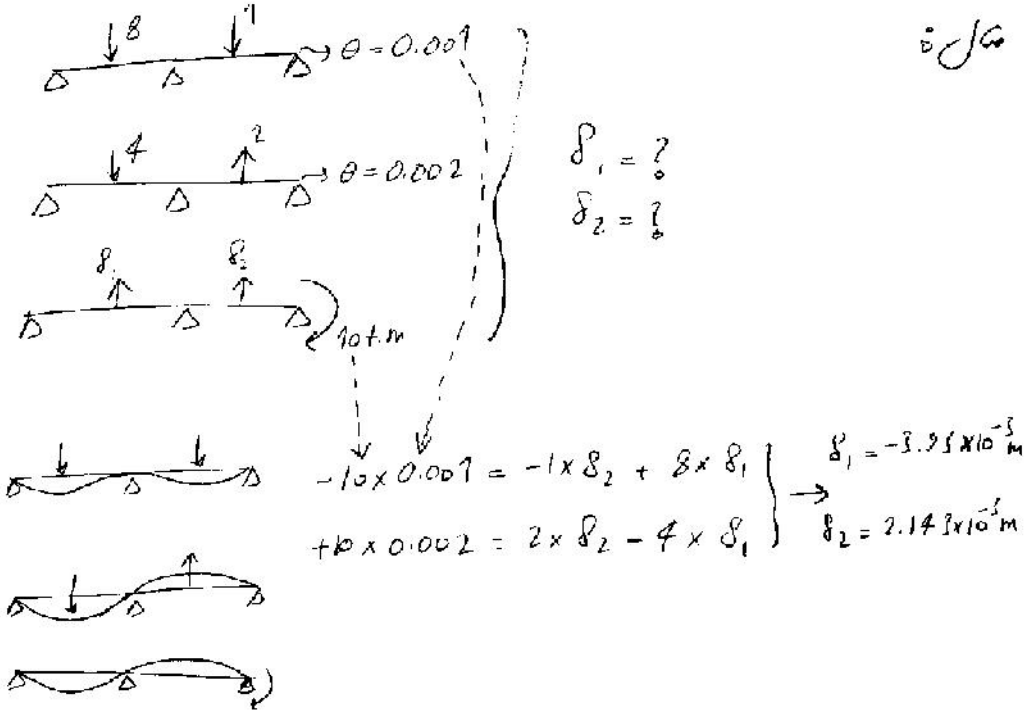
ولی با توجه به تقارن لازم نیست



کل را رسم کنیم همین راه حل خودمان

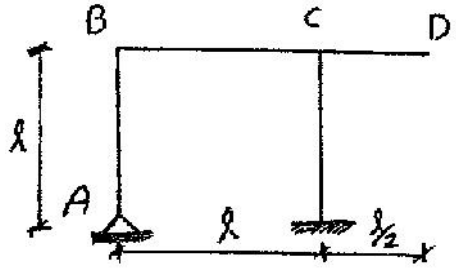
می رابیم که $\theta_L=\theta_R=0.06$ است





آزاد ۸۹

۷۵- در اثر اعمال لنگر $M = Pl$ به گرهٔ C، این نقطه به مقدار Δ تغییرمکان می‌دهد. جابجایی قائم D در اثر اعمال نیروی افقی 2P به گرهٔ B کدام است؟ (EI ثابت است)



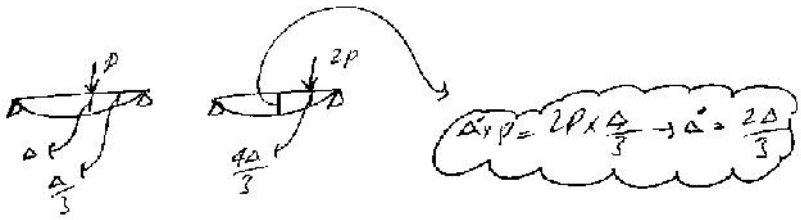
۱) 2Δ ۲) Δ

۳) $\frac{\Delta}{2}$ ۴) $\frac{3}{2}\Delta$

آزاد ۸۸

۶۰- در تیر زیر تغییر مکان نقاط ۱ و ۲ تحت اثر بار قائم P در نقطه ۱ به ترتیب برابر Δ و $\frac{\Delta}{3}$ می باشد و تغییر مکان نقطه ۲ تحت اثر بار قائم 2P در نقطه ۲ برابر $\frac{4}{3}\Delta$ می باشد. اگر بارهای قائم P و 2P بطور همزمان در نقاط ۱ و ۲ وارد شوند انرژی کرنشی تیر چقدر می شود؟

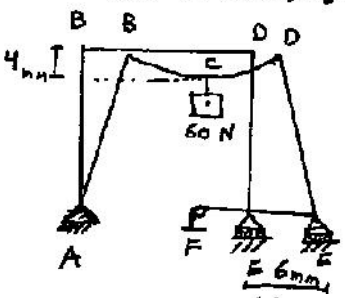
۱) $\frac{7}{3}P\Delta$ ۲) $\frac{5}{3}P\Delta$ ۳) $\frac{11}{6}P\Delta$ ۴) $\frac{5}{2}P\Delta$



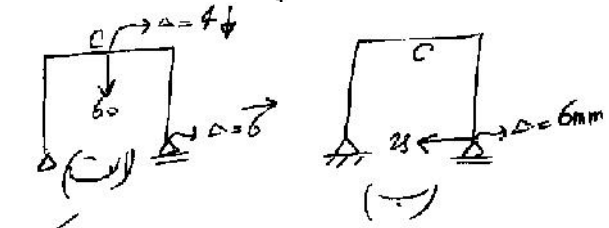
$$U = \frac{P\left(\Delta + \frac{2\Delta}{3}\right) + 2P \times \left(\frac{\Delta}{3} + \frac{4\Delta}{3}\right)}{2} = \frac{5P\Delta}{2}$$

آزاد ۸۵

۷۸- تغییر شکل قابی تحت اثر بار ۶۰ نیوتن مطابق شکل زیر است. برای اینکه جابجایی تکیه گاه E در جهت افقی صفر شود باید بار ۲۵ نیوتن در آویز F قرار دهیم. تغییر مکان قائم C تحت اثر مشترک بارهای ۲۵ و ۶۰ نیوتنی چقدر است؟



۱) 1/5 mm
۲) 2 mm
۳) 2/5 mm
۴) 0

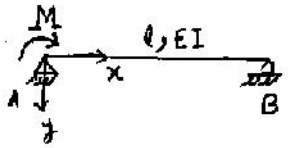


بتی مکسول $\rightarrow (\Delta_{C\downarrow}^{ب}) \times 60 = -25 \times 6 \rightarrow \Delta_C = -2.5m$

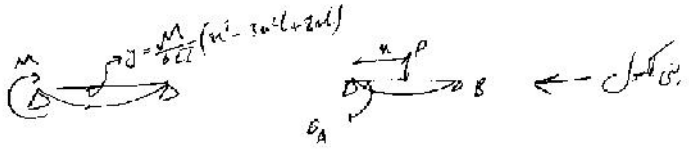
$$\Delta_C = 4 - 2.5 = 1.5_{mm}$$

آزاد ۸۳

۲۹- دو تیر زیر متحنی تغییر شکل تحت اثر لنگر M در تکیه گاه A بصورت $y(x) = \frac{M}{6EIl}(x^3 - 3x^2l + 2xl^2)$ ی باشد. بار قائم P را در چه فاصله‌ای از تکیه گاه B اعمال کنیم تا شیب تکیه گاه A ماکزیمم شود؟



۱) $\frac{l}{2}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}l$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{4}l$
۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}l$



بتی مکسول ←

$$M \times \theta_A = P \times y \rightarrow \theta_A = \frac{Py}{M} \rightarrow \theta_A = \frac{P}{6EI}(x^3 - 3x^2l + 2xl^2) \longrightarrow \theta'_A = 0 \rightarrow 3x^2 - 6xl + 2l^2 = 0$$

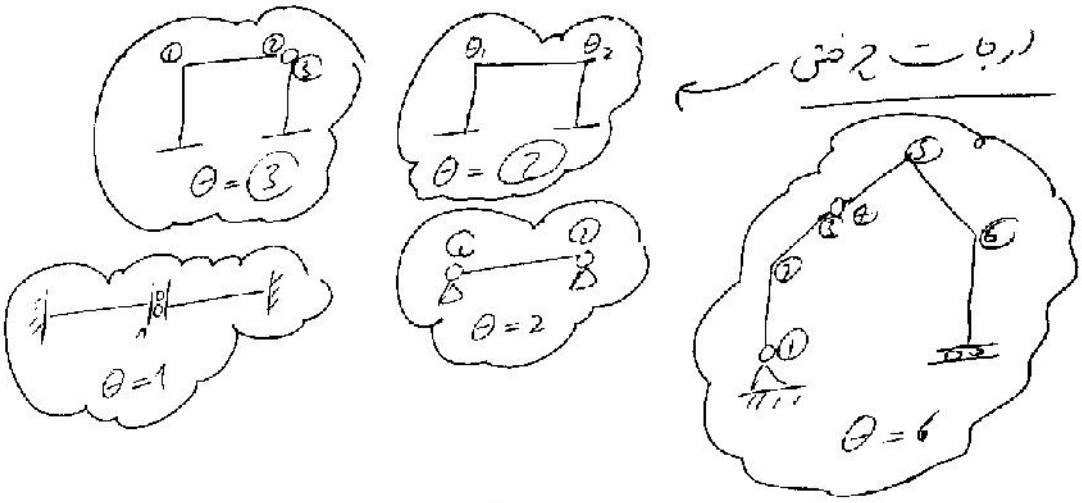
$$\rightarrow x = \left(\frac{6 \pm \sqrt{36 - 4 \times 3 \times 2}}{2 \times 3}\right) l \rightarrow x = \begin{cases} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right)l \rightarrow \text{غیر قابل قبول} \\ \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{3}\right)l \checkmark \end{cases} \longrightarrow \text{فاصله از } B = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۱۱-شیب افت

شیب افت :

درجات آزادی انتقالی و چرخشی :

درجات چرخش ←



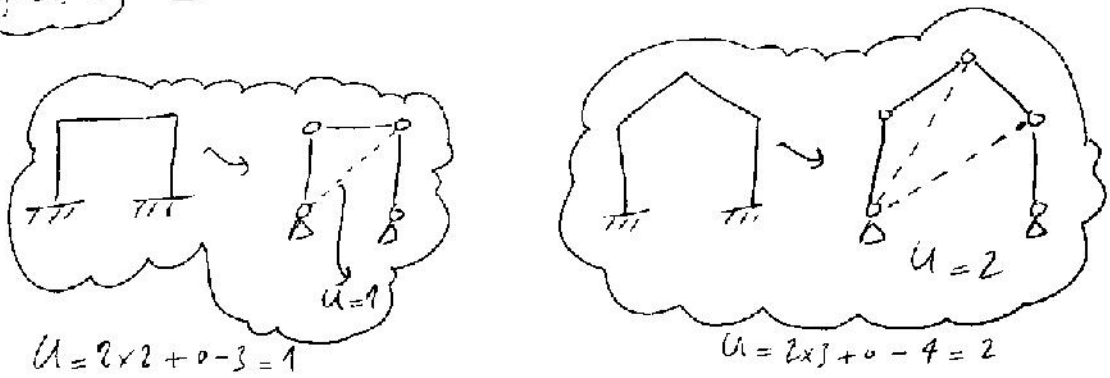
درجات انتقالی

روش اول ← گیردگرها را مفصلی می کنیم ، تعداد قیدهای لازم برای پایداری = درجات آزادی انتقالی

روش دوم ←

$U = 2M + N - P$

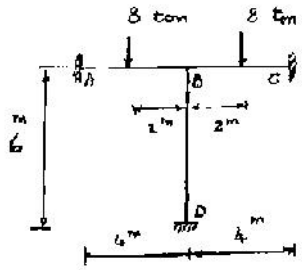
- تعداد اعضایی که از تغییرشان صرف نظر شده است
- تعداد تغییرشکل ناپذیری که نگه داشتیم
- تعداد گره های غیرتکیه گاهی



$U = 2\times2 + 0 - 3 = 1$

$U = 2\times3 + 0 - 4 = 2$

سراسری ۸۱



M_A را بر حسب tm حساب کنید؟

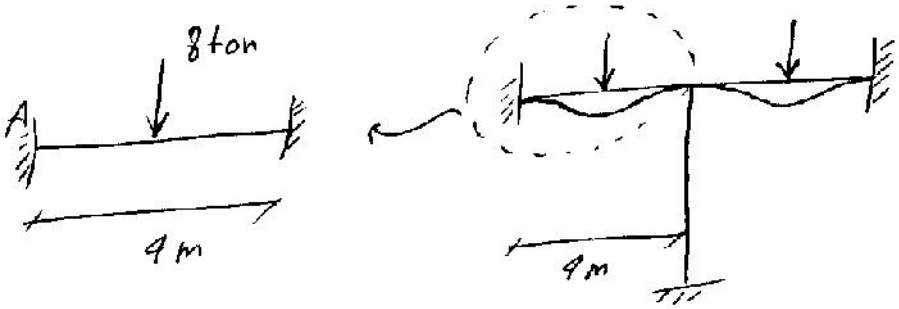
۱) ۲-

۲) ۴-

۳) ۸-

۴) ۱۶-

باتوجه به تقارن $\theta_B = 0$ است در این حالت می‌توان از تیر زیر استفاده کرد

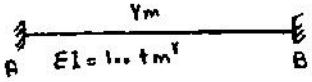


$$M_A = \frac{PL}{8} = \frac{8\times4}{8}$$

$$\rightarrow M_A = 4$$

آزاد ۸۴

۳۶- لنگر گیرداری ناشی از نشست تکیه گاه B به اندازه ۵ سانتی متر در تکیه گاه A چقدر است؟

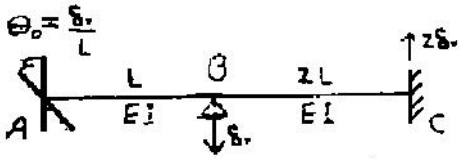


۱) ۷/۵ تن متر ۲) ۳/۷۵ تن متر ۳) ۱/۲۵ تن متر ۴) ۱۵ تن متر

$$M_A = \frac{6\,EI\,\delta}{L^2} = \frac{6\times100\times0.05}{2^2} = 7.5\,t.m.$$

آزاد ۸۷

دوران گره B در اثر نشست های تکیه گاهی نشان داده شده کدام است؟



۱) $\frac{8}{25}\frac{\delta_0}{L}$ ۲) $\frac{7}{8}\frac{\delta_0}{L}$ ۳) $\frac{7}{12}\frac{\delta_0}{L}$ ۴) $\frac{25}{12}\frac{\delta_0}{L}$

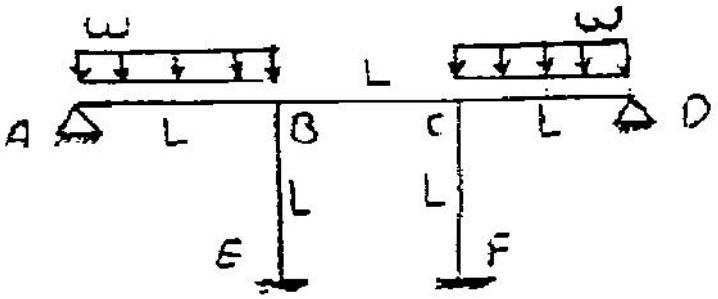
$$\begin{cases} M_{BC} = \dfrac{4EI\,\theta_B}{(2L)} + \dfrac{2EI(\theta_C)}{(2L)} - \dfrac{6EI(-3\delta_0)}{(2L)^2} \\ M_{BA} = \dfrac{4EI\,\theta_B}{L} + \dfrac{2EI\left(-\frac{\delta_0}{L}\right)}{L} - \dfrac{6EI(\delta_0)}{L^2} \end{cases}$$

$$M_{BC} + M_{BA} = 0 \longrightarrow \left(2\theta + 4.5\frac{\delta_0}{L}\right) + 4\theta - \frac{2\delta_0}{L} - \frac{6\delta_0}{L} = 0$$

$$\longrightarrow \theta = \frac{3.5\,\delta_0}{6\times L} = \frac{7\delta_0}{12L}$$

آزاد ۸۷

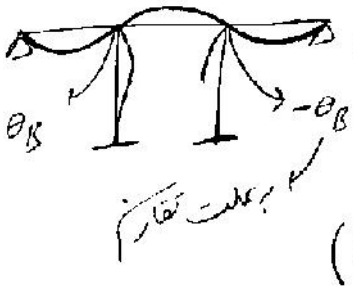
M_{BE} کدام است؟



۱) $\frac{\omega L^2}{8}$ ۲) $\frac{\omega L^2}{28}$

۳) $\frac{5\omega L^2}{72}$ ۴) $\frac{\omega L^2}{18}$

برای بدست آوردن M_{BE} باید θ_B را داشته باشیم



جهت فرضی

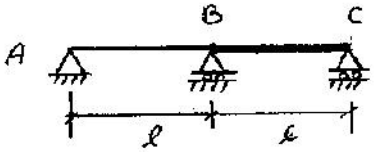
$$M_{BA} + M_{BE} + M_{BC} = 0$$

$$\left(\frac{3EI\theta}{L} + 1.5\times\frac{\omega L^2}{12}\right) + \left(\frac{4EI\theta}{L}\right) + \left(\frac{4EI\theta}{L} - \frac{2EI\theta}{L}\right) = 0$$

$$\longrightarrow \theta(3+4+2) = \frac{-\omega L^3}{8EI} \rightarrow \theta = \frac{-\omega L^3}{72EI} \rightarrow M_{BE} = \frac{4EI\theta}{L} = \frac{\omega L^2}{18}$$

سراسری ۸۷

۷۱- تیر دو دهانه ABC مفروض است. دهانهٔ AB با صلبیت خمشی EI و دهانهٔ BC با صلبیت خمشی بینهایت است. اگر تکیه‌گاه C به اندازهٔ δ به سمت بالا حرکت کند. لنگر خمشی تکیه‌گاه B را محاسبه کنید.

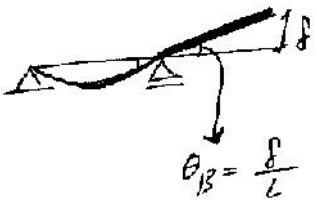


۱) $\frac{EI\delta}{\ell^2}$

۲) $\frac{2EI\delta}{\ell^2}$

۳) $\frac{3EI\delta}{\ell^2}$

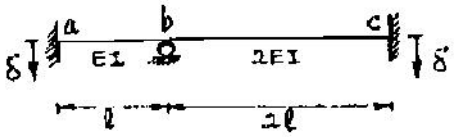
۴) $\frac{6EI\delta}{\ell^2}$



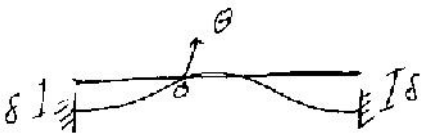
$$M_{BA} = \frac{3EI\theta_B}{L} = \frac{3EI}{L}\left(\frac{\delta}{L}\right)$$

سراسری ۸۳

۶. در تیر شکل مقابل تحت نشست‌های تکیه‌گاهی نشان داده شده M_{ab} کدام است ؟



۱) $3\frac{EI\delta}{\ell^2}$ ۲) $6\frac{EI\delta}{\ell^2}$ ۳) $3/75\frac{EI\delta}{\ell^2}$ ۴) $5/25\frac{EI\delta}{\ell^2}$



$$M_{ba}+M_{bc}=0$$

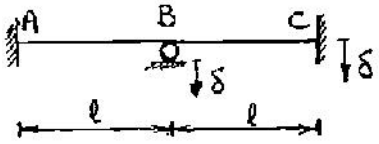
$$\left(\frac{4EI\theta}{l}-\frac{6EI(-\delta)}{l^2}\right)+\left(\frac{4(2EI)\theta}{2l}-\frac{6(2EI)\delta}{(2l)^2}\right)=0$$

$$\rightarrow \frac{\theta EI}{l}(4+4)=\frac{-6EI\delta}{l^2}+\frac{3EI\delta}{l^2}\rightarrow \boxed{\theta=\frac{-3\delta}{8l}}$$

$$\rightarrow M_{ab}=\frac{2EI\theta}{l}-\frac{6EI(-\delta)}{l^2}=EI\left(\frac{-6}{8}\frac{\delta}{l^2}+\frac{6\delta}{l^2}\right)=5.25\frac{EI\delta}{l^2}$$

سراسری ۸۱

دو تیر ممتد شکل مقابل با صلبیت خمشی ثابت EI، تحت نشست‌های تکیه‌گاهی نشان داده شده، M_{AB} کدام است؟

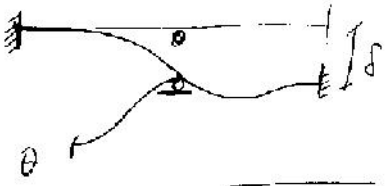


۱) $\frac{3EI\delta}{l^2}$

۲) $\frac{6EI\delta}{l^2}$

۳) $\frac{7/5EI\delta}{l^2}$

۴) $\frac{4/5EI\delta}{l^2}$



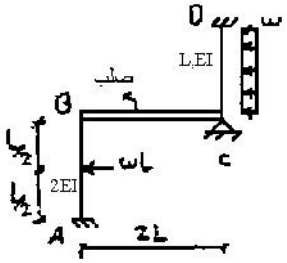
$$M_{BA}+M_{BC}\rightarrow$$

$$\left(\frac{4EI\theta}{l}-\frac{6EI\delta}{l^2}\right)+\left(\frac{4EI\theta}{l}\right)=0$$

$$\rightarrow \boxed{\theta=\frac{3}{4}\frac{\delta}{l}}\rightarrow M_{AB}=\left(\frac{2EI\theta}{l}-\frac{6EI\delta}{l^2}\right)=-4.5\frac{EI\delta}{l^2}$$

آزاد ۸۷

۶۶- لنگر تکیه‌گاه گیردار A و D کدام است؟

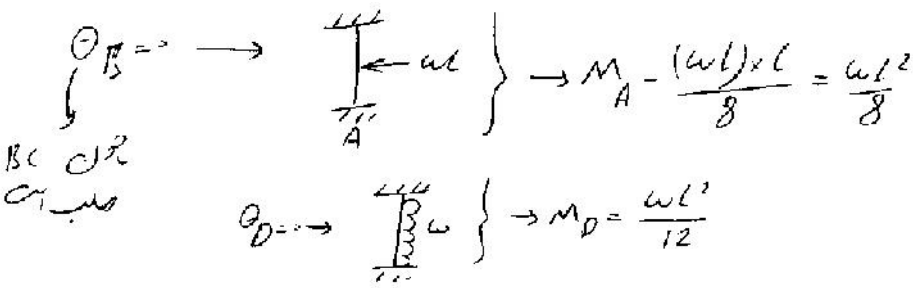


۱) $M_A=M_D=\frac{\omega L^2}{8}$

۲) $M_A=\frac{\omega L^2}{8}$ ، $M_D=\frac{\omega L^2}{12}$

۳) $M_A=\frac{3\omega L^2}{8}$ ، $M_D=\frac{3\omega L^2}{16}$

۴) $M_A=M_D=\frac{\omega L^2}{12}$



$$\theta_B=0\rightarrow \left.\begin{array}{l}\omega l\\ A\end{array}\right\}\rightarrow M_A=\frac{(\omega l)\times l}{8}=\frac{\omega l^2}{8}$$

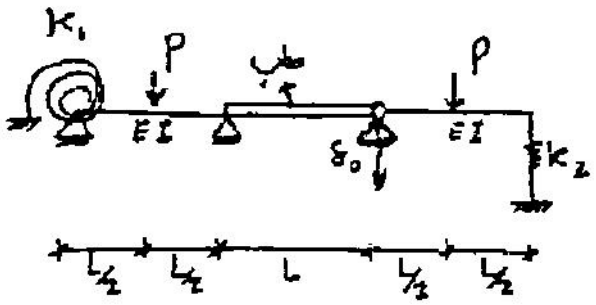
BC حول صلب است

$$\theta_D=0\rightarrow \left.\begin{array}{l}\omega\\ D\end{array}\right\}\rightarrow M_D=\frac{\omega l^2}{12}$$

آزاد ۸۷

۷۴- لنگر فنر تحت بارگذاری نشان داده شده و نشست تکیه گاهی به مقدار δ_0 کدام است؟

$$\left(K_1=\frac{4EI}{L}\ ,\ K_2=\frac{EI}{L^3}\right)$$

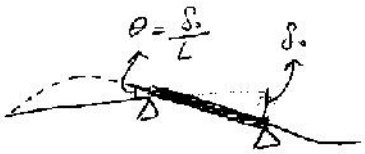


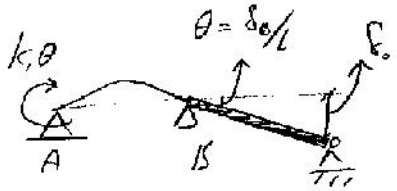
۱) $\frac{EI\delta_0}{L^2}-\frac{PL}{16}$

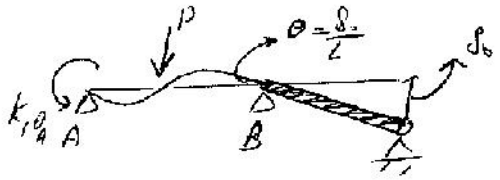
۲) $\frac{2EI\delta_0}{L^2}+\frac{PL}{8}$

۳) $\frac{PL}{16}-\frac{EI\delta_0}{2L^2}$

۴) $\frac{4EI\delta_0}{L^2}+\frac{3PL}{8}$







$$A\ \text{گره}\ \ M_{AB}=M^{F}_{0}\Rightarrow M_{AB}=-k_1\theta_A$$

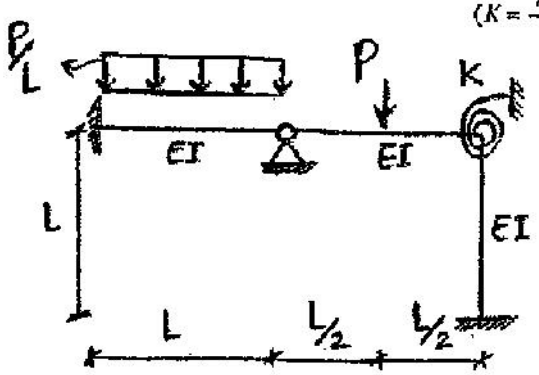
$$\left(\frac{4EI\theta_A}{L}-\frac{PL}{8}+\frac{2EI\theta_B}{L}\right)=\frac{-4EI}{L}\theta_A$$

$$\rightarrow \frac{4EI\theta_A}{L}-\frac{PL}{8}+\frac{2EI\delta_0}{L^2}=-\frac{4EI\theta_A}{L}\rightarrow \theta_A\left(\frac{8EI}{L}\right)=\frac{PL}{8}-\frac{2EI\delta_0}{L^2}$$

$$\rightarrow \theta_A=\frac{PL^2}{64EI}-\frac{\delta_0}{4L}\rightarrow M_B=-k_1\theta=-\frac{PL}{16}+\frac{EI\delta_0}{L^2}$$

آزاد ۸۹

۷۶- در سازه نشان داده شده لنگر فنر کدام است؟ $\left(K=\frac{7EI}{L}\right)$



۱) $\frac{PL}{16}$

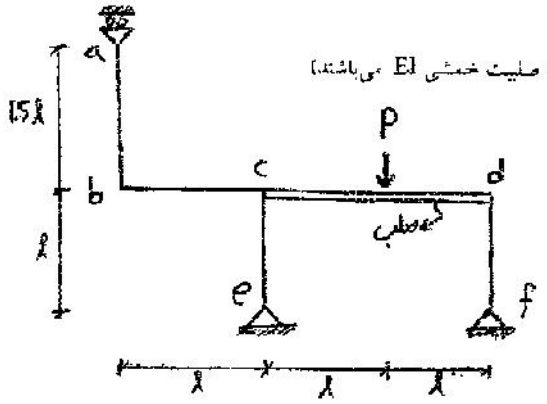
۲) $\frac{PL}{8}$

۳) $\frac{PL}{24}$

۴) صفر

آزاد ۸۹

۷۷- دوران گرهٔ b کدام است؟ (میلهٔ cd صلب و سایر اعضاء دارای صلبیت خمشی EI می‌باشند)



۱) $\frac{Pl^2}{3EI}$ ۲) $\frac{Pl^2}{EI}$

۳) صفر ۴) $\frac{Pl^2}{2EI}$

سراسری ۸۴

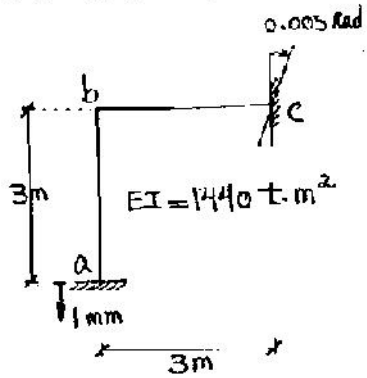
در قاب شکل مقابل تحت نشست در تکیه‌گاه a و دوران در تکیه‌گاه c، M_{cb} بر حسب kg.m چقدر است؟ (از تغییر شکل‌های محوری و برشی صرفنظر می‌گردد.)

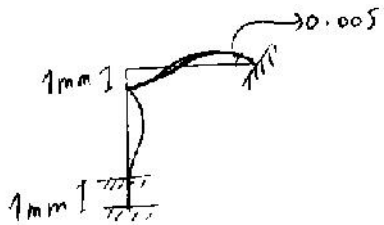
۱) ۸۱۴۰

۲) ۸۶۴۰

۳) ۹۱۲۰

۴) ۱۰۵۶۰





برای محاسبه M_{cb} نیازمند θ_b داریم بنابراین ابتدا θ_b را محاسبه می‌کنیم

$$M_{ba} + M_{bc} = 0$$

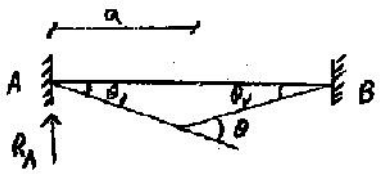
$$\left(\frac{4EI\theta_b}{3} + \frac{2\times 0.005\times EI}{3} - \frac{6EI(-0.001)}{3^2}\right) + \left(\frac{4EI\theta_b}{3}\right) = 0$$

$$\rightarrow \theta_b = \frac{-0.002 - 0.01}{8} \Rightarrow M_{cb} = \frac{4EI(0.005)}{3} + \frac{2EI(-0.0015)}{3} - \frac{6EI(0.001)}{3^2}$$

$$\rightarrow M_{cb} = 2.12\ t.m = 212\ kg.m$$

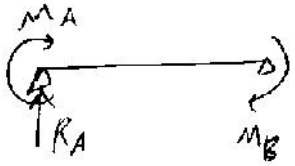
آزاد ۸۴

۷۰- عکس العمل تکیه گاه A ناشی از خطای ساخت نشان داده شده در شکل چقدر است؟



۱) $R_A = \left(1 - \frac{2a}{l}\right)\frac{2EI}{l^2}\theta$ ۲) $R_A = \left(1 - \frac{a}{l}\right)\frac{6EI\theta}{l^2}$

۳) $R_A = \left(1 - \frac{a}{l}\right)\frac{2EI\theta}{l^2}$ ۴) $R_A = \left(1 - \frac{2a}{l}\right)\frac{6EI\theta}{l^2}$



$$\begin{cases}\theta_1 = \frac{a\theta}{L} \\ \theta_2 = \frac{-(L-a)\theta}{L}\end{cases}$$

$$M_A = \frac{4EI a\theta}{L^2} + 2\left[\frac{-(L-a)\theta}{L}\right]\times\frac{EI}{L} \qquad M_B = \frac{4EI}{L}\left[\frac{-(L-a)\theta}{L}\right] + \frac{2EI}{L}\left(\frac{a\theta}{L}\right)$$

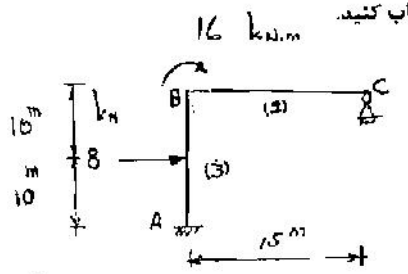
$$R_A \times L + M_A + M_B = 0 \longrightarrow R_A = \frac{-(M_A+M_B)}{L} = \frac{EI}{L^2}\theta\left[\frac{4a}{L} - \frac{2(L-a)}{L} - \frac{4(L-a)}{L} + \frac{2a}{L}\right]$$

$$= \frac{EI\theta}{L^2}\left[\frac{12a-6L}{L}\right] = \frac{6EI\theta}{L^2}\left[\frac{2a}{L} - 1\right]$$

سراسری ۸۵

اعداد نوشته شده داخل پرانتز مقادیر نسبی $\frac{I}{L}$ اعضا می‌باشد. M_A را حساب کنید.

۱) $-۴/۳۳$ kN.m
۲) $-۱۶/۳۳$ kN.m
۳) $-۲۱/۳۳$ kN.m
۴) $-۴۰/۳۳$ kN.m



گشتاور ثابت

برای M_A باید θ_B را داشته باشیم

$$M_{BC} + M_{BA} = 16$$

$$\left[3(2)(E)\theta_B\right] + \left[4(3)(E)\theta_B + \frac{8\times 20}{8}\right] = 16$$

$$\longrightarrow \theta_B = \frac{-2}{9E} \Longrightarrow M_A = \frac{2EI\theta_B}{20} - \frac{8\times 20}{8} = 2(3)E\theta_B - 20$$

$$\Rightarrow M_A = 6\times\left(\frac{-2}{9}\right) - 20 = 21.33$$

سراسری ۸۷

P را آنچنان انتخاب کنید که: $\theta_C = \frac{1}{EI}$ rad

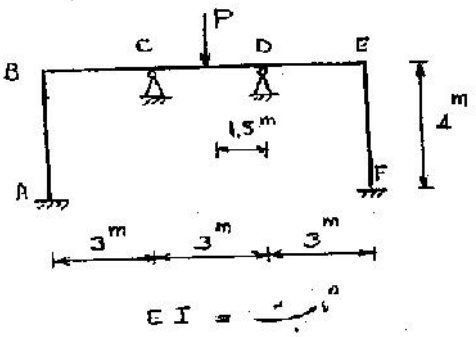
$M_{CD} = 0$

۱) $\frac{4}{3}$
۲) $\frac{16}{9}$
۳) $\frac{9}{16}$
۴) $\frac{3}{4}$

$$M_{CD} = \frac{4EI\theta_C}{L} + \frac{2EI\theta_D}{L} - \frac{PL}{8} \xrightarrow{\theta_D = -\theta_C \text{ (تقارن)}}$$

$$M_{CD} = \frac{2EI\theta_C}{3} - \frac{3P}{8}$$

$$\left.\begin{matrix} M_{CD}=0 \\ \theta_C = \frac{1}{EI}\end{matrix}\right\} \longrightarrow \frac{2}{3} - \frac{3P}{8} = 0 \longrightarrow P = \frac{16}{9}$$



EI = ثابت

آزاد ۸۸

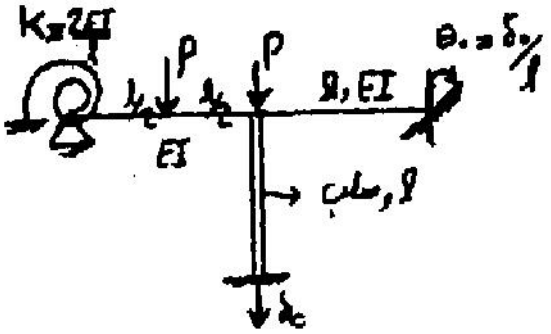
۷۵- در سازه نشان داده شده تنگر فنر کدام است؟
(δ_0 و θ_0 نشست های تکیه گاهی و k سختی فنر می باشد.)

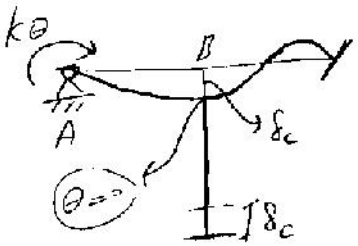
۱) $\frac{EI\,\delta_0}{l^2}+\frac{Pl}{8}$

۲) $\frac{2EI\,\delta_0}{l^2}+\frac{Pl}{16}$

۳) $\frac{EI\,\delta_0}{l^2}+\frac{3Pl}{16}$

۴) $\frac{2EI\,\delta_0}{l^2}+\frac{Pl}{24}$





A گره ↻ — تنگر خارجی ↑

$$M_{AB}=-k\theta$$

$$\left(\frac{4EI\,\theta_A}{l}-\frac{6EI\,\delta_c}{l^2}-\frac{Pl}{8}\right)=-\frac{2EI}{l}\theta_A$$

$$\rightarrow \theta_A=\frac{\delta_c}{l}+\frac{Pl^2}{48EI}$$

$$M_{فنر}=k\theta_A=\frac{2EI}{l}\theta_A=\frac{2EI\,\delta_c}{l^2}+\frac{Pl}{24}$$

سراسری ۸۶

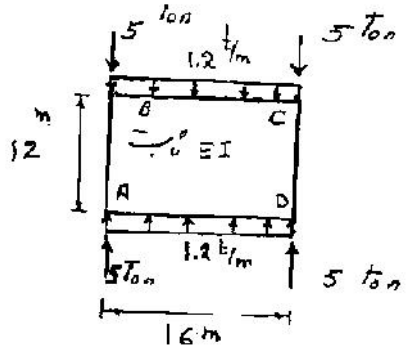
۶۱- در سازهٔ شکل زیر چرخش θ_B چقدر است؟

۱) $\frac{۲۵/۶}{EI}$

۲) $\frac{۶۱۴/۴}{EI}$

۳) $\frac{۴۳/۹}{EI}$

۴) $\frac{۸۷/۸}{EI}$



باتوجه به تقارن

$\theta_C=-\theta_B$

$\theta_A=-\theta_E$

B گره ↻

$$M_{BC}+M_{BA}=0$$

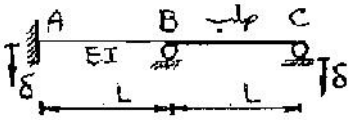
$$\left[\frac{4EI\,\theta_B}{16}+\frac{2EI(-\theta_C)}{16}-\frac{q\,l^2}{12}\right]+\left[\frac{4EI\,\theta_B}{12}+\frac{2EI(-\theta_B)}{12}\right]=0$$

(1.2 ، 16)

$$\rightarrow \theta_B=\frac{87.8}{EI}$$

سراسری ۸۴

۶۷- در تیر شکل مقابل تحت نشست‌های تکیه‌گاهی نشان داده شده، M_{AB} چقدر است؟

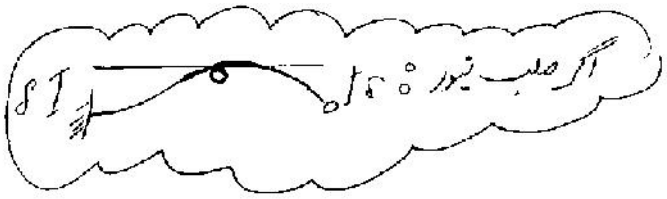


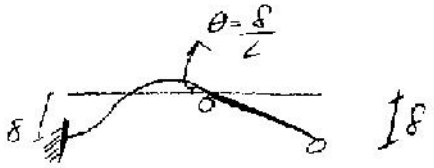
۱) $\frac{8EI\delta}{L^2}$

۲) $\frac{6EI\delta}{L^2}$

۳) $\frac{4EI\delta}{L^2}$

۴) $\frac{2EI\delta}{L^2}$

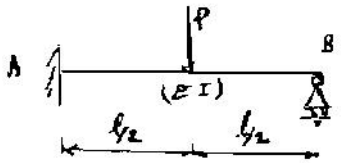




$$M_{AB} = \frac{2EI\left(\frac{\delta}{L}\right)}{L} - \frac{6EI(-\delta)}{L^2} = +\frac{8EI\delta}{L^2}$$

سراسری ۸۳

۷۴. تکیه‌گاه B به اندازه ۱cm نشست می‌کند، M_A را حساب کنید؟



۱) $M_A = -\frac{p\ell}{8} - \frac{3EI}{\ell^2}$

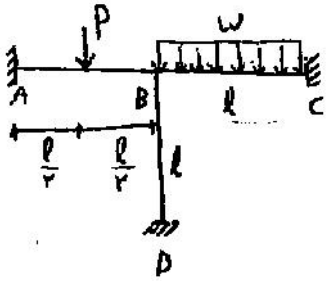
۲) $M_A = -\frac{3p\ell}{16} - \frac{6EI}{\ell^2}$

۳) $M_A = -\frac{3p\ell}{16} - \frac{3EI}{\ell^2}$

۴) $M_A = -\frac{p\ell}{8} - \frac{6EI}{\ell^2}$

آزاد ۸۳

۲۷- در سازه زیر بار P چقدر باشد تا ممان در تکیه گاه D برابر صفر شود؟

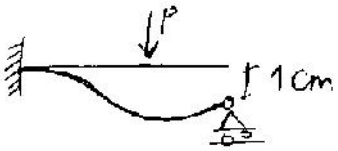


۱) $\frac{wl}{3}$

۲) wl

۳) $\frac{2}{3}wl$

۴) $\frac{4}{3}wl$

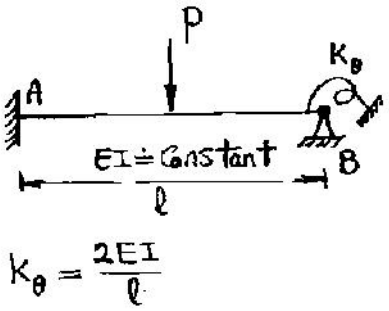


$$M_A = \frac{3EI\left(\frac{1}{L}\right)^{\theta_A}}{L} - 1.5\frac{PL}{8} - \frac{3EI(?)}{L^2}$$

$$= -\frac{3PL}{16} - \frac{3EI}{L^2}$$

سراسری ۸۲

-۵- در تیر شکل مقابل ممان در فنر پیچشی تکیه گاه B کدامست؟



۱) $\frac{Pl}{۱۲}$

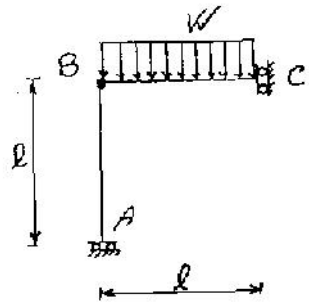
۲) $\frac{Pl}{۱۶}$

۳) $\frac{Pl}{۲۴}$

۴) $\frac{Pl}{۸}$

سراسری ۸۴

۶۴- در قاب شکل مقابل صلبیت خمشی اعضا EI می‌باشد. دوران سمت راست مفصل B (مربوط به تیر BC) مطابق با کدام پاسخ می‌باشد؟



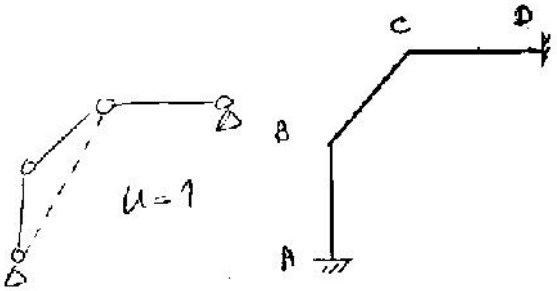
۱) $\frac{Wl^۳}{۳EI}$

۲) $\frac{Wl^۳}{۲EI}$

۳) $\frac{Wl^۳}{۴EI}$

۴) $\frac{Wl^۳}{۶EI}$

سراسری ۸۴



سازه شکل مقابل کلاً چند Δ مستقل دارد؟ (جابجایی هر گره: Δ)

۱) صفر

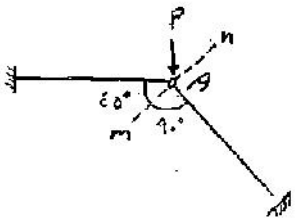
۲) یکی

۳) دو

۴) سه

سراسری ۸۵

۷۸- تغییر مکان نقطهٔ A در راستای BB چقدر است؟ (طول اعضا l و صلبیت خمشی آنها EI است.)



۱) صفر

۲) $\frac{Pl^۳}{۲EI}$

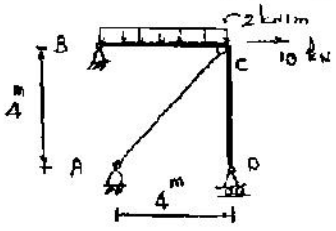
۳) $\frac{\sqrt{۲}Pl^۳}{۶EI}$

۴) $\frac{\sqrt{۲}Pl^۳}{۳EI}$

سراسری ۸۴

با صرف نظر کردن از اثر نیروی محوری در قطعه BCD، مقدار F_{AC} کدام است؟

$E =$ ثابت ، I (کلیه اعضاء) $= ۱۰۰\ cm^۴$ ، سطح مقطع میله $AC = ۲\ cm^۲$



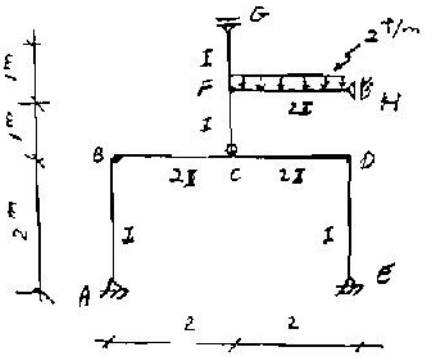
۱) صفر

۲) ۵ kN

۳) ۱۰ kN

۴) ۲۰ kN

سراسری ۸۱



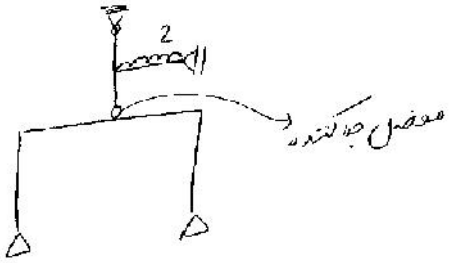
M_{BC} را بر حسب t.m حساب کنید(از تغییر طول اعضاء صرفنظر شود)؟

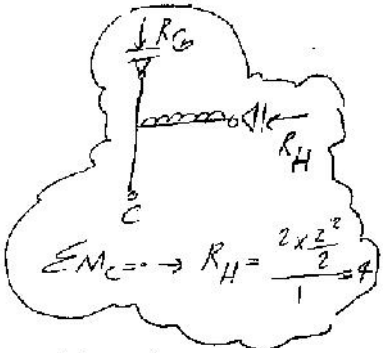
۱) صفر

۲) ۴

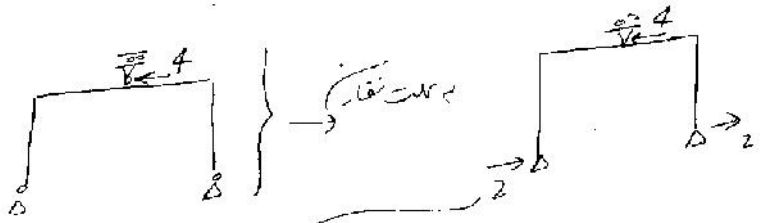
۳) ۶

۴) ۸



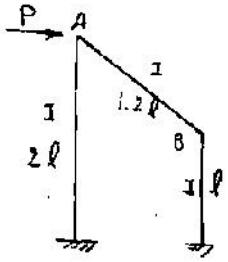


با صرف نظر از تغییر شکل محوری تغییر مکان قائم C صفر است:



$\rightarrow M_{BC} = M_{BA} = 2\times 2 = 4$

سراسری ۸۴



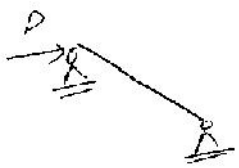
در قاب شکل مقابل، چنانچه θ_A و θ_B معلوم باشد، در مورد تعیین M_{AB} کدام درست است؟

۱) با نوشتن معادلهٔ شیب افت به دست می‌آید.

۲) بدون محاسبهٔ Δ (تغییر مکان جانبی) نمی‌توان M_{AB} را به دست آورد.

۳) با داشتن θ_A و θ_B برش پای ستون‌ها را باید حساب کرد و سپس لنگر M_{AB} را به دست آورد.

۴) ابتدا باید معادلات شیب افت را برای ستون‌ها نوشت سپس از معادلات تعادل M_{AB} را محاسبه نمود.



چون از تغییر شکل محوری صرف نظر می‌شود عضو AB تغییر مکان جانبی ندارد ($\psi = 0$)

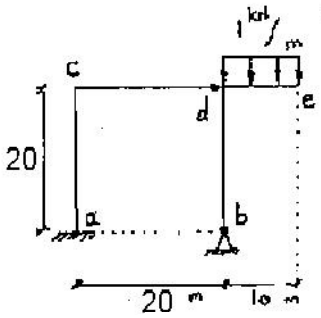
بنابراین

$$M_{AB} = \frac{4EI\theta_A}{1.2\ell} + \frac{2EI\theta_B}{1.2\ell}$$

با داشتن θ_A و θ_B $\rightarrow M_{AB}$ به دست می‌آید.

سراسری ۸۴

در سازهٔ شکل مقابل، عکس‌العمل افقی تکیه‌گاه a کدام است؟

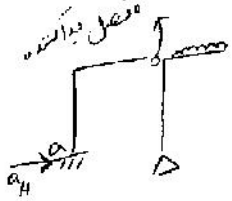


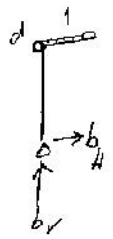
۱) ۷٫۵ kN

۲) ۵ kN

۳) ۲٫۵ kN

۴) ۰



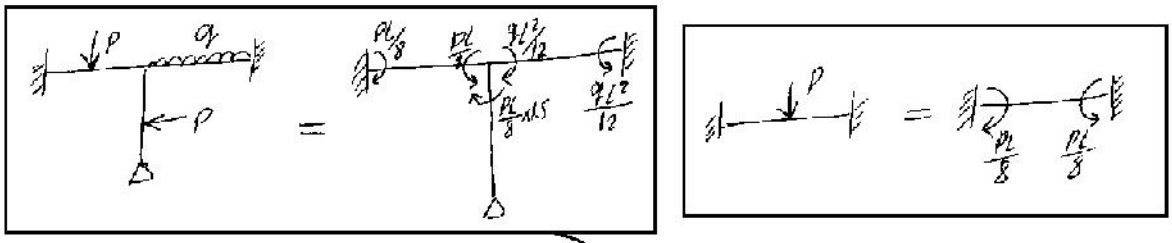


$\sum M_d = 0 \rightarrow b_H = \frac{1 \times 10^2/2}{20}$

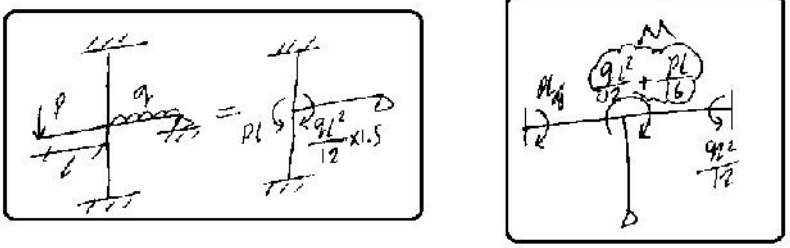
$\sum F_x = 0 \rightarrow a_H + b_H = 0 \rightarrow a_H = -2.5$

۱۲-پخش لنگر

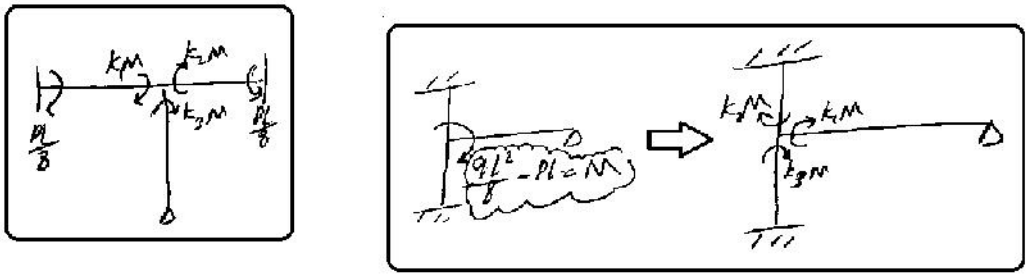
روش پخش لنگر ⊥ ابتدا لنگرهای ناشی از بارها را به گره‌های کناس منتقل می‌کنیم



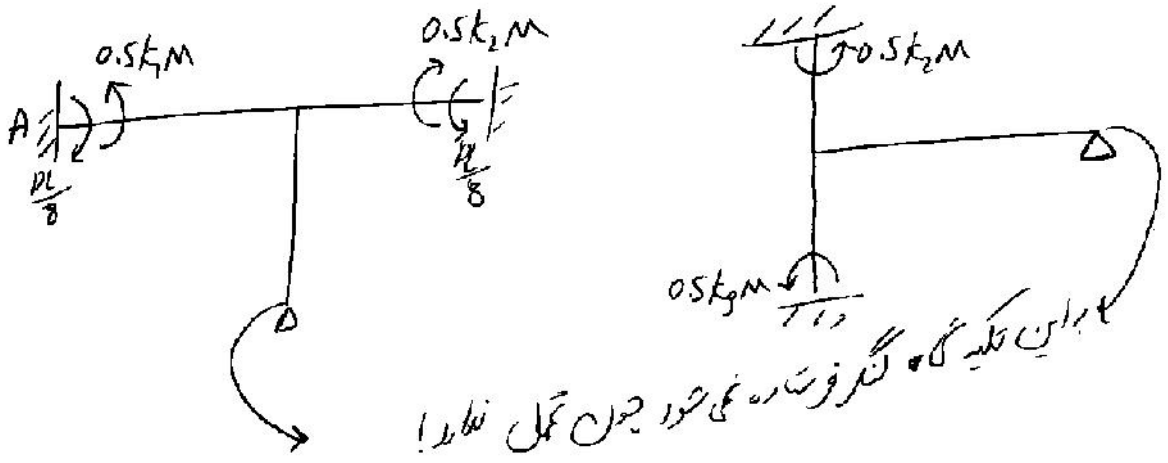
۲ برآیند لنگرها را می‌نویسیم:



۳ لنگر نامتعادل باید پس فرستاده شود چون گره لنگر نامتعادل را تحمل نمی‌کند



۴ لنگرهای تقسیم شده به سمت تکیه‌گاه‌ها مقابل فرستاده می‌شوند



برای این تکیه‌گاه لنگر فرستاده نمی‌شود چون تحمل ندارد!

سراسری ۸۷

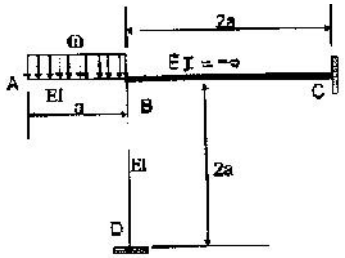
۷۳- در قاب مقابل لنگر انتهای B در ستون BD چقدر است؟

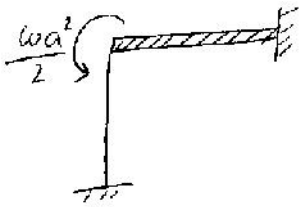
۱) صفر

۲) $ma^2/2$

۳) $2ma^2/3$

۴) $ma^2/4$





کل لنگر با $\frac{\omega a^2}{2}$ ساعتگرد است $\sum M_{BD} = 0$

سراسری ۸۶

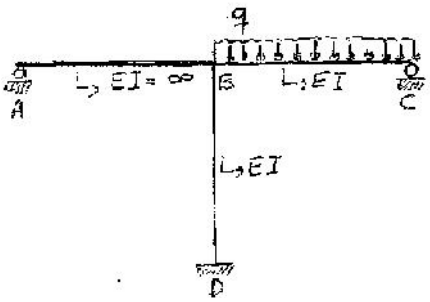
۷۰- در سازه نشان داده شده عکس‌العمل A کدام است؟

۱) $\frac{qL}{2}$

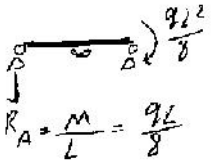
۲) $\frac{qL}{4}$

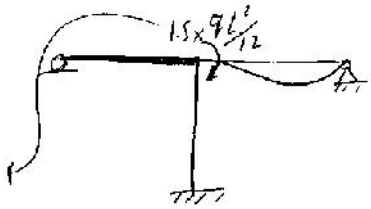
۳) $\frac{qL}{12}$

۴) $\frac{qL}{8}$



کل لنگر رسیده به نقطه B توسط میله عکس جهت ساعتگرد می‌شود





آزاد ۸۸

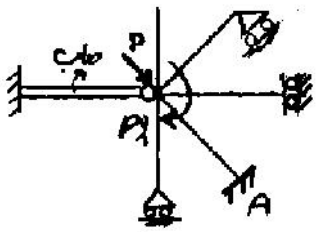
۷۰- لنگر تکیه گاه گیردار A کدام است؟ (EI ثابت و طول تمام اعضاء L می باشد.)

۱) $\frac{PL}{4}$

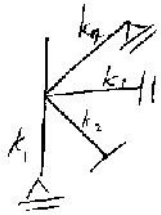
۲) $\frac{PL}{2}$

۳) $\frac{2}{11}PL$

۴) صفر



به علت وجود مفصل تیر سمت چپ نمی‌تواند لنگر را تحمل کند



$k_1 = 0$

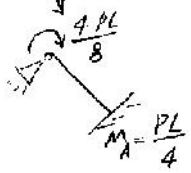
$k_2 = \frac{4EI}{L}$

$k_3 = \frac{EI}{L}$

$k_4 = \frac{3EI}{L}$

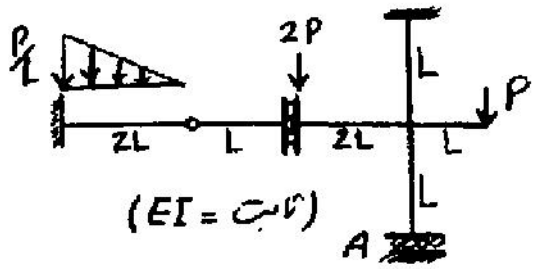
$\rightarrow$ تیر (2) $\rightarrow \frac{PL \times k_2}{\sum k} = \frac{4PL}{4+4+3}$

$= \frac{4}{8}PL$



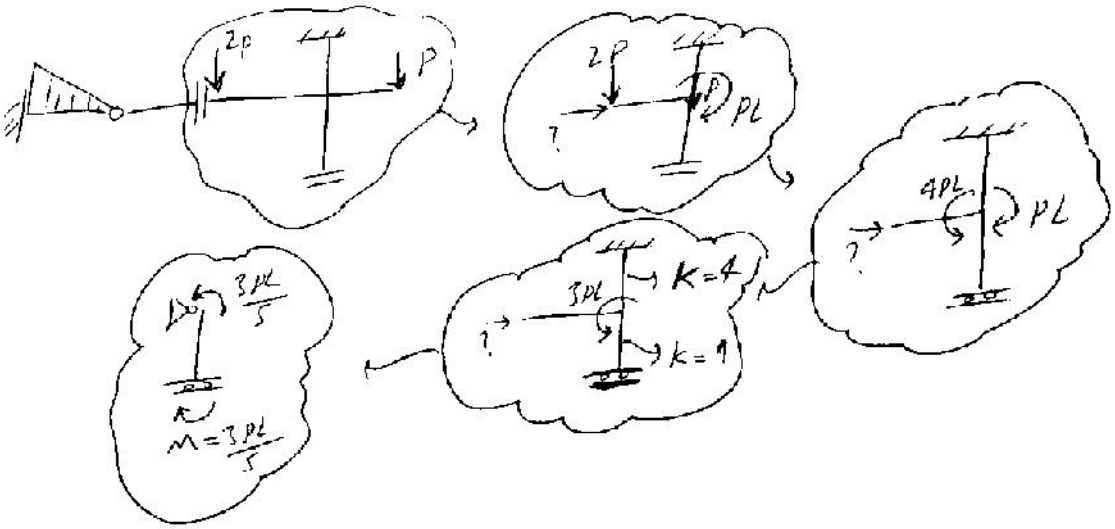
آزاد ۸۸

۸۰- لنگر تکیه گاه عکسی برشی A کدام است؟
(نیروی 2P در سمت راست مفصل برشی وارد شده است.)



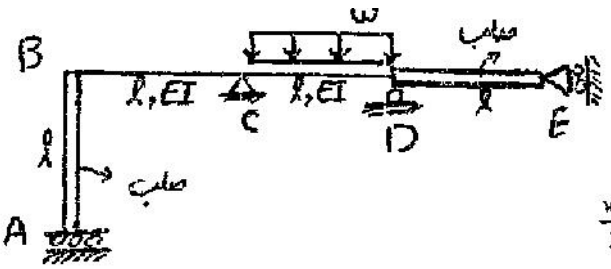
۱) $\frac{1}{2}PL$ ۲) $\frac{3}{5}PL$

۳) $\frac{6}{11}PL$ ۴) $\frac{2}{11}PL$



آزاد ۸۹

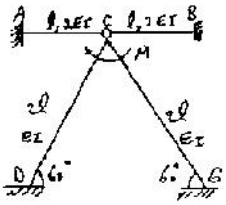
۷۸- لنگر B کدام است؟



۱) صفر ۲) $\frac{wl^2}{24}$ ۳) $\frac{wl^2}{32}$ ۴) $\frac{wl^2}{28}$

سراسری ۸۲

۵۲- در سازهٔ شکل زیر لنگر M_{DC} و M_{AC} چقدر خواهد شد؟



۱) $\frac{M}{4}$ و صفر
۲) $\frac{M}{3}$ و $\frac{M}{4}$
۳) $\frac{M}{2}$ و صفر
۴) $\frac{M}{2}$ و $\frac{M}{4}$

لنگر M تنها توسط اعضای DC و GC جذب می‌شود و چون سختی آنها برابر است

بین آنها تقسیم می‌شود

$$\begin{cases} M_{AC} = 0 \\ M_{DC} = \frac{1}{2}\left(\frac{M}{2}\right) = \frac{M}{4} \end{cases}$$

آزاد ۸۸

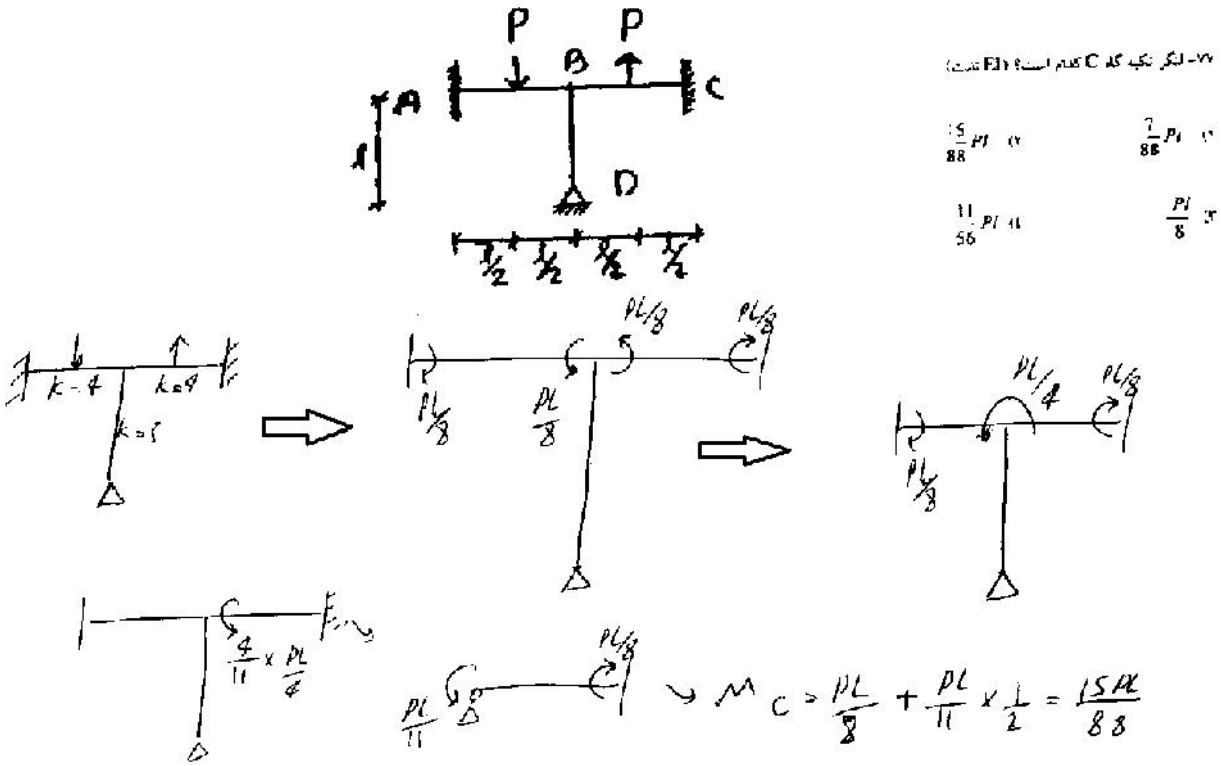
۷۷- لنگر تکیه گاه C کدام است؟ (EI ثابت)

۱) $\frac{7}{88}Pl$

۲) $\frac{5}{88}Pl$

۳) $\frac{Pl}{8}$

۴) $\frac{11}{56}Pl$



آزاد ۸۷

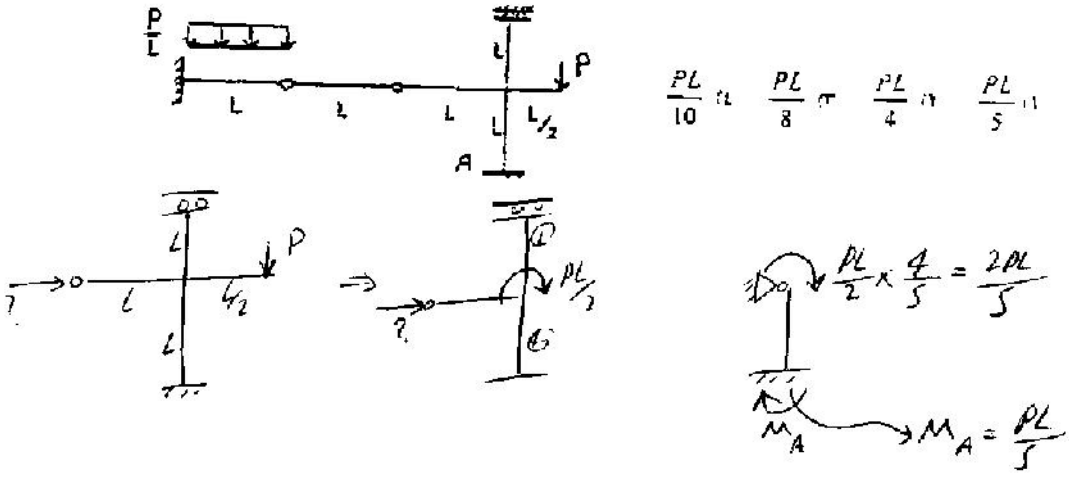
لنگر تکیه گاه گیردار A کدام است؟ (صلبیت خمشی اعضاء EI ثابت می باشد)

۱) $\frac{PL}{10}$

۲) $\frac{PL}{8}$

۳) $\frac{PL}{4}$

۴) $\frac{PL}{5}$



۱۳-تقارن

سراسری ۸۷

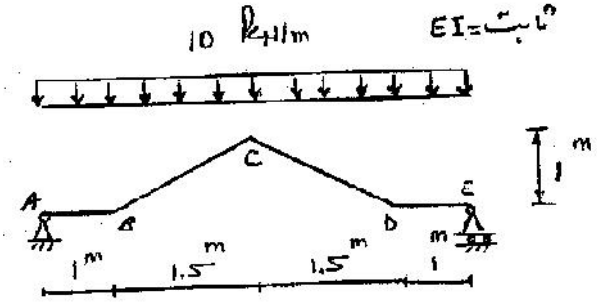
۷۳- شیب نقطه C را حساب کنید

۱) صفر

۲) $\frac{۲}{EI}$

۳) $\frac{۳}{EI}$

۴) $\frac{۸}{EI}$



به علت تقارن $\theta_C = ۰$ است

سراسری ۸۷

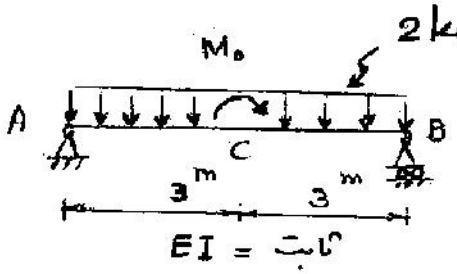
۷۷- $M_۰$ را آنچنان تعیین کنید که θ_C برابر ۰/۰۲ رادیان گردد.

۱) ۰/۰۱ EI

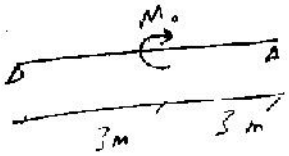
۲) ۰/۰۲ EI

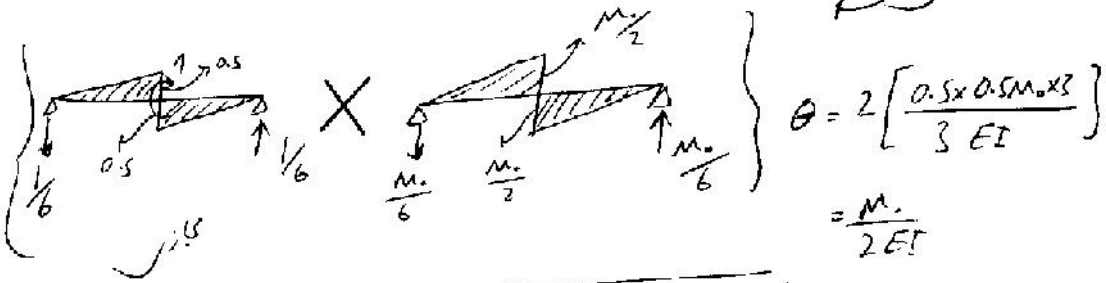
۳) ۰/۰۴ EI

۴) ۰/۰۸ EI



بارگسترده θ_C را تغییر نمی دهد بنابراین

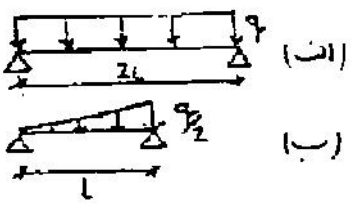




$\theta_C = 0.02 \rightarrow \frac{M_۰}{2EI} = 0.02 \rightarrow M_۰ = 0.04EI$

آزاد ۸۷

اگر تغییر مکان حداکثر سازه (الف) برابر Δ باشد تغییرمکان وسط سازه (ب) کدام است؟

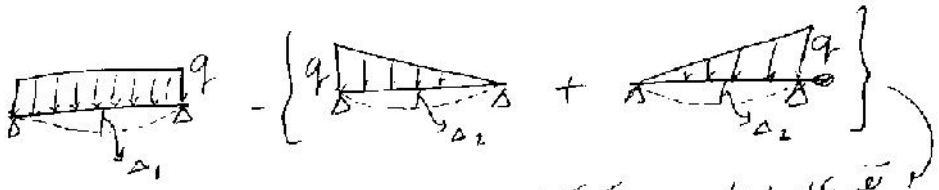


۱) $\frac{\Delta}{32}$

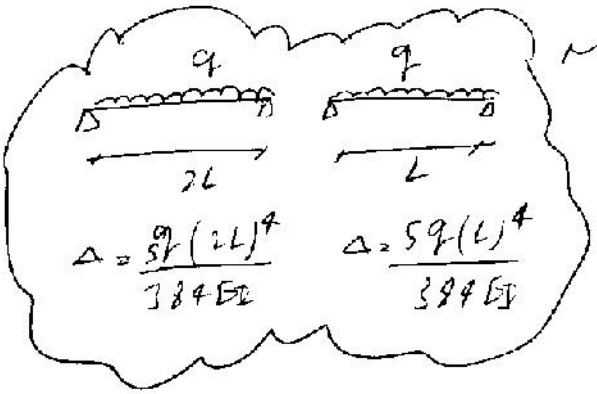
۲) $\frac{\Delta}{15}$

۳) $\frac{\Delta}{64}$

۴) $\frac{\Delta}{8}$



تغییر مکان وسط دهانه تیر یکسر گیردار تحت بار یکنواخت $\Delta_2 = \Delta_1$



از روش وتی طول تیر نصف می شود سه

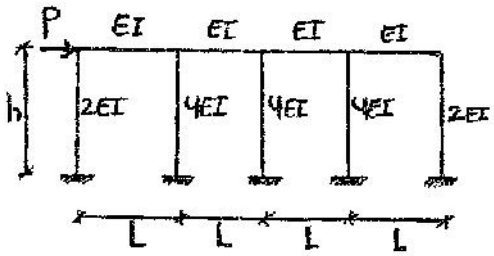
Δ می شود $\frac{\Delta}{16}$

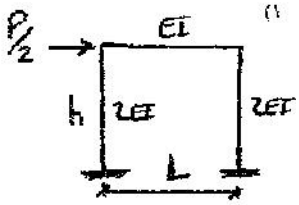
بنابراین

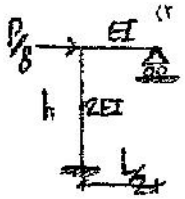
$\Delta_{ب} = \frac{\text{الف}\Delta/2}{16} = \frac{\Delta}{32}$

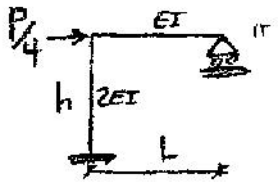
آزاد ۸۹

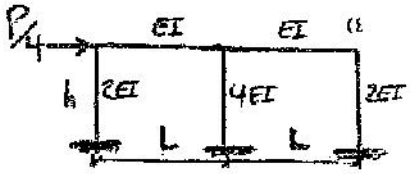
۷۹- برای تحلیل سازه مقابل کدامیک از قابهای زیر را می توان تحلیل نمود؟



۱)


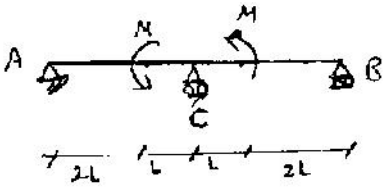
۲)


۳)


۴)


سراسری ۸۴

۷۳- در سازهٔ شکل مقابل، عکس‌العمل B و C چقدر است؟

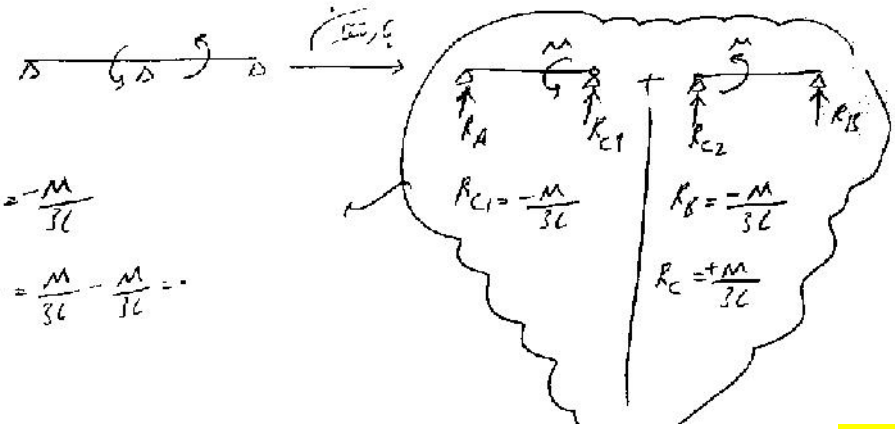


۱) $-\frac{2M}{3L}$ و ۰

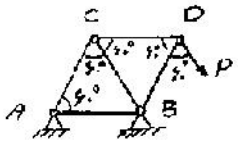
۲) $-\frac{M}{3L}$ و ۰

۳) $-\frac{M}{L}$ ، $\frac{M}{L}$

۴) $-\frac{M}{3L}$ ، $\frac{M}{3L}$

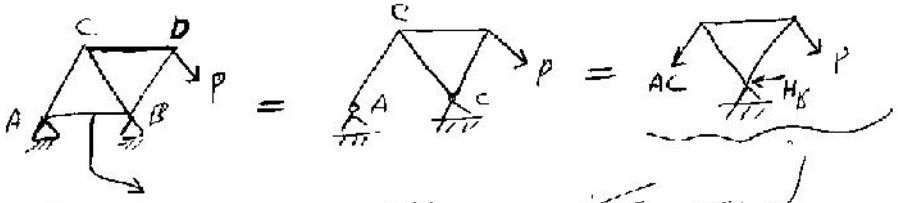


سراسری ۸۳



۶۸. خرپای شکل مقابل دارای اعضای با طول مساوی l و صلبیت محوری EA می‌باشد. عکس‌العمل افقی B برابر است با:

۱) صفر ۲) $\frac{P}{2}$ ۳) $\frac{P\sqrt{2}}{2}$ ۴) $P\sqrt{2}$



صفر بودن چون نیروهای آن حرکت ندارد

با توجه به تقارن

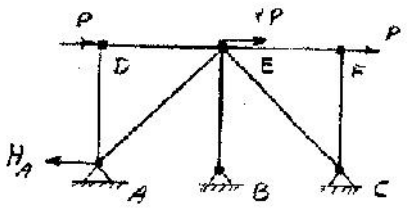
$F_{AC} = P$

$\Downarrow$

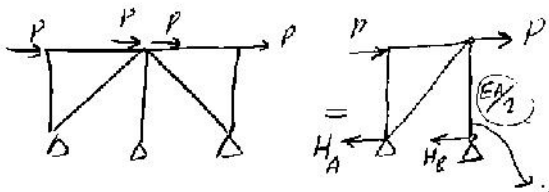
و با توجه به تقارن $H_B = 0$

سراسری ۸۹

۴۲- خرپای متقارن (از لحاظ هندسی) مطابق شکل مفروض است. طول اعضای مورب $L\sqrt{2}$ و سایر اعضا L و صلبیت محوری اعضا EA فرض می‌شود. عکس العمل افقی A (H_A) چقدر است؟



۱) P
۲) $\frac{2P}{2}$
۳) 2P
۴) 2P



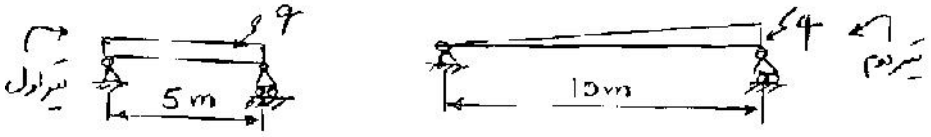
با توجه به تقارن

مثل این سوال نصف شود (البته تاثیری در جواب ندارد)

$H_B = 0 \rightarrow H_A = P + P = 2P$

سراسری ۸۳

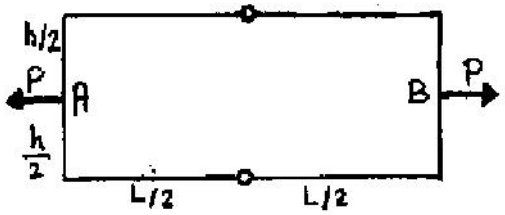
۴۲ دو تیر شکل روبرو دارای مقطع و جنس یکسان می باشند. اگر تغییر مکان ماکزیمم تیر اول یک سانتیمتر باشد، تغییر مکان وسط تیر دوم چند سانتیمتر است؟



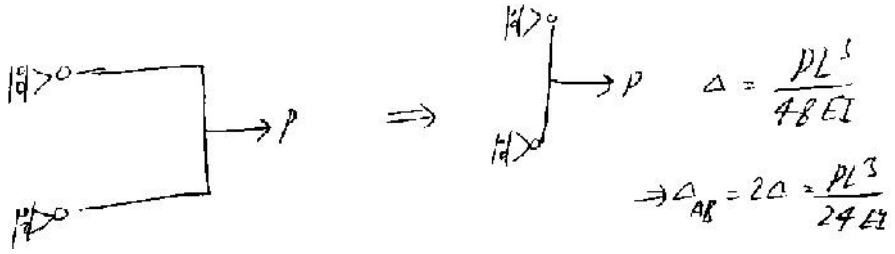
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۸ ۴) ۱۶

سراسری ۸۸

در سازه نشان داده شده، جابجایی نسبی B و A کدامند؟ (EI برای کلیه عضوها ثابت)



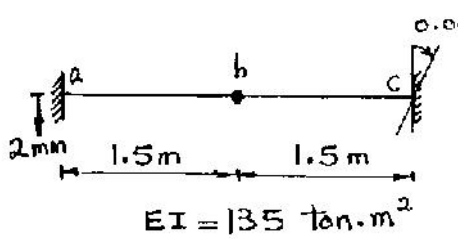
۱) $\frac{Ph^3}{192EI}$
۲) $\frac{Ph^3}{48EI}$
۳) $\frac{Ph^3}{96EI}$
۴) $\frac{Ph^3}{24EI}$

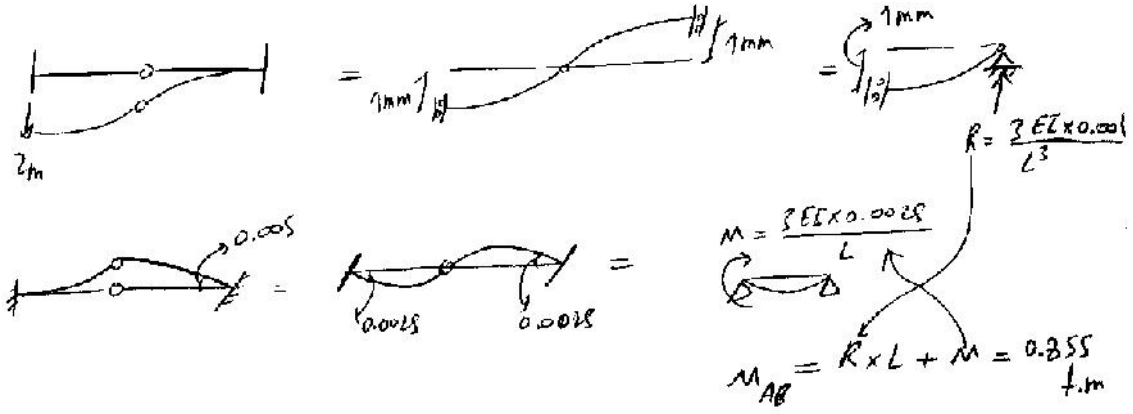


سراسری ۸۳

۷۴. در تیر شکل مقابل تحت نشست و چرخش تکیه‌گاهی نشان داده شده M_{ab} بر حسب $kg.m$ کدام است ؟

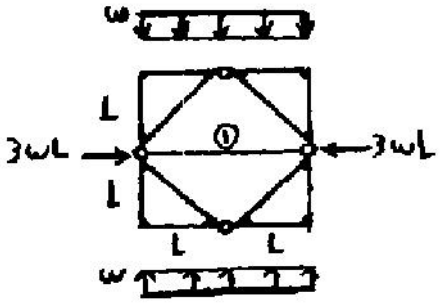
۱) ۴۰۵
۲) ۴۹۵
۳) ۸۵۵
۴) ۹۲۵



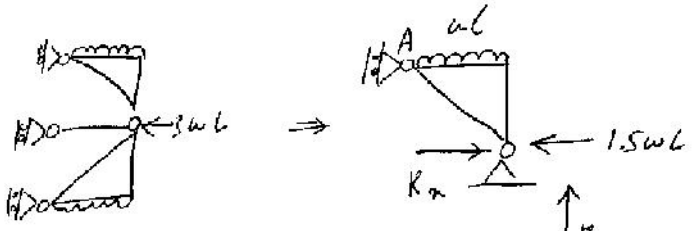


آزاد ۸۸

۷۱- نیروی عضو سهوری ① کدام است؟
(اتصالات اصلاع مثلث ها به یکدیگر مفصلی می باشند)



۱) 3wL فشاری
۲) 3wL فشاری
۳) صفر
۴) 5wL کششی



$\sum F_y = 0 \rightarrow R_y = wL$

$\sum M_A = 0 \rightarrow R_x = wL$

از تقارن $R_x = wL$ و در نتیجه برش در کف $= 2 \times R_x = 2wL$

سراسری ۸۵

۴۵- اگر بر روی نیمه چپ تیر دو سرگیرداری با رفتار ارتجاعی خطی، به طول ۱۲ متر بار گسترده یکنواخت به شدت ۴ تن بر متر وارد شود، مقدار لنگر در وسط تیر برحسب tm چقدر خواهد بود؟ مقدار لنگر خمشی در وسط تیر شکل مساوی $\frac{qL^2}{24}$ می‌باشد.

۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۴۸

۱۴-مدل سازی با فنر

سراسری ۸۵

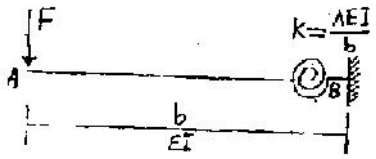
۷۶- هنگامی که خمش مؤثر باشد، دوران A چه مقدار دارد؟

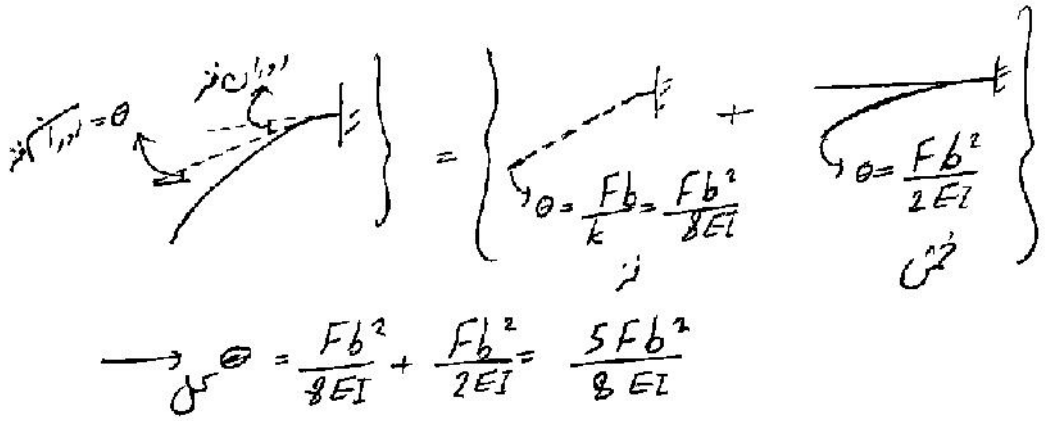
۱) $\frac{5Fb^2}{8EI}$

۲) $\frac{Fb^2}{2EI}$

۳) $\frac{5Fb^2}{6EI}$

۴) $\frac{3Fb^2}{4EI}$





سراسری ۸۶

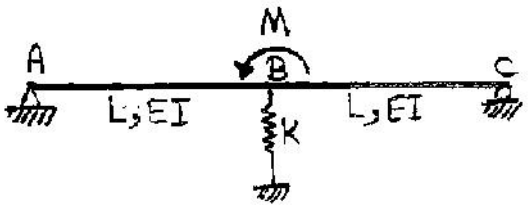
۷۷ تیرو در فنر چقدر است؟ $\left(K=\frac{2EI}{L^3}\right)$

۱) صفر

۲) $\frac{M}{L}$

۳) $\frac{M}{2L}$

۴) $\frac{M}{4L}$



سراسری ۸۶

سازه یک بار نامعین است و تغییر شکل آن به گونه ای است که تغییر مکان نقطه صفر است

آزاد ۸۸

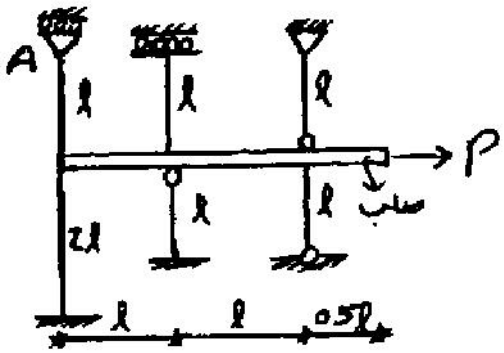
۷۶- تغییر مکان تکیه گاه A کدام است؟
(صلبیت خمشی تمام سترنها EI می باشد.)

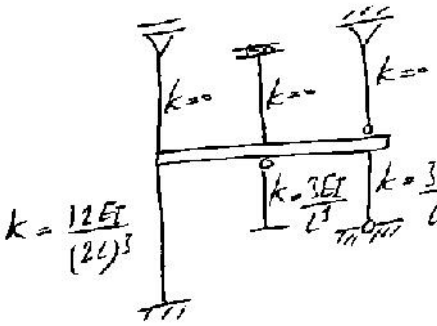
۱) $\frac{2PL^3}{27EI}$

۲) $\frac{2PL^3}{39EI}$

۳) $\frac{2PL^3}{15EI}$

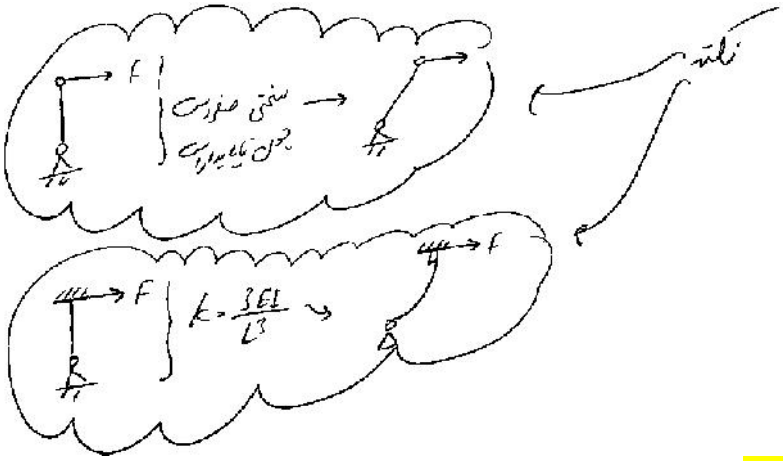
۴) $\frac{2PL^3}{51EI}$





$$\sum k = \frac{EI}{L^3}\left(\frac{12}{8} + 3 + 3\right) = \frac{15EI}{2L^3}$$

$$\Delta = \frac{P}{\sum k} = \frac{2PL^3}{15EI}$$



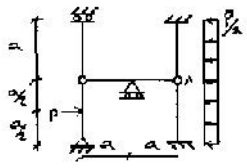
آزاد ۸۷

تغییر مکان گره A کدام است؟

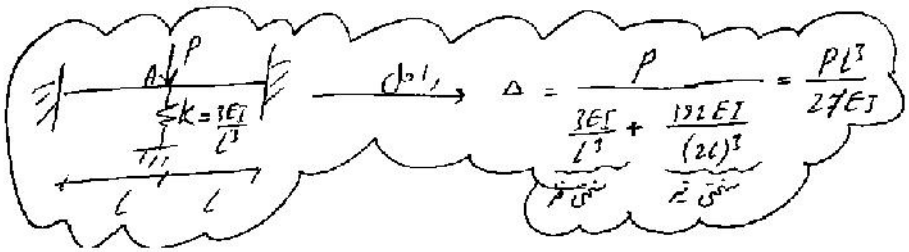
صلبیت خمشی تمام اعضا EI می باشد.

۱) $\frac{Pa^3}{8EI}$ ۲) $\frac{Pa^3}{3EI}$

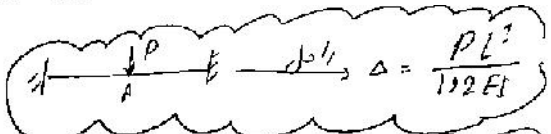
۳) $\frac{Pa^3}{24EI}$ ۴) $\frac{5Pa^3}{24EI}$



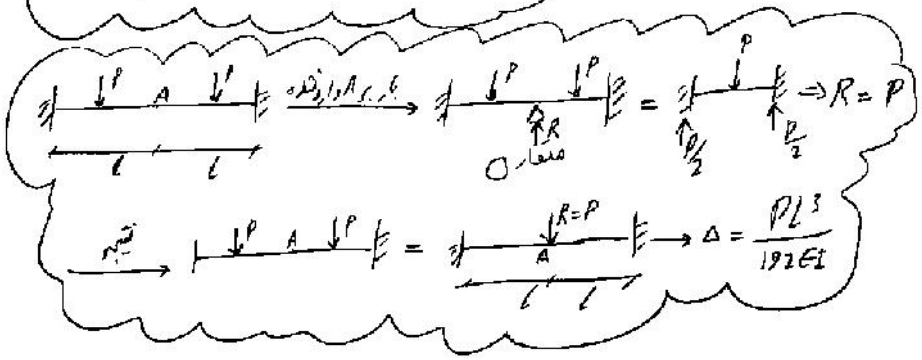
نکته درس: تغییرمکان A کدام است؟



$$\Delta = \frac{P}{\frac{3EI}{L^3} + \frac{192EI}{(2L)^3}} = \frac{PL^3}{27EI}$$

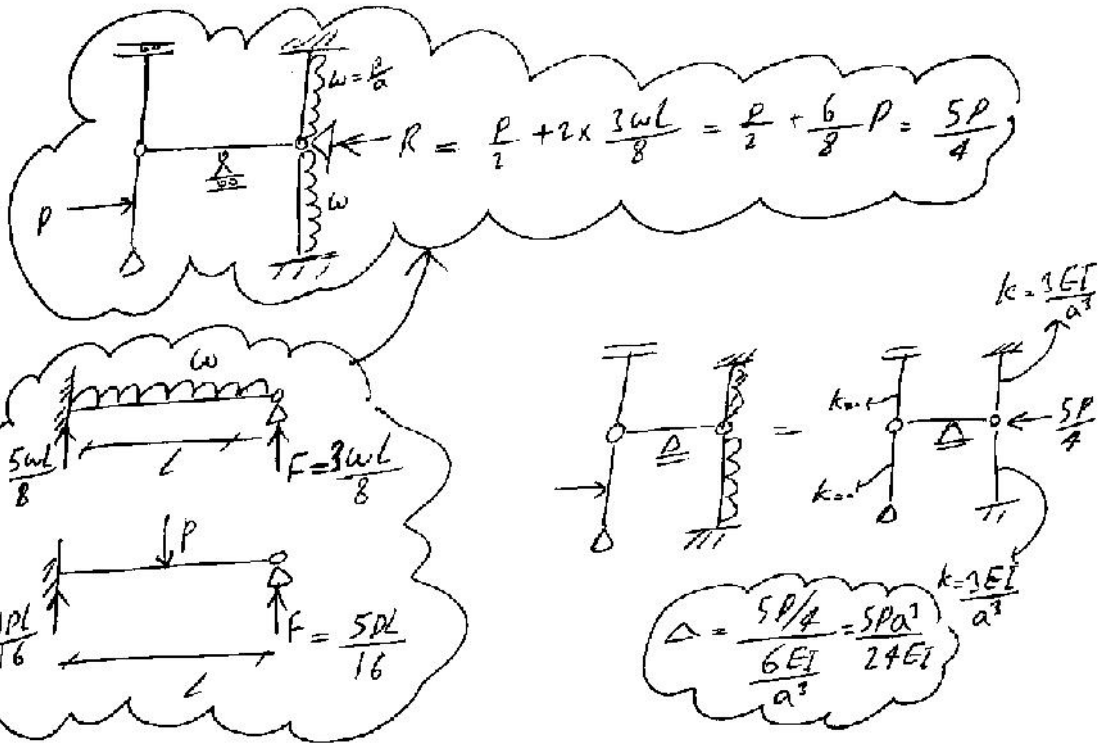


$$\Delta = \frac{PL^3}{192EI}$$



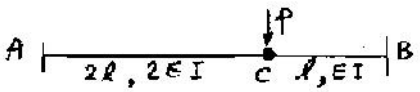
$$\Rightarrow R = P$$

$$\Delta = \frac{PL^3}{192EI}$$



سراسری ۸۳

۶۷. مقدار جابجایی نقطه C و لنگر M_{AL} در تیر شکل زیر برابر است با:



۱) $-\frac{Pl}{2}, \frac{8Pl^2}{15EI}$

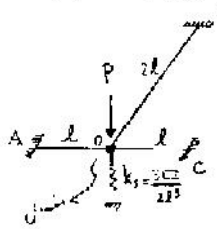
۲) $-\frac{2Pl}{5}, \frac{4Pl^2}{7EI}$

۳) $-\frac{2Pl}{5}, \frac{4Pl^2}{15EI}$

۴) $-\frac{4Pl}{5}, \frac{Pl^2}{2EI}$

سراسری ۸۲

۵۳. در سازه مستهاج شکل مقابل، بار P عمود بر صفحه سازه در نقطه O به آن اعمال می شود. لنگر خمشی در تکیه گاه B چقدر است؟ صلبیت خمشی اعضاء AO و CO برابر با $\frac{EI}{2}$ و صلبیت خمشی عضو BO ، EI^* است.



۱) $\frac{Pl}{2}$

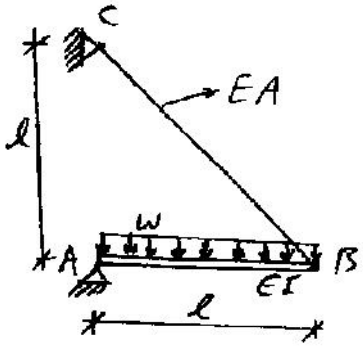
۲) $\frac{Pl}{4}$

۳) $\frac{2Pl}{4}$

۴) $\frac{3Pl}{2}$

آزاد ۸۳

۴۰- با فرض $A = 12\sqrt{2}\ I^2$ و E ثابت، تغییر مکان در نقطه وسط تیر AB چقدر است؟

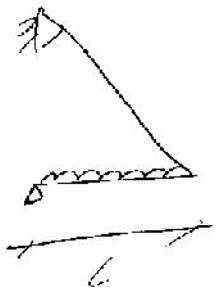


۱) $(1/48)wl^4/EI$

۲) $(13/384)wl^4/EI$

۳) $(3/128)wl^4/EI$

۴) هیچکدام

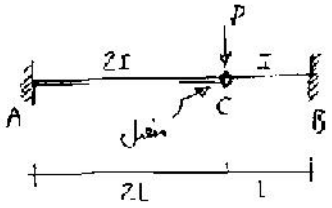


$$= \quad k=\frac{EA}{\left(\frac{L}{C\alpha}\right)}\,C\alpha^2=\frac{\sqrt{2}EA}{4L} \rightarrow k=\frac{\sqrt{2}E}{4L}\left(\frac{12\sqrt{2}\,I}{L^2}\right)=\frac{6EI}{L^3}$$

$$\int M\Delta=\frac{5}{384}wL^4+\frac{1}{2}\Delta_{ز}=\frac{5}{384}wL^4+\frac{1}{2}\,\frac{\frac{wL/2}{6EI}}{L^3}=\frac{7wL^4}{128EI}$$

سراسری ۸۲

۴۷- در تیر مقابل قدر مطلق لنگرهای انتهایی تحت اثر بار متمرکز P کدامند؟ (توجه: ممان اینرسی قطعهٔ AC دو برابر ممان اینرسی قطعهٔ آست)



۱) $M_A=\frac{PL}{5}$ ، $M_B=\frac{4PL}{5}$

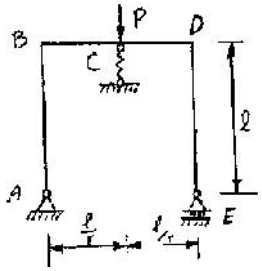
۲) $M_A=\frac{2PL}{5}$ ، $M_B=\frac{4PL}{5}$

۳) $M_A=\frac{2PL}{5}$ ، $M_B=\frac{3PL}{5}$

۴) $M_A=\frac{PL}{2}$ ، $M_B=\frac{PL}{2}$

سراسری ۸۷

۸۲- صلبیت خمشی اعضای قاب شکل مقابل EI و ضریب فنریت فنر C برابر $\frac{\ell^3}{24EI}$ می‌باشد. نیروی فنر را محاسبه کنید.



۱) صفر

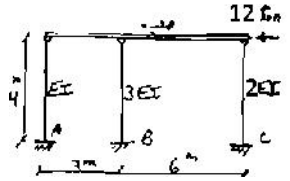
۲) $\frac{P}{2}$

۳) $\frac{P}{3}$

۴) P

سراسری ۸۲

۵۶- لنگرهای انتهایی ستونها در سازهٔ داده شده برابر است با:



۱) $M_A=M_B=M_C=16\,ton-m$

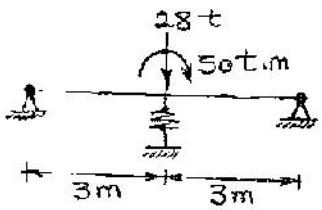
۲) $M_A=3M_B=2M_C=24\,ton-m$

۳) $M_A=8\,ton-m$ ، $M_B=3M_A$ ، $M_C=2M_A$

۴) $M_A=M_C=24\,ton-m$ ، $M_B=$ صفر

سراسری ۸۶

۷۰- تیر شکل مقابل با صلبیّت خمشی $5400\ t.m^2$ در وسط دهانه بر فنری به سختی $200\ \frac{t}{m}$ اتکاء دارد. نیرو در فنر بر حسب ton چقدر است؟



۱) ۴

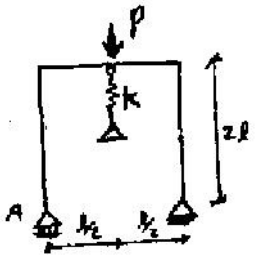
۲) ۷

۳) ۱۰

۴) ۲۸

آزاد ۸۸

۷۸- تغییر مکان نقطه A کدام است؟ (EI ثابت و $K=\frac{24EI}{\ell^3}$)



۱) $\frac{P\ell^3}{6EI}$

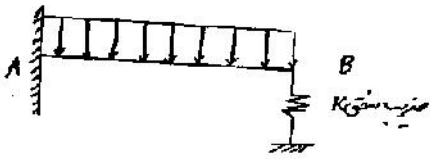
۲) صفر

۳) $\frac{P\ell^3}{12EI}$

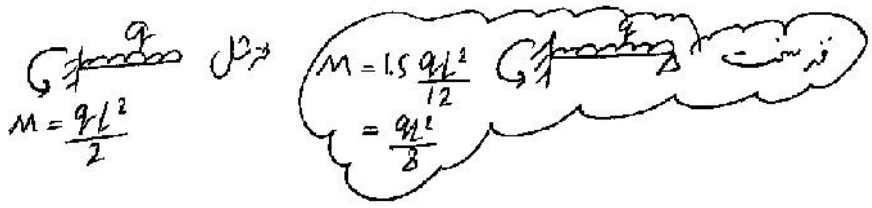
۴) $\frac{P\ell^3}{24EI}$

آزاد ۸۵

۸۲- با افزایش سختی فنر

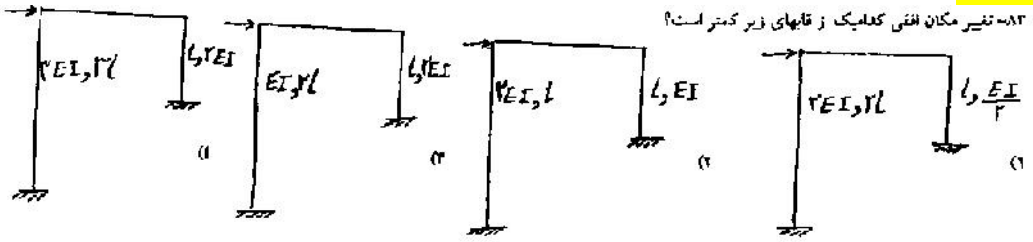


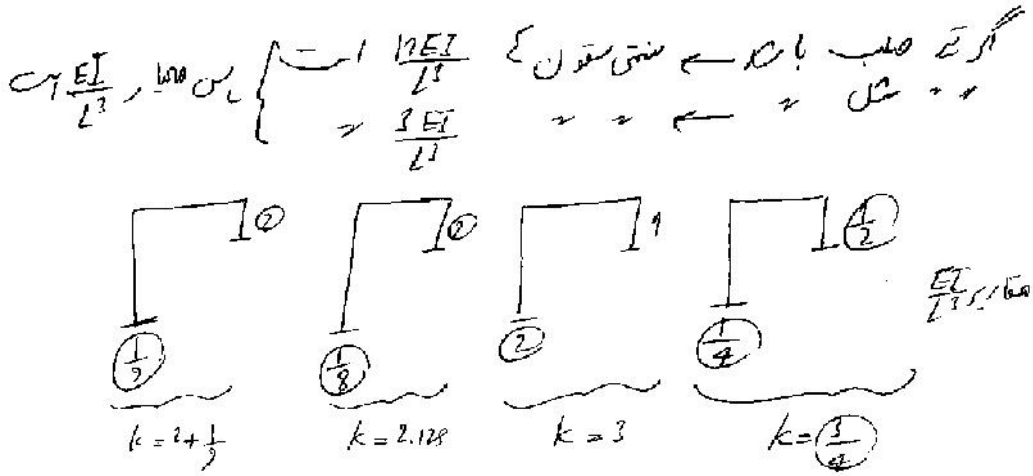
۱) لنگر تکیه گاه A افزایش می یابد.
۲) لنگر تکیه گاه A تغییر نمی کند.
۳) لنگر تکیه گاه A کاهش می یابد
۴) ممکن است کاهش و یا افزایش یابد.



آزاد ۸۵

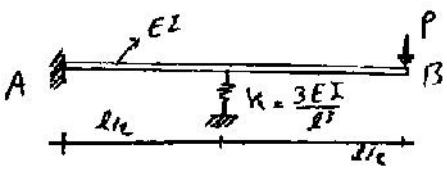
۸۳- تغییر مکان افقی کدامیک از قابهای زیر کمتر است؟





آزاد ۸۳

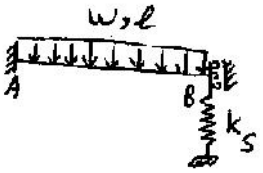
۳۸- نیروی داخلی فنر چقدر است؟



۱) $5P/18$
۲) $7P/18$
۳) $P/3$
۴) هیچکدام

آزاد ۸۳

۲۸- در تیر زیر تغییر مکان B چقدر است؟ $(k_s = \frac{3EI}{l^3})$

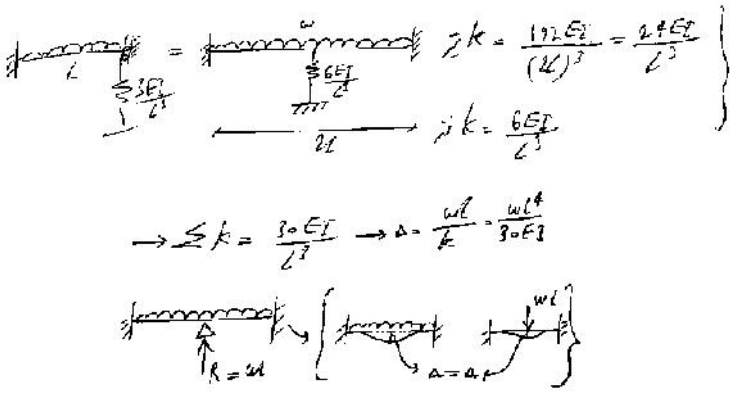


۱) $\frac{wl^4}{20EI}$

۲) $\frac{wl^4}{30EI}$

۳) $\frac{wl^4}{35EI}$

۴) $\frac{wl^4}{25EI}$



۱۵-مسائل متفرقه

سراسری ۸۸

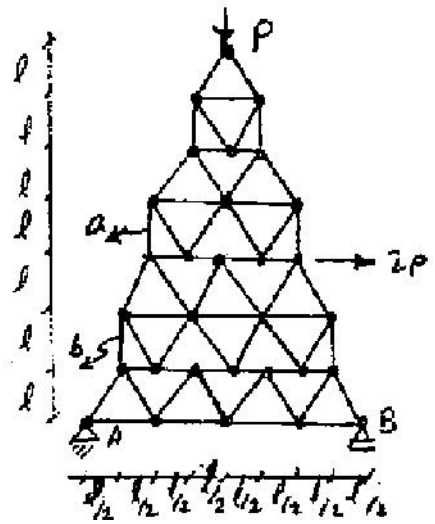
- در سازهٔ مفصلی (خرپای) متقارن شکل مقابل، دو نیروی P و 2P به آن اعمال شده است. نیروی داخلی عضو b چند برابر عضو a است؟ (ارتفاع برج $7l$ و قاعده آن $8\frac{l}{2}$ می‌باشد و سازه بدون اعمال نیرو متقارن است.)

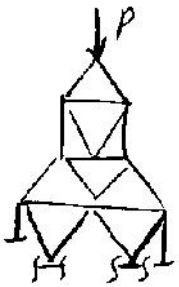
۱) $-\frac{2}{3}$

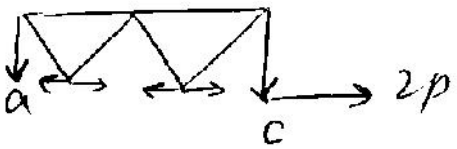
۲) $-\frac{5}{3}$

۳) $-\frac{4}{3}$

۴) $-\frac{7}{3}$

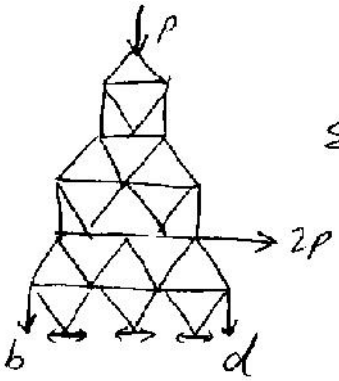






$\sum M_c = 0 \rightarrow P \times l + a \times 2l = 0$

$\rightarrow a = \frac{-P}{2}$



$\sum M_d = 0 \rightarrow -b \times 3l - P \times 1.5l + 2P \times 2l = 0$

$\rightarrow b = \frac{5P}{6}$

$\rightarrow \frac{b}{a} = \frac{-5}{3}$

سراسری ۸۸

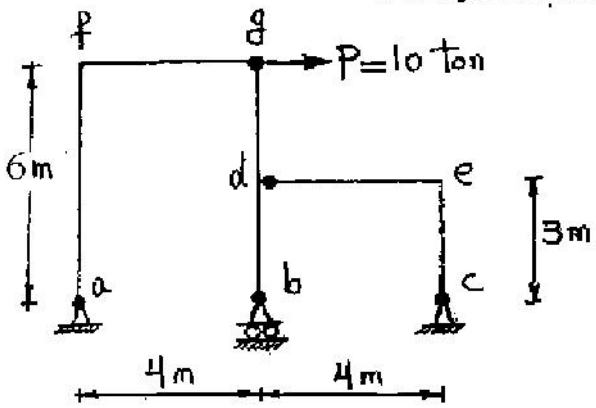
۷۳- در سازهٔ شکل مقابل که مفصل‌ها با گرهٔ توپر مشخص شده‌اند دو انصالات صلب f و e معادل چند t.m است؟

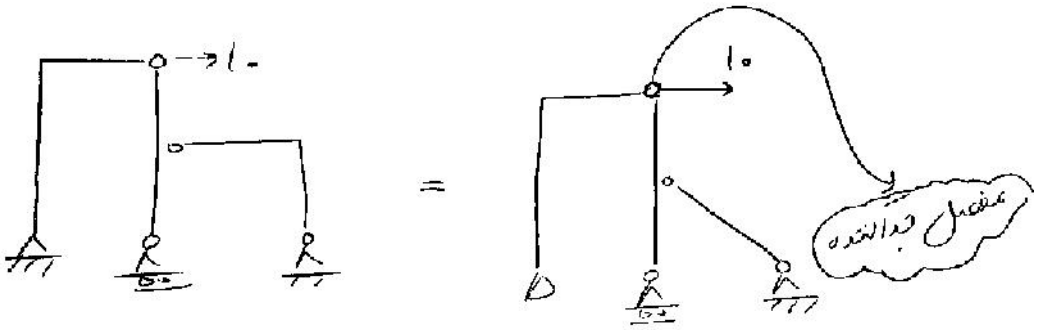
۱) $M_e = 0 \quad M_f = 60$

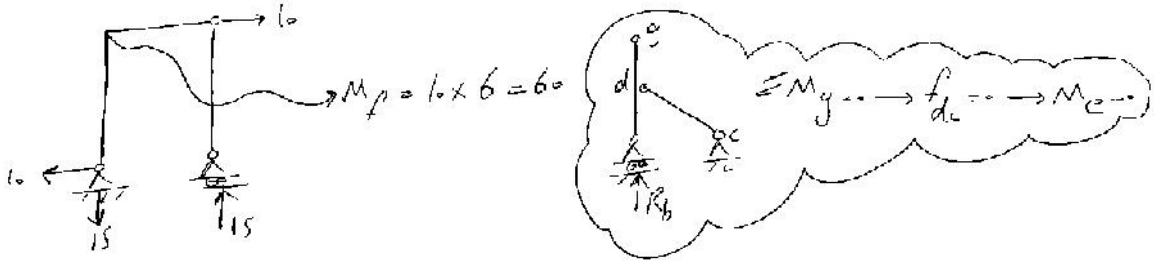
۲) $M_e = 30 \quad M_f = 0$

۳) $M_e = 15 \quad M_f = 30$

۴) $M_e = 0 \quad M_f = 0$

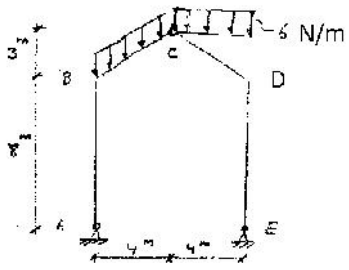






آزاد ۸۹

۶۶- مولفه قائم عکس‌العمل تکیه‌گاهی E (E_y) چقدر است؟



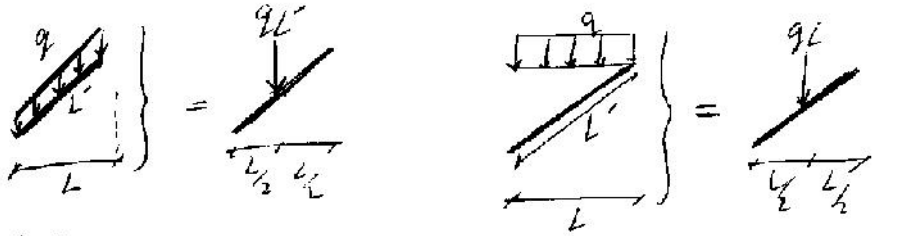
۱) ۲۴N

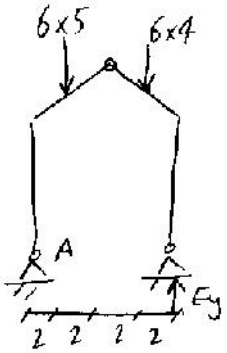
۲) ۳۰N

۳) ۲۲/۵N

۴) هیچکدام

نکته: در تعیین عکس العمل کمکی ها در ارتباط با بارگسترده وری انقطاعی داریم:



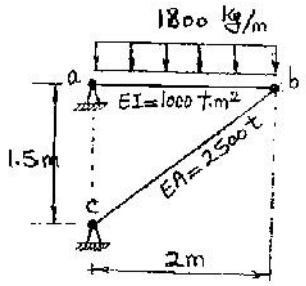


$$\sum M_A = 0 \rightarrow (6\times5)\times 2 + (6\times4)\times 6 - E_y \times 8 = 0$$

$$\rightarrow E_y = 25.5$$

سراسری ۸۶

۶۹- در سازهٔ شکل مقابل با اتصالات مفصل خمشی از تغییر شکل محوری و برشی عضو **ab** صرفنظر می‌شود. تغییر مکان گره **b** بر حسب **mm** کدام است؟



۱) ۳

۲) ۴

۳) ۵

۴) ۶