



پاسخنامه تشریحی سوالات تحلیل سازه آزمون محاسبات دی ماه 1404



دکتر رامین منصوری



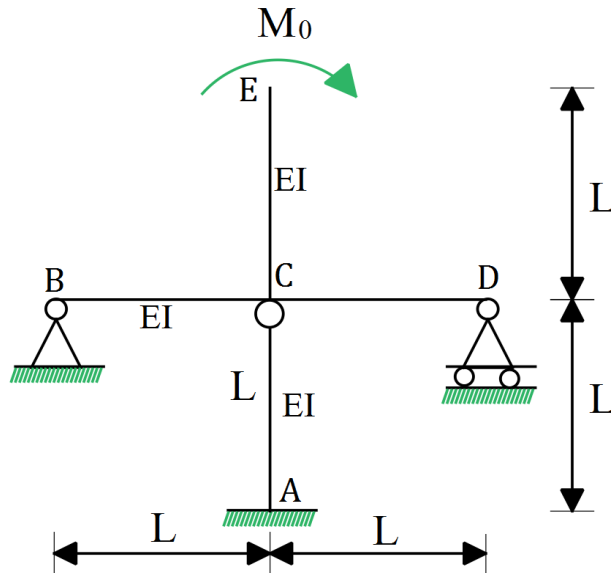
dr_aminmansouri1370



dr_aminmansouri

پاسخنامه سوالات تحلیل سازه ها محاسبات بر اساس دفترچه: 211A

1- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی تمامی اعضاء صرف نظر شود و صلبیت خمشی کلیه اعضاء یکسان و برابر EI باشد. بر اساس تحلیل الاستیک مرتبه اول، جا به جایی افقی محل اثر M_0 به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟



$$\frac{M_0 L^2}{3EI} \quad (1)$$

$$\frac{M_0 L^2}{2EI} \quad (2)$$

$$\frac{2M_0 L^2}{3EI} \quad (3)$$

$$\frac{4M_0 L^2}{3EI} \quad (4)$$

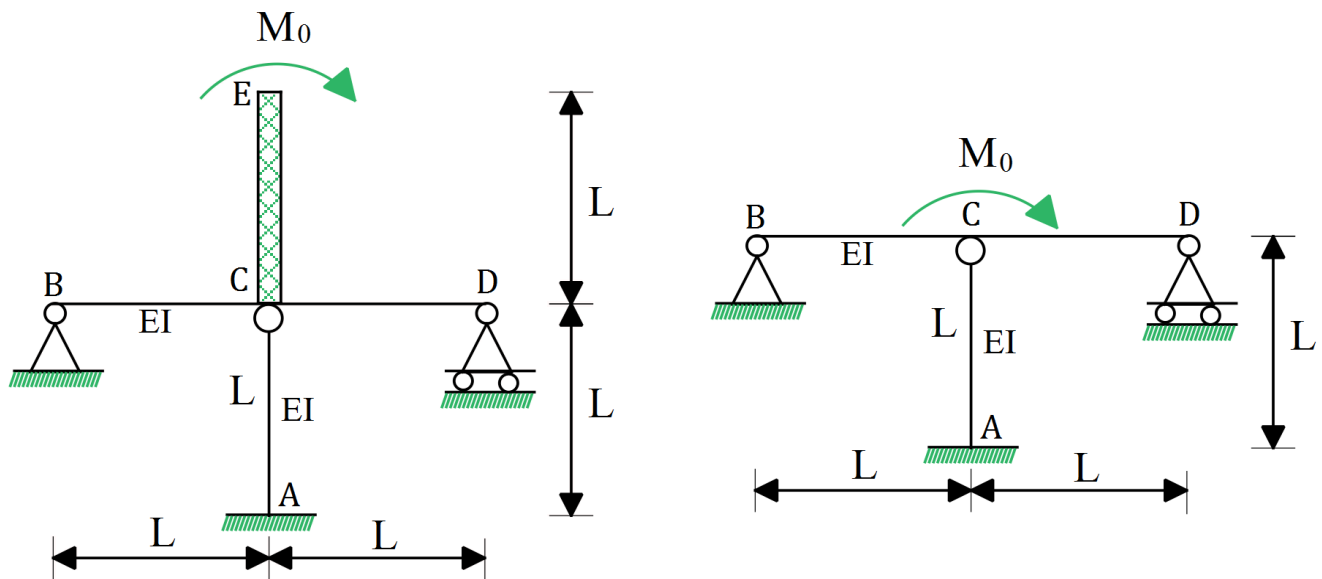
سطح سوال آسان

حل: طبق اصل انعطاف پذیری در دو مرحله می‌توان جا به جایی افقی محل اثر لنگر متمرکز M_0 در نقطه E را محاسبه نمود. بنابراین داریم:

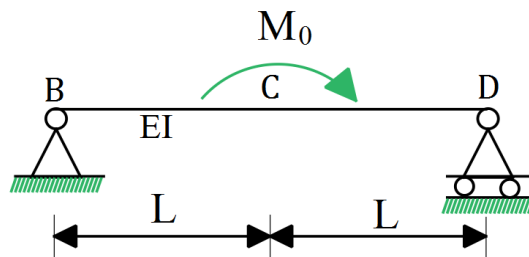
حالت اول: صلبیت عضو BD را برابر بی نهایت قرار داده و بنابراین هیچ گونه خیز و شیبی در طول تیر BD ایجاد نخواهد شد. لذا با توجه به نداشتن خیز و شیب در نقطه C این نقطه مانند تکیه گاه گیردار عمل کرده و با توجه به روابط حفظی خیز در تیرهای طره ای داریم:

$$\rightarrow \Delta_{Ex1} = \frac{M_0 L^2}{2EI} \rightarrow$$

حالت دوم: صلبیت عضو CE را برابر بی نهایت قرار داده و لنگر ناشی از عضو طره ای CE را به نقطه C انتقال داده و با توجه به تغییرشکل خطی عضو صلب طره ای با استفاده از روابط حفظی داریم:



نکته مهم: عضو AC به دلیل اتصال مفصلی در نقطه C هیچ سهمی از لنگر متمرکز ندارد، لذا می توان آن را از سازه حذف نمود:



$$\rightarrow \Delta_{Ex2} = \theta_C * L_{CE} = \frac{M_o * 2L}{12EI} * L = \frac{M_o L^2}{6EI} \rightarrow$$

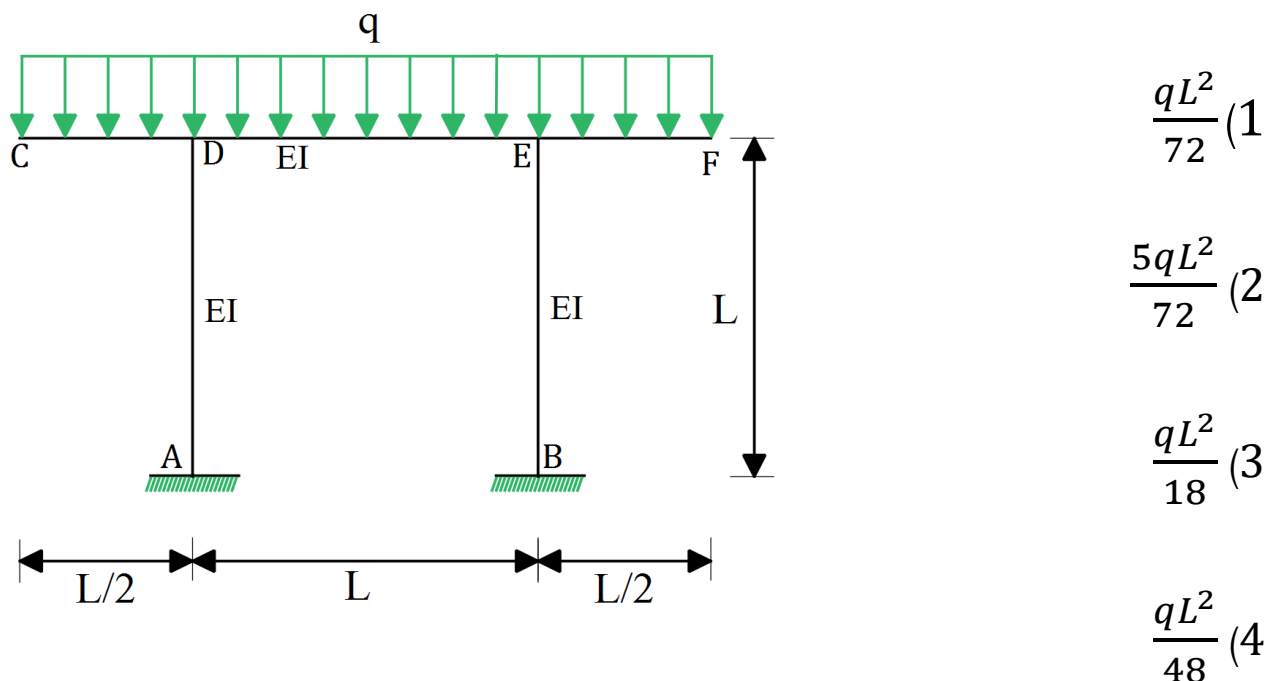
در نهایت می توان جا به جایی افقی محل اثر لنگر متمرکز M_o در نقطه E را طبق اصل جمع آثار قوا محاسبه نمود.

$$\rightarrow \Delta_{Ex} = \Delta_{Ex1} + \Delta_{Ex2} = \frac{M_o L^2}{2EI} + \frac{M_o L^2}{6EI} * P = \frac{2M_o L^2}{3EI} \rightarrow$$

پاسخ سوال گزینه (3)

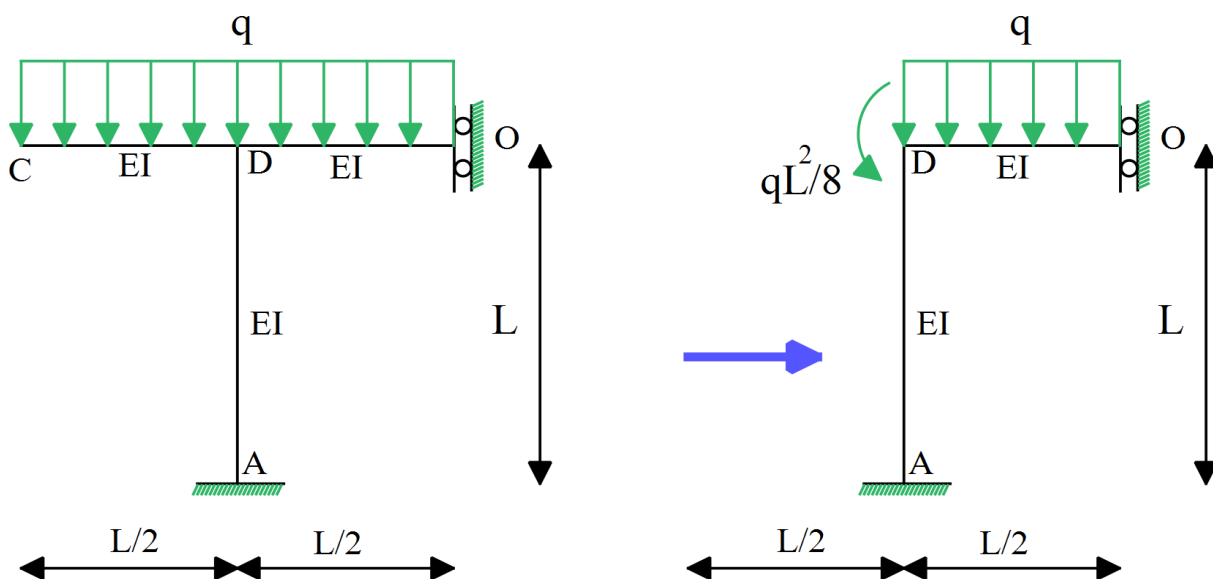


57- در سازه‌ی شکل زیر اگر از تغییرطول محوری و تغییرشکل برشی تمامی اعضاء صرف نظر شود و صلبیت خمشی کلیه‌ی اعضاء یکسان و برابر EI باشد. بر اساس تحلیل الاستیک مرتبه‌ی اول، مقدار لنگر خمشی در تکیه گاه‌ها به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیکتر است؟



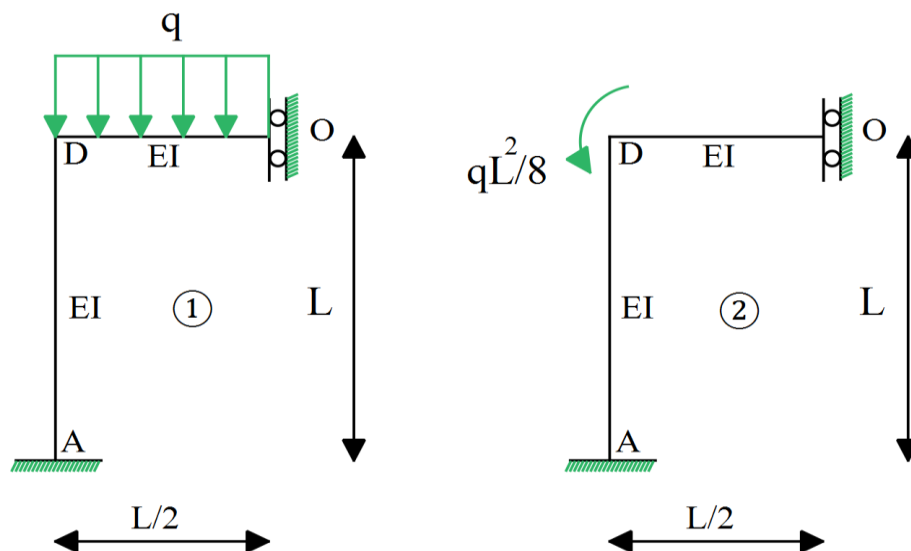
سطح سوال متوسط

حل: سازه متقارن بوده و تحت بارگذاری متقارن مستقیم قرار دارد. مطابق سازه‌ی نیمه داریم:

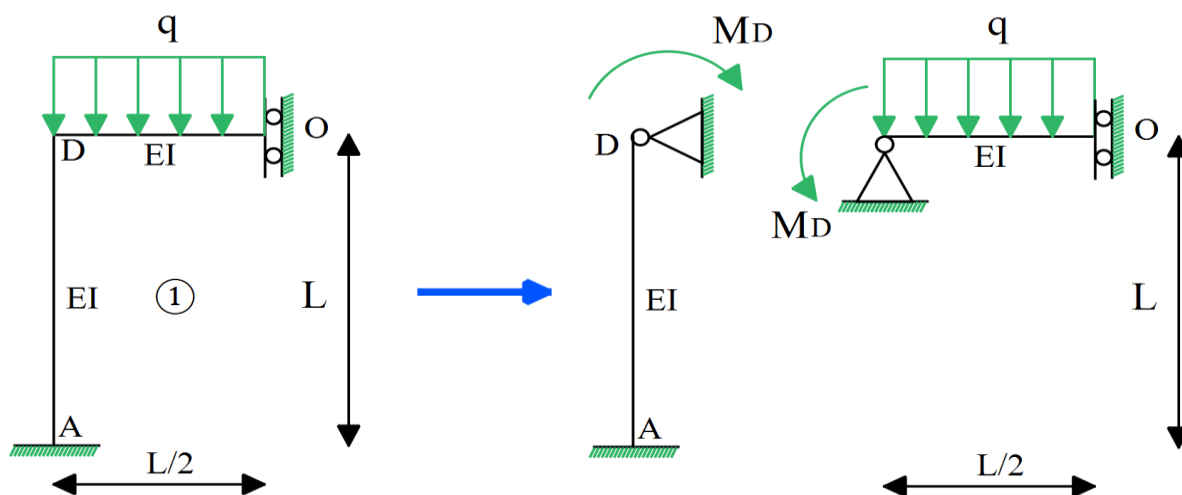




سازه بالا در سمت راست را به دو سازه زیر تحت دو نوع بارگذاری تبدیل کرده و در نهایت طبق اصل جمع آثار قوار مقدار لنگر در محل تکیه گاه گیردار نقطه A را محاسبه می کنیم:



در ادامه با جدا کردن سازه شماره 1 از نقطه D و نوشتن معادله سازگاری برابر شیب در نقطه D داریم:



$$\curvearrow^+ (\theta_L)_D = (\theta_R)_D$$

$$+\frac{M_D * L}{4EI} = +\frac{q * \left(\frac{L}{2}\right)^3}{3EI} - \frac{M_D * \frac{L}{2}}{EI} \rightarrow \frac{qL^3}{24EI} = \frac{3M_D L}{4EI}$$

$$\rightarrow M_D = \frac{qL^2}{18}$$

$$\rightarrow M_{A1} = \frac{1}{2} * \frac{qL^2}{18} = \frac{qL^2}{36} \text{ ساعتگرد}$$



در ادامه در سازه شماره 2 با استفاده از روش سختی و در نظر گرفتن رفتار فنرهای موازی برای تیر و ستون با شیب برابر در نقطه D داریم: ابتدا سختی دورانی تیر و ستون را محاسبه می‌کنیم:

$$K_{DA} = \frac{4EI}{L}$$

$$K_{DO} = \frac{EI}{\frac{L}{2}} = \frac{2EI}{L}$$

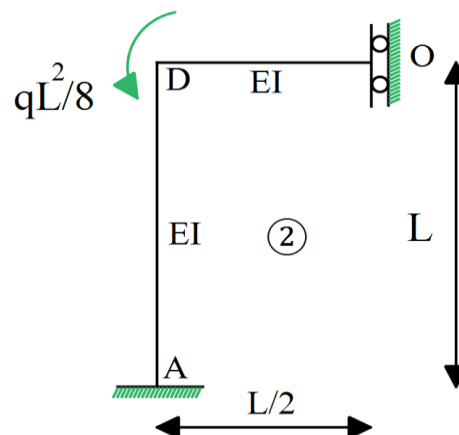
$$M_{DA} = \frac{K_{DA}}{\sum K} * M_D = \frac{\frac{4EI}{L}}{\frac{4EI}{L} + \frac{2EI}{L}} * \frac{qL^2}{8} = \frac{qL^2}{12}$$

$$\rightarrow M_{A2} = \frac{1}{2} * \frac{qL^2}{12} = \frac{qL^2}{24} \text{ پاد ساعتگرد}$$

در نهایت طبق اصل جمع آثار قوار مقدار لنگر در محل تکیه گاه گیردار نقطه A را محاسبه می‌کنیم:

$$\rightarrow M_A = M_{A1} + M_{A2} = \frac{qL^2}{36} - \frac{qL^2}{24} = -\frac{qL^2}{72} \text{ پاد ساعتگرد}$$

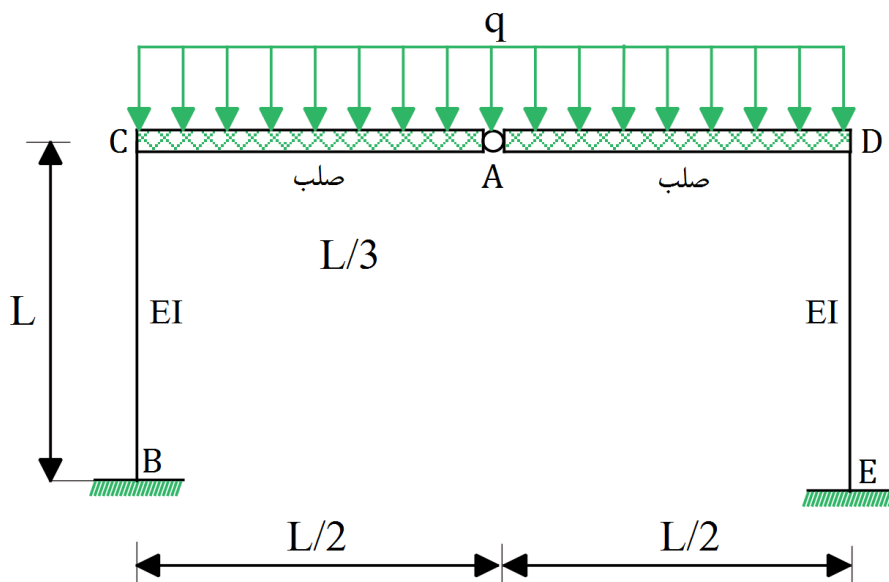
تذکر: در این سوال، سازه نیمه طبق روش شیب افت نیز قابل حل می‌باشد.



پاسخ سوال گزینه (1)



58- در سازه شکل زیر اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی اعضای قائم صرف نظر شود و اعضای افقی کاملاً صلب باشند بر اساس تحلیل الاستیک مرتبه اول، جا به جایی قائم محل مفصل (نقطه A) به کدام یک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟



$$(1) \frac{qL^4}{32EI}$$

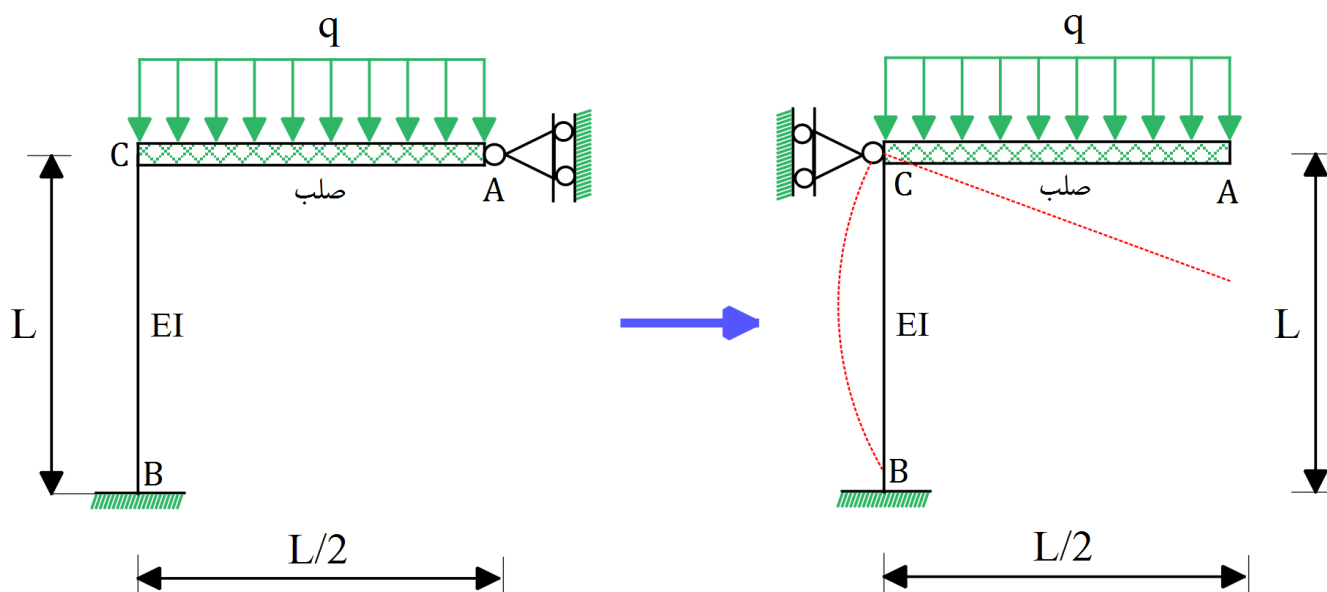
$$(2) \frac{qL^4}{64EI}$$

$$(3) \frac{qL^4}{24EI}$$

$$(4) \frac{qL^4}{16EI}$$

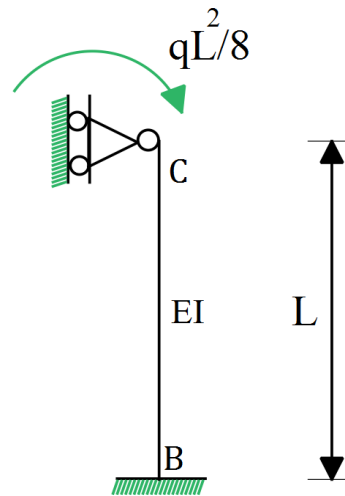
سطح سوال آسان

حل: سازه در راستای محور y حول مفصل خمشی نقطه A متقارن بوده و تحت بارگذاری مستقیم قرار دارد. بنابراین سازه نیمه به صورت زیر می باشد:



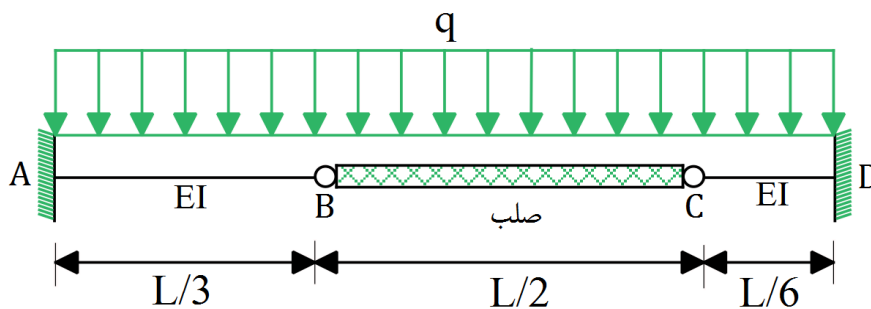
در ادامه می‌توان در سازه نیمه بالا در سمت راست لنگر ناشی از بارگسترده را به نقطه C انتقال داده و با توجه به خطی بودن تغییرشکل عضو صلب AC به صورت زیر از روابط حفظی شیب و خیز مقدار خیز قائم نقطه A را محاسبه نمود:

$$\Delta_{Ay} = \theta_C * L_{AC} = \frac{\frac{qL^2}{8} * L}{4EI} * \frac{L}{2} = \frac{qL^4}{64EI}$$



پاسخ سوال گزینه (2)

59- در سازه شکل زیر اگر از تغییرطول محوری و تغییرشکل برشی اعضای AB و CD صرف نظر شود و صلیبت خمشی آنها یکسان و برابر EI باشد، دوران میله صلب BC به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



$$\frac{qL^3}{240EI} \quad (1)$$

$$\frac{qL^3}{150EI} \quad (2)$$

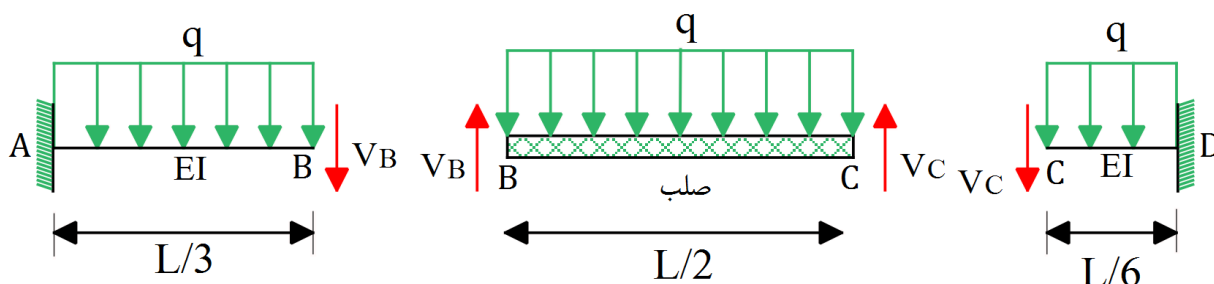
$$\frac{qL^3}{300EI} \quad (3)$$

$$\frac{qL^3}{120EI} \quad (4)$$

سطح سوال آسان



حل: ابتدا سازه را از نقاط B و C جدا کرده و به صورت زیر اعضای AB و CD را تحلیل می کنیم:

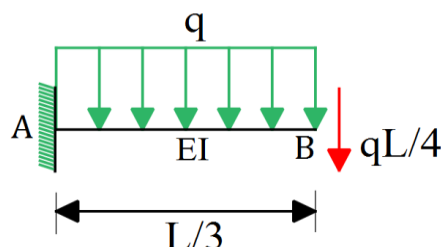


در عضو BC به دلیل تقارن داریم:

$$\rightarrow V_B = V_C = \frac{q * \frac{L}{2}}{2} = \frac{qL}{4}$$

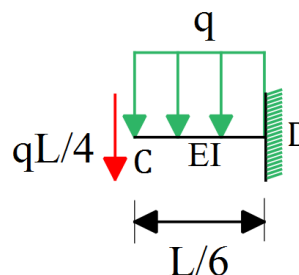
طبق روابط حفظی خیز در تیرهای طره ای در عضو AB داریم:

$$\rightarrow \Delta_B = \frac{q * \left(\frac{L}{3}\right)^4}{8EI} + \frac{\frac{qL}{4} * \left(\frac{L}{3}\right)^3}{3EI} = \frac{qL^4}{216EI} \downarrow$$

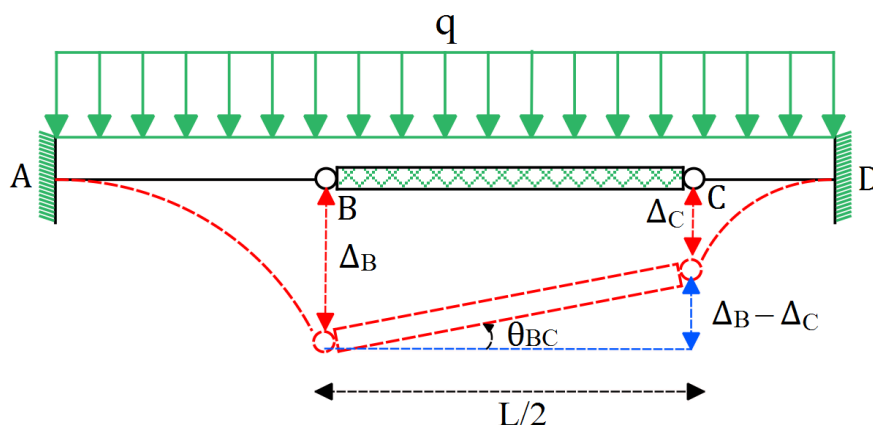


طبق روابط حفظی خیز در تیرهای طره ای در عضو CD داریم:

$$\rightarrow \Delta_C = \frac{q * \left(\frac{L}{6}\right)^4}{8EI} + \frac{\frac{qL}{4} * \left(\frac{L}{6}\right)^3}{3EI} = \frac{5qL^4}{10368EI} \downarrow$$



در نهایت دوران عضو صلب BC را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

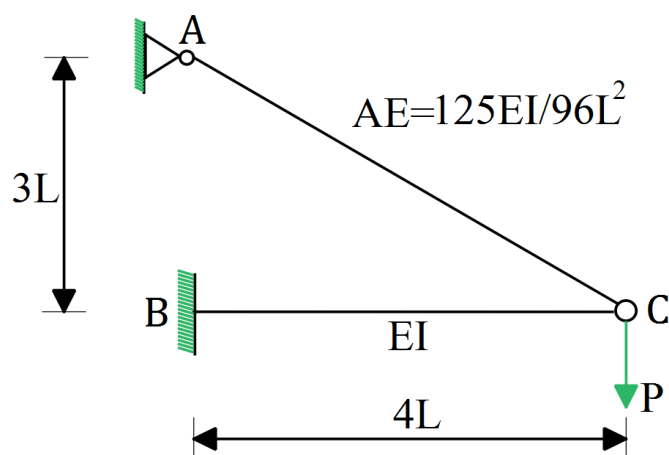




$$\rightarrow \theta_{BC} = \frac{\Delta_B - \Delta_C}{L_{BC}} = \frac{\frac{qL^4}{216EI} - \frac{5qL^4}{10368EI}}{\frac{L}{2}} = \frac{43qL^3}{5484EI} \approx \frac{qL^3}{120EI}$$

پاسخ سوال گزینه (4)

60- در سازه شکل زیر، اگر از تغییر طول محوری و تغییر شکل برشی عضو افقی صرف نظر شود. مقدار لنگر خمشی در تکیه گاه نقطه B به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟



$$\frac{10PL}{3} \quad (1)$$

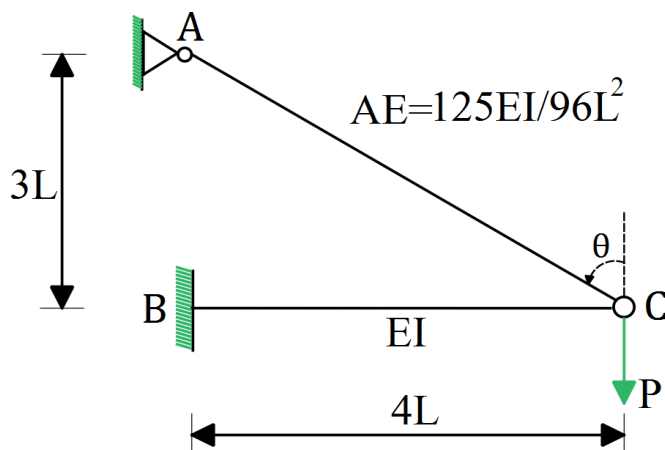
$$2PL \quad (2)$$

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

$$\frac{8PL}{3} \quad (4)$$

سطح سوال متوسط

حل: طبق روش سختی و استفاده از فنرهای موازی نیروی متمرکز P به نسبت سختی بین اعضاء تقسیم خواهد شد. بنابراین:





$$L_{AC} = \sqrt{(4L)^2 + (3L)^2} = 5L$$

$$\cos\theta = \frac{3L}{5L} = 0.6$$

$$K_{CB} = \frac{3EI}{(4L)^3} = \frac{3EI}{64L^3}$$

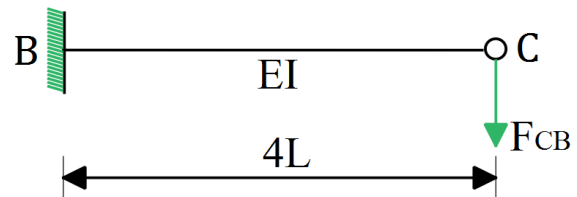
$$K_{AB} = \frac{AE}{5L} \cos^2\theta = \frac{\frac{125EI}{96L^2}}{5L} * (0.6)^2 = \frac{3EI}{32L^3}$$

$$F_{CB} = \frac{K_{CB}}{\sum K} * P = \frac{\frac{3EI}{64L^3}}{\frac{3EI}{64L^3} + \frac{3EI}{32L^3}} * P = \frac{P}{3}$$

در نهایت در تیر BC معادله تعادل لنگر حول نقطه B را می نویسیم:

$$\sum^+ M_B = 0$$

$$M_B = F_{CB} * 4L = \frac{P}{3} * 4L = \frac{4PL}{3}$$



پاسخ سوال گزینه (3)



گروه صنعتی سبزسازه

تحلیل سازه‌ها

تحلیل سازه‌ها



بررسی پایداری و محاسبه درجه نامعینی سازه‌ها

تحلیل سازه‌های معین و رسم خط تاثیر آن‌ها

محاسبه تغییرشکل‌های خمشی در سازه‌ها

تحلیل سازه‌های نامعین و رسم خط تاثیر آن‌ها

نویسنده: دکتر رامین منصوری

گروه صنعتی سبزسازه