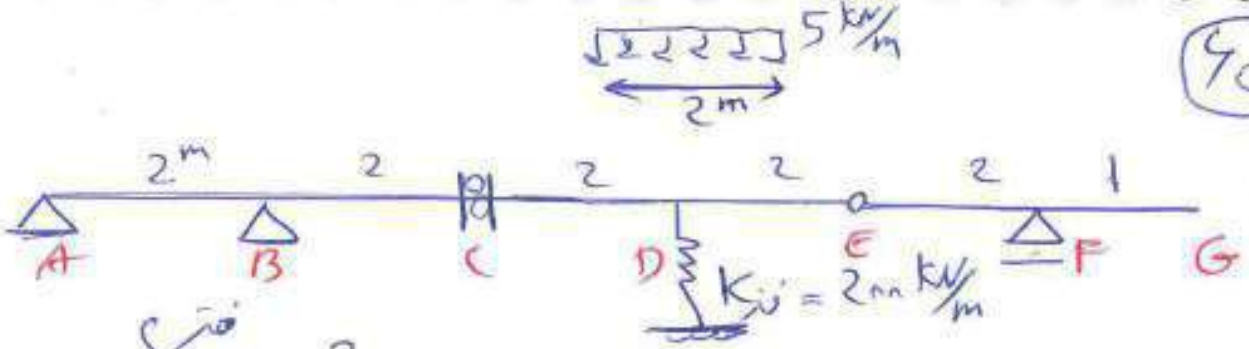
خط تاثیر

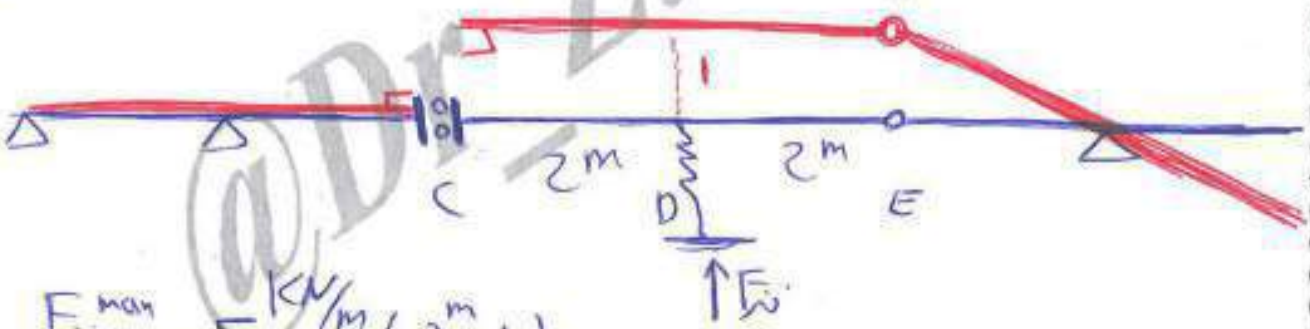
(۴۱)



$\delta_{max}^{فنر} = ?$

تیر معین یا نامعین است خط تاثیر نیروی فنر رسم گردد

گزینه ۱ صحیح است خط تاثیر نیروی فنر رسم گردد که مطابق با نمودار رسم شده با گذاره ی مثبت در ها نه (D) یا (E) قرار گیرد



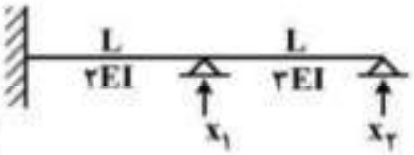
$$F_{فنر}^{max} = 5\ kN/m \times (2m \times 1)$$

$$\Rightarrow F_{فنر}^{max} = 10\ kN \Rightarrow \delta_{فنر}^{max} = \frac{F_{فنر}}{K_{فنر}} = \frac{10\ kN}{2m\ kN/m}$$

$$\Rightarrow \delta_{فنر}^{max} = 0.05^{m} = 5^{cm}$$

گزینه (۳) (ساده)

۵۶- فقط با درنظر گرفتن اثر خمشی، درایه ستون دوم و سطر اول ماتریس نرمی تیر نامعین زیر چقدر می‌شود؟



۱) $\frac{۵}{۶}\frac{L^۳}{EI}$

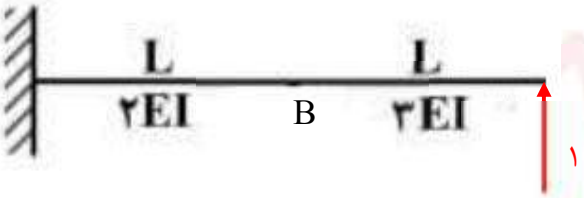
۲) $\frac{۵}{۱۲}\frac{L^۳}{EI}$

۳) $\frac{۵}{۱۸}\frac{L^۳}{EI}$

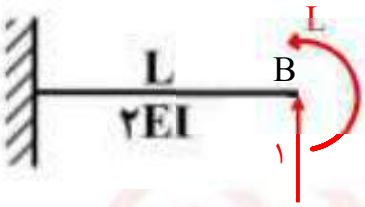
۴) $\frac{۵}{۲۴}\frac{L^۳}{EI}$

پاسخ سوال ۵۶) **گزینه ۲** **(دشوار)**

- درایه $f_{۱۲}$ یعنی تغییر مکان در درجه آزادی (۱) بر اثر اعمال بار واحد در درجه آزادی (۲)

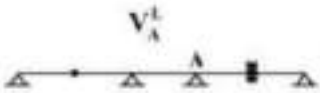


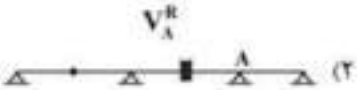
- با استفاده از حذف و انتقال بار ها را به گره B منتقل می‌کنیم :

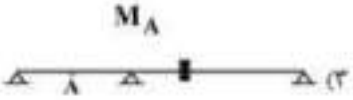


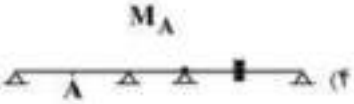
$$\delta_B = \frac{۱ \times L^۳}{۳(۲EI)} + \frac{L \times L^۲}{۲(۲EI)} \Longrightarrow f_{۱۲} = \delta_B = \frac{۵}{۱۲}\frac{L^۳}{EI}$$

۵۷- شکل زیر خط تأثیر چه کمیّتی و متعلق به کدام تیر معیّن است؟

۱) 

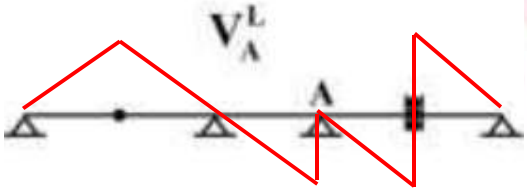
۲) 

۳) 

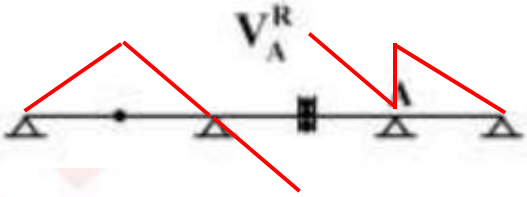
۴) 

پاسخ سوال ۵۷) **گزینه ۱** **(ساده)**

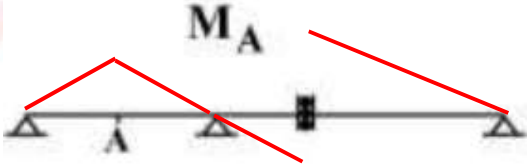
- بررسی گزینه ۱ :



- بررسی گزینه ۲ :

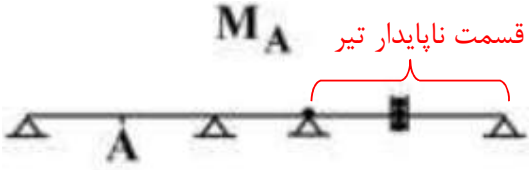


- بررسی گزینه ۳ :

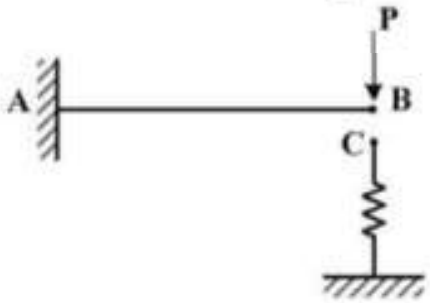


- بررسی گزینه ۴ :

تیر ناپایدار

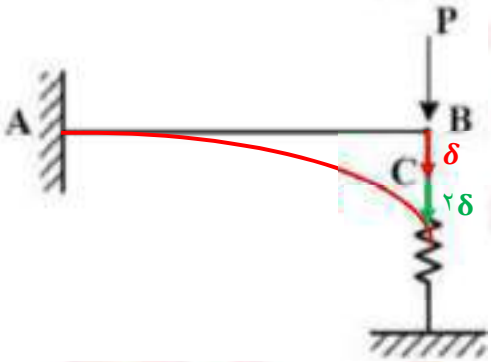


۵۸- تیر طره به‌طول L و سختی خمشی EI مطابق شکل مفروض است. مقدار نیروی P از صفر شروع شده و زیاد می‌شود تا نقطه B به نقطه C برسد و سپس سرتیر و فنر با هم حرکت کنند. در صورتی‌که فاصله قائم نقاط B و C برابر δ و سختی فنر برابر $K=\frac{EI}{L^3}$ باشد، به ازاء چه مقدار از P بر حسب $\frac{EI\delta}{L^3}$ تغییر مکان نقطه B به میزان ۳δ به‌سمت پایین خواهد بود؟

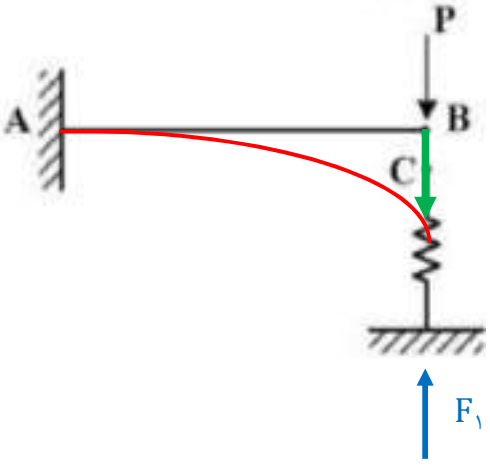


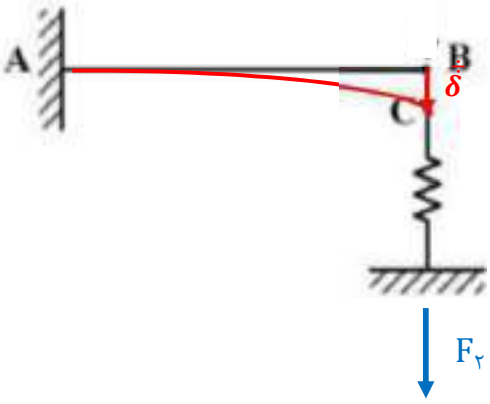
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۱

پاسخ سوال ۵۸) گزینه ۴ (دشوار)



$F_{\text{فنر}} = ۲\delta k = \frac{۲EI}{L^3}\delta$





- **برای محاسبه F_1** از روش سختی داریم :

$$F_1 = \frac{K_{\text{فنر}}(=\frac{EI}{L^3})}{K_{\text{تیر}}(=\frac{EI}{L^3}) + K_{\text{فنر}}} \times P \Longrightarrow F_1 = \frac{P}{4} \quad \text{(فشاری)}$$

- **برای محاسبه F_3** از روش سازگاری داریم :

$$\delta_{\text{تیر}} + \delta_{\text{فنر}} = \delta$$

$$\Longrightarrow \frac{F_2}{K_{\text{فنر}}} + \frac{F_2 L^3}{3EI} = \delta \Longrightarrow F_2 = \frac{3}{4}\frac{EI\delta}{L^3} \quad \text{(کششی)}$$

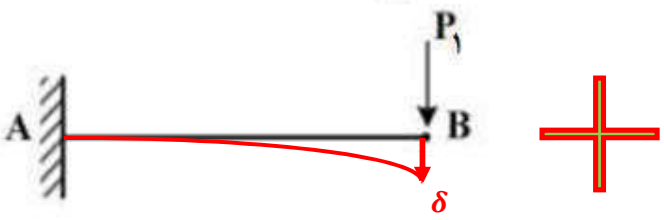
$$\Longrightarrow F_{\text{فنر}} = \frac{P}{4} - \frac{3}{4}\frac{EI\delta}{L^3}$$

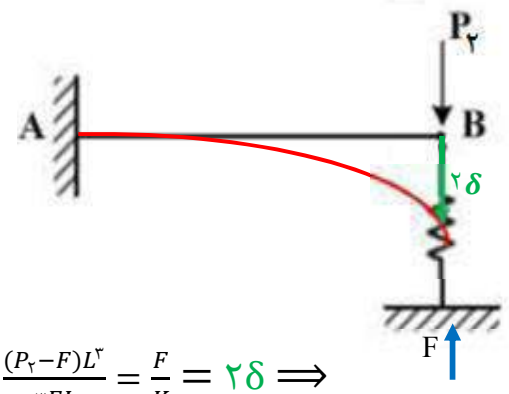
- **از طرفی داریم :**

$$F_{\text{فنر}} = \frac{2EI}{L^3}\delta$$

$$\Longrightarrow \frac{P}{4} - \frac{3}{4}\frac{EI\delta}{L^3} = \frac{2EI}{L^3}\delta \Longrightarrow P = 11\frac{EI}{L^3}\delta$$

روش دوم :





$$\delta = \frac{P_1 L^3}{3EI} \Longrightarrow P_1 = \frac{3EI}{L^3}\delta$$

$$\frac{(P_2 - F)L^3}{3EI} = \frac{F}{K} = 2\delta \Longrightarrow$$

$$2k\delta = \frac{P_2}{4} \; ; P_2 = \frac{8EI}{L^3}\delta$$

$$\Longrightarrow P = P_1 + P_2 = \frac{3EI}{L^3}\delta + \frac{8EI}{L^3}\delta = \frac{11EI}{L^3}\delta$$

۵۹- در تیر طره AB (B انتهای آزاد) به‌طول L و سختی خمشی EI، اگر طول تیر ۲۰ برابر عمق (ارتفاع) مقطع مستطیلی آن، اختلاف دمای تار بالا و پایین مقطع برابر T و ضریب انبساط حرارتی برابر α باشند، با فرض توزیع خطی دما در مقطع، دوران و جابه‌جایی قائم نقطه B به‌ترتیب از راست به چپ چقدر است؟

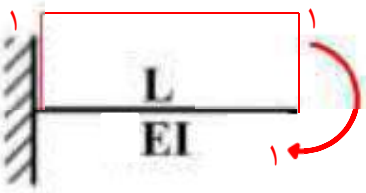
۱) $\frac{10\alpha TL}{EI}$ و $\frac{10\alpha T}{EI}$

۲) $\frac{20\alpha TL}{EI}$ و $\frac{10\alpha T}{EI}$

۳) $10\alpha TL$ و $20\alpha T$

۴) $20\alpha TL$ و $20\alpha T$

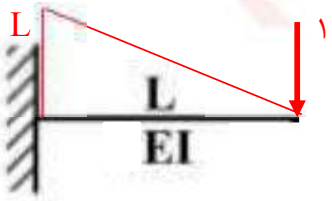
پاسخ سوال ۵۹) گزینه ۳ (ساده)



$T=T_2-T_1=T^{\text{پایین}}-T^{\text{بالا}}$

- برای محاسبه θ با توجه به رابطه کار مجازی داریم :

$$1\times\theta_B=\int_0^L 1\times\alpha\times\frac{T}{h}\times dx=\frac{\alpha T}{\frac{L}{20}}\times L=20\alpha T$$

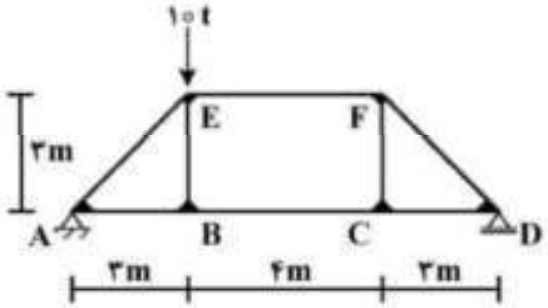


- برای محاسبه δ با توجه به رابطه کار مجازی داریم :

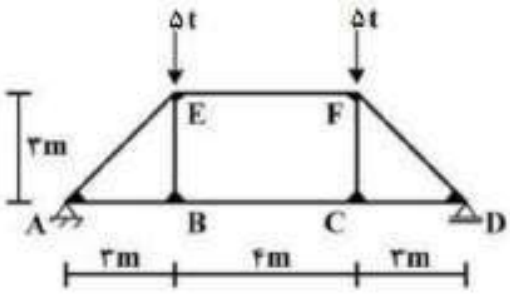
$$1\times\delta_B=\int_0^L x\times\alpha\times\frac{T}{h}\times dx=\frac{\alpha T}{\frac{L}{20}}\times\frac{L^2}{2}=10\alpha TL$$

۶۰- در قاب مطابق شکل اگر نسبت سختی خمشی به‌طول اعضا، همگی برابر و ثابت باشند، نیروی محوری عضو EF چند تن برآورد می‌شود؟

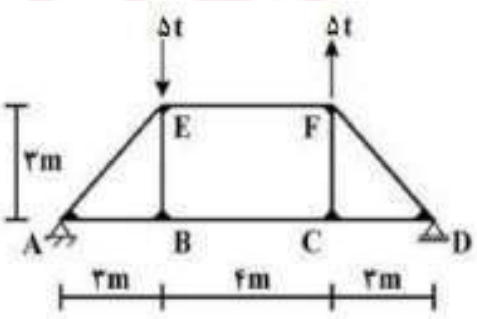
۱) صفر
۲) ۵
۳) $5\sqrt{2}$
۴) ۱۰



پاسخ سوال ۶۰) گزینه ۲ (دشوار)

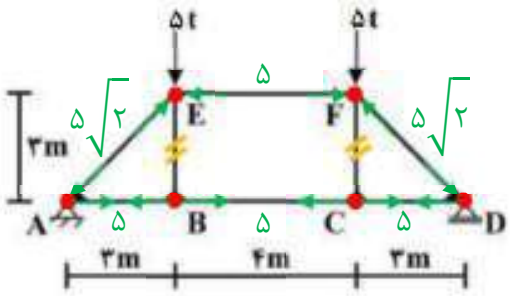


(متقارن مستقیم)

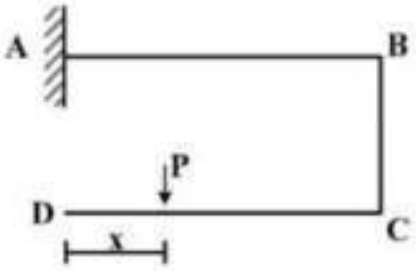


(متقارن معکوس)

- نیروی محوری روی محور تقارن سازه متقارن معکوس برابر با صفر است
- با توجه به اینکه در سازه متقارن مستقیم جابجایی افقی و قائم گره E صفر می‌باشد و عملکرد سازه خرپایی است (نکته هیچی) ، پس داریم :



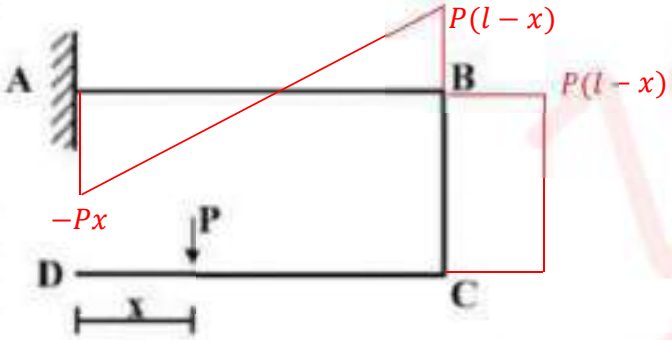
۶۱- در سازه مطابق شکل، $AB = DC = 2BC = L$ و سختی خمشی DC و BC برابر EI و سختی خمشی AB برابر αEI می‌باشند. به‌ازای چه مقدار x جابه‌جایی افقی گره C مستقل از α است؟



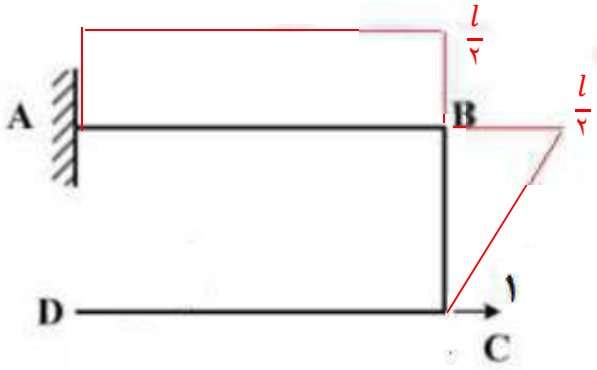
۱) $\frac{L}{4}$
۲) $\frac{L}{3}$
۳) $\frac{L}{2}$
۴) L

پاسخ سوال ۶۱) گزینه ۳ (متوسط)

- برای اینکه جابجایی افقی گره C مستقل از α باشد ، از روش کار مجازی داریم :



سازه اصلی

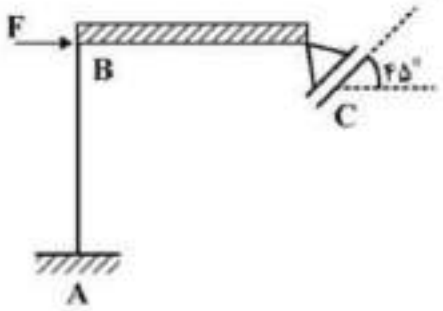


سازه واحد

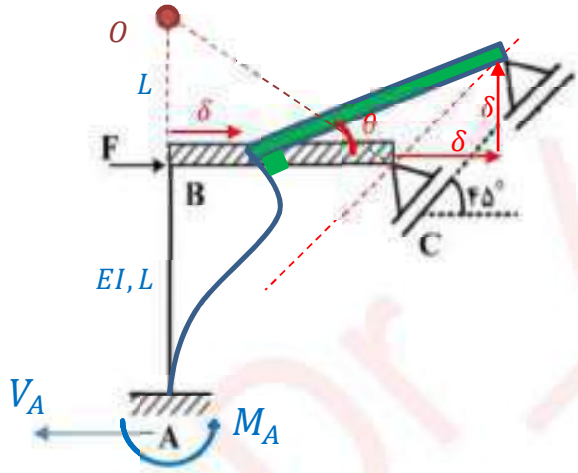
$$\frac{A_M.\bar{m}}{\alpha EI} \xrightarrow{\text{در عضو AB}} o \Rightarrow A_M = o \Rightarrow x = \frac{l}{2}$$

۶۲- در سازه مطابق شکل، $AB = BC = L$ و تیر BC صلب و سختی خمشی ستون AB برابر EI می‌باشد. مقدار نیروی F برای ایجاد تغییر مکان افقی واحد در B چه ضریبی از $\frac{EI}{L^3}$ است؟

۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۲۸
۴) $16\sqrt{2}$



پاسخ سوال ۶۲) گزینه ۳ (دشوار)

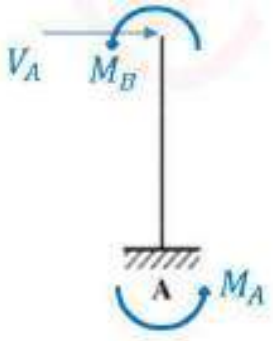


$$\theta = \frac{\delta}{L} \overset{\delta=1}{\Longrightarrow} \theta = \frac{1}{L}$$

- با استفاده از روابط حفظی داریم :

$$\delta_B = \delta = 1 = \frac{V_A L^3}{3EI} - \frac{M_B L^2}{2EI}$$

$$\theta_B = \frac{1}{L} = \frac{M_B L}{EI} - \frac{V_A L^2}{2EI}$$



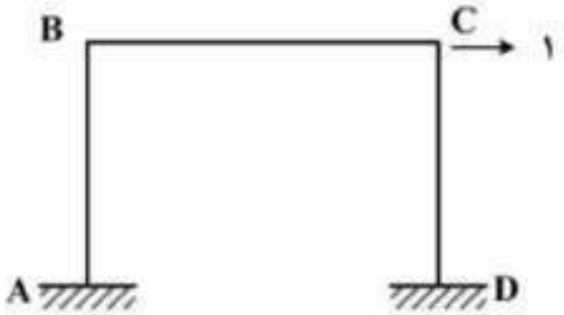
$$\Longrightarrow \begin{cases} M_B = \frac{10EI}{L^2} \\ V_A = \frac{18EI}{L^3} \end{cases}$$

- با جایگذاری مقادیر V_A و M_B در رابطه تعادل لنگر داریم :

$$\sum M_o = o \Longrightarrow F \times L + M_A = V_A \times 2L$$

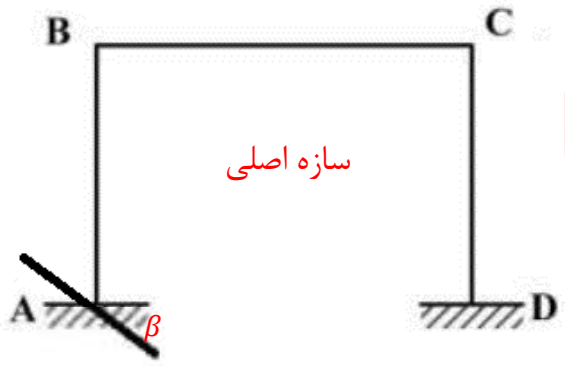
$$F \times L + (V_A L - M_B) = V_A \times 2L \Longrightarrow F = \frac{18EI}{L^3}$$

۶۳- در سازه قابی مطابق شکل $AB = BC = DC = L$ و سختی خمشی دو ستون AB و CD برابر EI و سختی خمشی تیر BC برابر αEI می‌باشند. اگر در تحلیل قاب متقارن فوق، لنگر M_{BA} برابر $\frac{L}{6}$ (در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت) باشد، آنگاه چرخش تکیه‌گاه A به میزان β چه تغییر مکان افقی در C ایجاد می‌کند؟

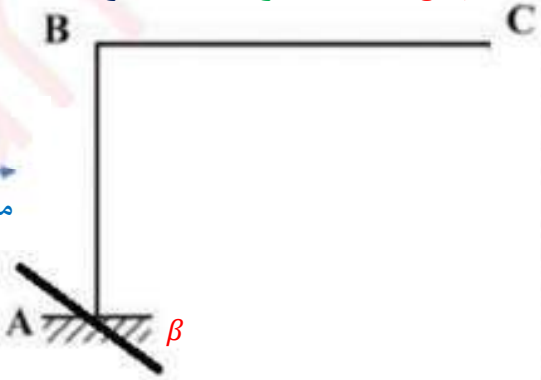


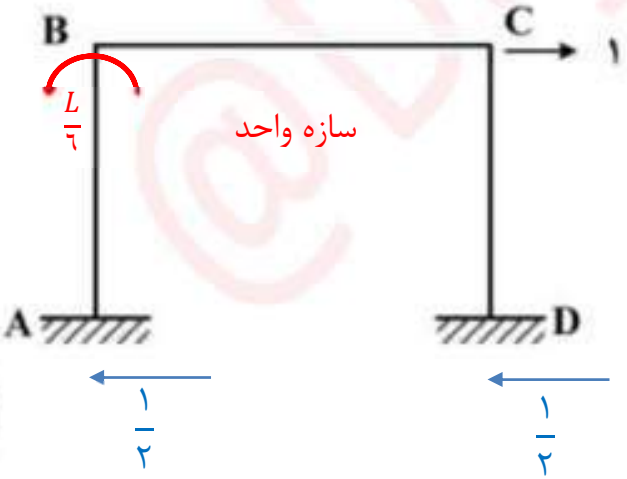
۱) $\frac{\beta L}{2}$
۲) $\frac{\beta L}{3}$
۳) $\frac{\beta L}{4}$
۴) $\frac{\beta L}{6}$

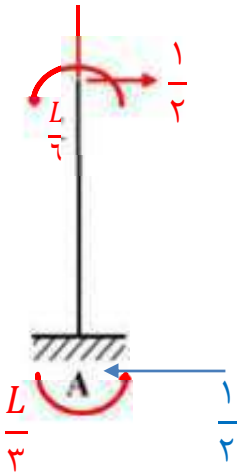
پاسخ سوال ۶۳) **گزینه ۲** (متوسط)



$\delta_{H_c} = ?$
معین ، پایدار







- با استفاده از کار مجازی و نکته مغز طراح داریم :

$$۱ \times \delta_{H_c} + W_R\left(= \frac{L}{۳} \times \beta\right) = \sum \frac{A_M . \overline{m}}{EI} = o \Longrightarrow \delta_{H_c} = \frac{\beta L}{۳}$$

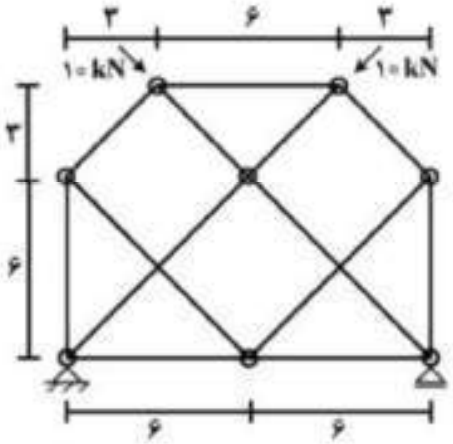
۶۴- در سازه خرپایی مطابق شکل، ابعاد به متر هستند. کدام‌یک از عبارات زیر در مورد این سازه صحیح است؟

۱) سازه معین و دارای چهار عضو با نیروی داخلی ۱۰kN می‌باشد.

۲) سازه معین و دارای شش عضو صفر نیرویی می‌باشد.

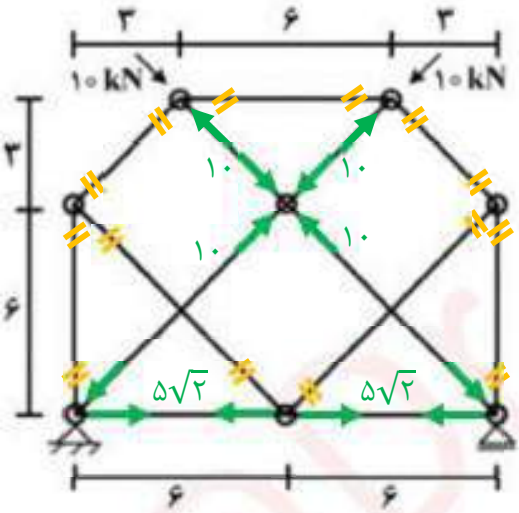
۳) سازه ناپایدار است.

۴) سازه نامعین است.



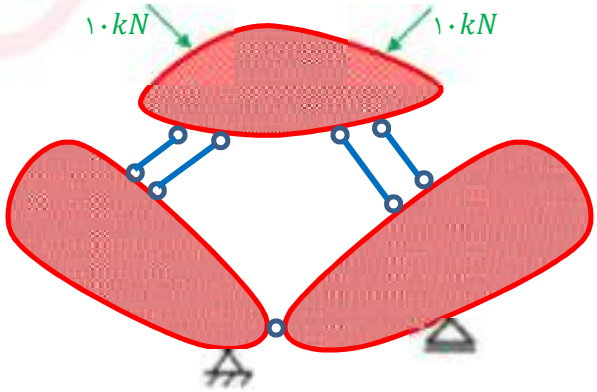
پاسخ سوال ۶۴) **گزینه ۱** **(متوسط)**

$n = m + r - ۲j = ۱۳ + ۳ - ۲ \times ۸ = ۰$ معین

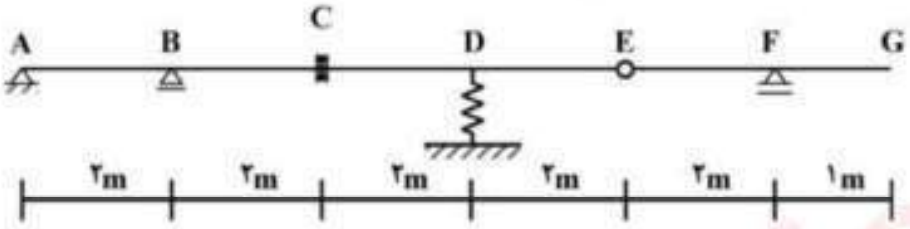


- خرپا با بارگذاری متقارن نشان داده شده دارای ۷ عضو صفر نیرویی و ۴ عضو با نیروی $۱۰kN$ و همچنین ۲ عضو با نیروی $۵\sqrt{۲}\ kN$ است.

- خرپا شامل اتصال ۳جسم پایدار مطابق با شکل روبرو بوده و لذا پایدار است:



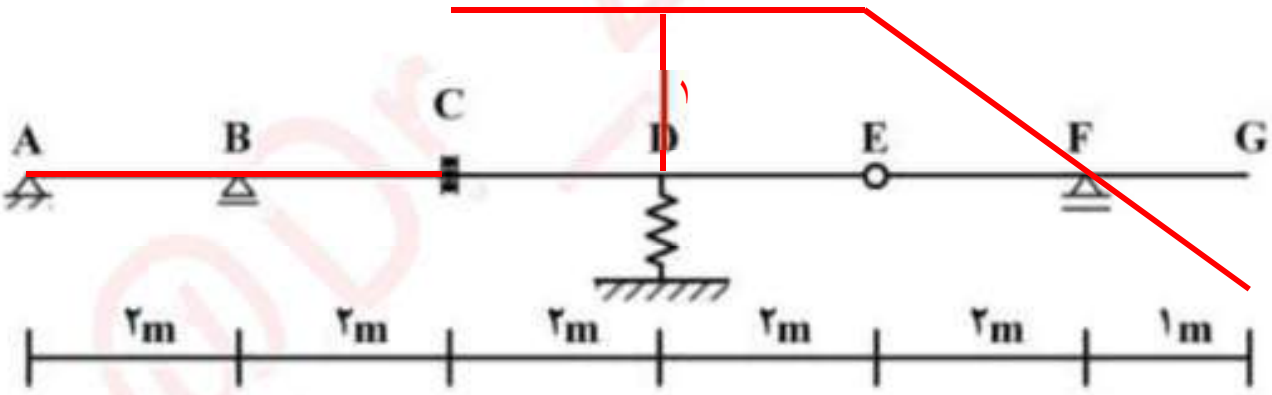
۶۵- بار گسترده‌ای به‌طول ۲ متر با شدت یکنواخت $۵\frac{kN}{m}$ از چپ به راست از روی تیر مطابق شکل عبور می‌کند. این بار در چه موقعیتی (دهانه‌ای) قرار داشته باشد تا حداکثر تغییر مکان در فنر ایجاد گردد. در ضمن مقدار این تغییر مکان چند سانتی‌متر برآورد می‌شود؟ (سختی فنر برابر $۲۰۰\frac{kN}{m}$ می‌باشد.)



۱) BC – ۲/۵
۲) CD – ۲/۵
۳) DE – ۵
۴) EF – ۵

پاسخ سوال ۶۵) **گزینه ۳** **(ساده)**

- تیر معین است و ابتدا نمودار خط تاثیر عکس العمل قائم فنر D را رسم می‌کنیم :



- مشاهده می‌شود اگر بار گسترده در دهانه‌های CD و DE قرار گیرد حداکثر مقدار فشردگی فنر حاصل می‌گردد

$$F_{\text{فنر}}^{max} = ۵ \times (۲ \times ۱) = ۱۰kN$$

$$\delta_{\text{فنر}}^{max} = \frac{F_{\text{فنر}}}{K_{\text{فنر}}} = \frac{۱۰}{۲۰۰} = ۰.۰۵m = ۵cm$$