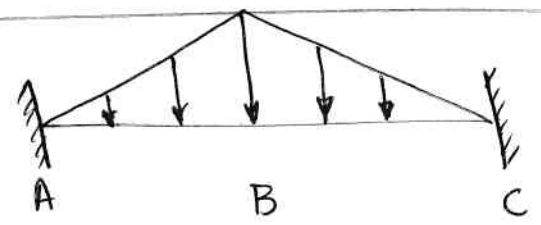


$$\theta = \frac{Ml}{2EI} = \frac{ql^2}{12} \times \frac{l}{2EI} = \frac{ql^3}{4EI}$$

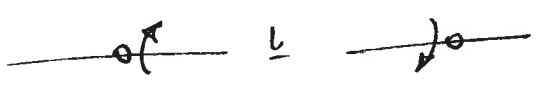
$$\Delta_{mid} = \Delta_B = \frac{ql^4}{384EI} + \left(\frac{ql^2}{12} \right) \times \frac{l^2}{8EI} = \frac{5ql^4}{384EI}$$

نکته: اگر بارگذاری و تکیه‌ها شبیه به نقطه‌ها و نقاط باشد

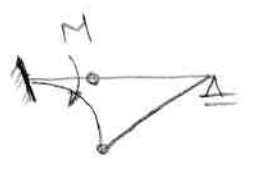
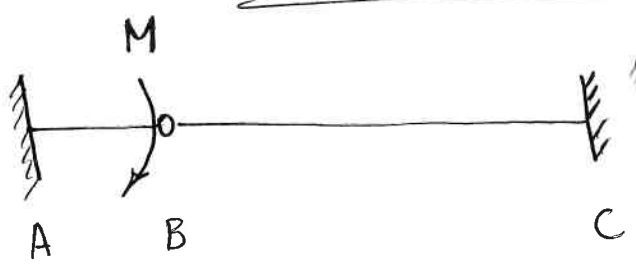
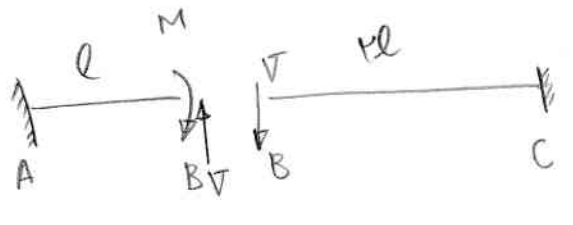


نکته: اگر بارگذاری و تکیه‌ها شبیه به نقطه‌ها و نقاط باشد، می‌تواند در تحلیل سازه در نظر گرفته شود و به راحتی می‌تواند در نظر گرفته شود. در این حالت باید به تکیه‌ها و بارگذاری‌ها توجه داشت. در این حالت باید به تکیه‌ها و بارگذاری‌ها توجه داشت.

در این حالت باید به تکیه‌ها و بارگذاری‌ها توجه داشت. در این حالت باید به تکیه‌ها و بارگذاری‌ها توجه داشت.



مثال: اگر بارگذاری و تکیه‌ها شبیه به نقطه‌ها و نقاط باشد



$$\Delta_{IB} = \Delta_{2B}$$

$$\frac{Ml^2}{2EI} - \frac{Vl^3}{3EI} = \frac{V(2l)^3}{3EI} = \frac{8Vl^3}{3EI}$$

$$\rightarrow \frac{3Vl^3}{EI} = \frac{Ml^2}{2EI} \rightarrow V = \frac{M}{7l}$$

نکته: اگر بارگذاری و تکیه‌ها شبیه به نقطه‌ها و نقاط باشد

$$\frac{10^3}{5} \Delta_B = \frac{V \cdot (2l)^3}{3EI} = \frac{M}{7l} \times \frac{8l^3}{3EI} = \frac{8Ml^2}{9EI}$$

$$\theta_{B-} = \frac{Ml}{EI} - \frac{V(2l)^2}{2EI} = \frac{Ml}{EI} - \frac{M}{7l} \times \frac{4l^2}{EI} = \frac{11Ml}{14EI} \rightarrow \text{Clock wise}$$

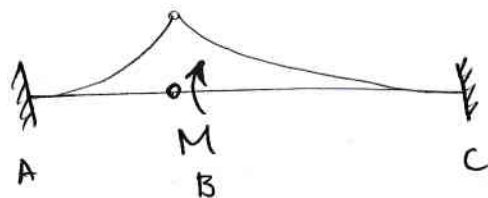
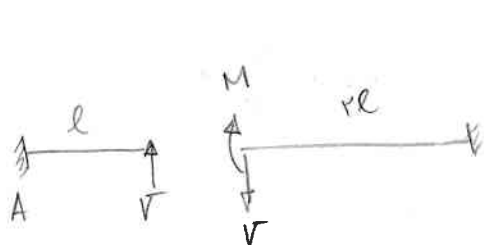
$$\theta_{B+} = \frac{V(2l)^2}{2EI} = \frac{M}{7l} \times \frac{4l^2}{EI} = \frac{4Ml}{7EI} \uparrow \text{Counter Clock wise}$$

$$\Delta\theta_B = \theta_{B+} + \theta_{B-} = \frac{11Ml}{14EI} + \frac{4Ml}{7EI} = \frac{8Ml}{7EI}$$

$$M_A = M - Vl = M - \frac{M}{7l} \times l = \frac{6}{7}M$$

$$M_C = V \times 2l = \frac{M}{7l} \times 2l = \frac{2M}{7}$$

حال اگر تکیه سمت راست مفصل لنگر کند



$$\Delta_{1B} = \Delta_{2B}$$

$$\frac{M(2l)^3}{6EI} - \frac{V(2l)^3}{3EI} = \frac{Vl^3}{3EI} \rightarrow \frac{4Vl^3}{EI} = \frac{2Ml^3}{EI} \rightarrow V = \frac{2M}{3l}$$

$$\Delta_B = \frac{Vl^3}{3EI} = \frac{2M}{3l} \times \frac{l^3}{3EI} = \frac{2Ml^2}{9EI} \uparrow$$

بقیه نتایج تحلیل سازه نیز با حالت قبل متفاوت است. که در جدول آتی به شرح داده می شود

نکته: اگر بارگذاری بصورت گسترده باشد می توان آزادی درجه مفصل برشی، روی مفصل برشی و یا در

مفصل برشی اعمال کرد و نتیجه تحلیل سازه در هر دو حالت یکسان است. ولی اگر بارگذاری بصورت

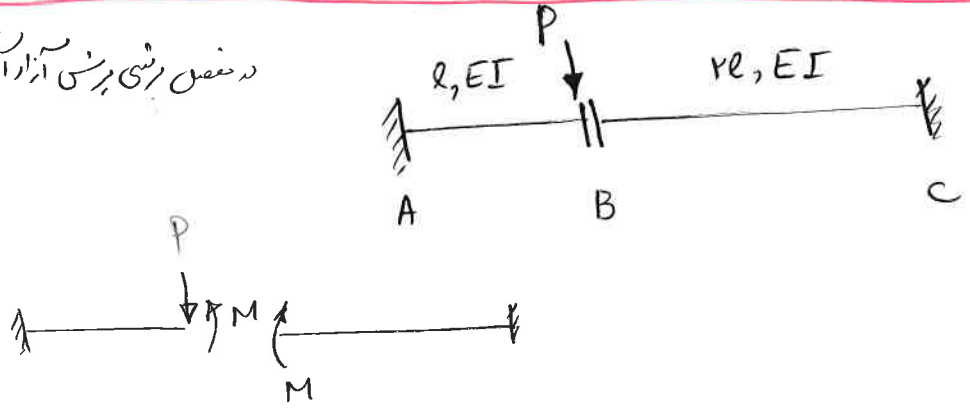
نقطه ای متمرکز باشد آزادی درجه اعمال کرد و باقی آزادی درجه در است مفصل برشی و یا در

منصل برشی ایماں گدر دسجی تحلیل سازه درین روشا با یکدیگر کاملاً متفاوت است.

- در سازه نا معین دارای منصل برشی معادل سازه ای بصورت پیوستگی سبب در حل منصل برشی

در منصل برشی برشی از ازا است ولی تغییر دارد

مخواهد بود
مثال:



Compatibility equation

$$\theta_{1B} = \theta_{2B} \rightarrow \frac{Pl^2}{2EI} - \frac{Ml}{EI} = \frac{M \cdot 2l}{EI} \rightarrow \frac{3Ml}{EI} = \frac{Pl^2}{2EI}$$

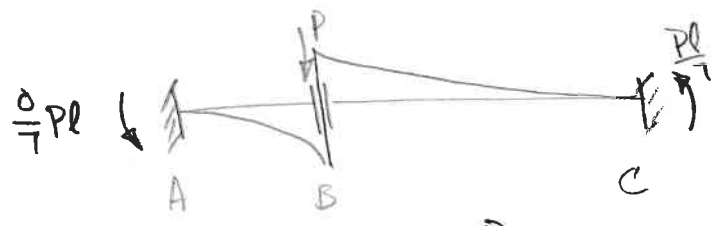
$$\rightarrow M = \frac{Pl}{7}$$

$$\Delta_{B-} = \frac{Pl^3}{2EI} - \frac{Ml^2}{2EI} = \frac{Pl^3}{2EI} - \frac{Pl}{7} \times \frac{l^2}{2EI} = \frac{Pl^3}{2EI}$$

$$\Delta_{B+} = \frac{M(2l)^3}{6EI} = \frac{Pl}{7} \times \frac{2l^3}{6EI} = \frac{Pl^3}{21EI}$$

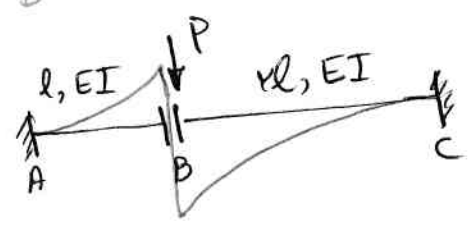
$$(\Delta_B)_{relative} = \Delta_{B-} + \Delta_{B+} = \frac{Pl^3}{2EI} + \frac{Pl^3}{21EI} = \frac{11}{21} \frac{Pl^3}{EI}$$

$$\theta_B = \frac{M(2l)}{EI} = \frac{Pl}{7} \times \frac{2l}{EI} = \frac{Pl^2}{7EI}$$

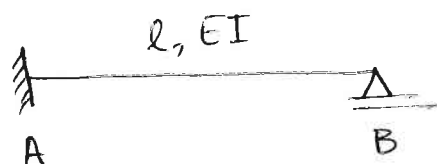


$$M_A = Pl - M = Pl - \frac{Pl}{7} = \frac{6Pl}{7}$$

$$M_C = M = \frac{Pl}{7}$$



تقریباً، تغییر در رابطه کامل تحلیل کنید

[illegible]

۱۱. حکم اکثریت بابت مذاکره معتمدین مکان
وسطی معتمدین در برابر معتمدین
الریله که بابت معتمدین
نسبت معتمدین مکان وسطی در برابر معتمدین
الریله که بابت معتمدین نسبت معتمدین مکان وسطی در برابر معتمدین

$$1 \rightarrow 1, 2$$

$$\frac{ME^r}{r+EI}$$

اگر کسی افضل بنے

Δ. : غده مکان وسطیہ دوسرے درجہ

۵۲ تغیر کان سے کیسے ہوا کیسے فصل

۵۳ : تعریف مکان دو سه منصف

$$\Delta_3 - \Delta_1 = \kappa (\Delta_2 - \Delta_1)$$

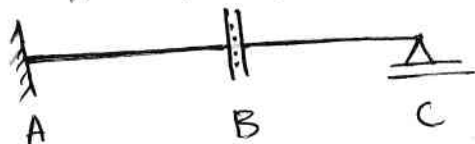
$$\rightarrow \Delta \mu = \kappa \Delta \gamma - \kappa \Delta I$$

$$\rightarrow \Delta r = r \times 1/r - r \times 1 = 1/r \text{ cm}$$

۱۳. جامع: در زیر نسبت $\frac{P_1}{P_2}$ چه باید آماجائی نوی در فصل ۲ و ۳ صفحہ ۲۰

($AB = BC = l$, $EI = \text{Constant}$)

$$\frac{11P}{17} = P_1 \downarrow \downarrow P_4 = \frac{\delta P}{17}$$



$$\frac{11P}{17}$$

پیشہ

$$P = P_1 + P_2$$

سپرسیت است

$$\frac{11P}{17}$$

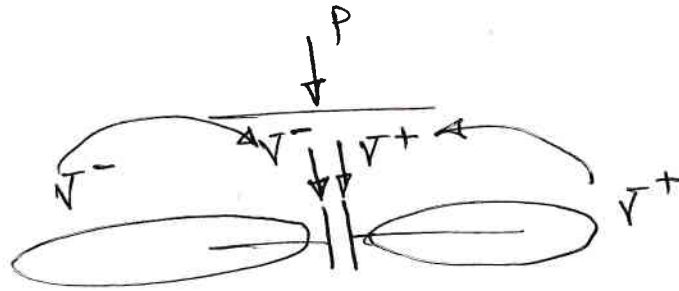
$$\begin{array}{r} \uparrow \delta P \\ \hline 17 \end{array}$$

- $$\begin{array}{cc} \gamma, \gamma & (1) \\ \gamma & (2) \\ \gamma, \gamma & (3) \\ \gamma & (4) \end{array}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{11}{17} P}{\frac{8}{17} P} = \frac{11}{8} = 2,2 \rightarrow (11)$$

۱۰۶
S

سوال ۸۴ جامع

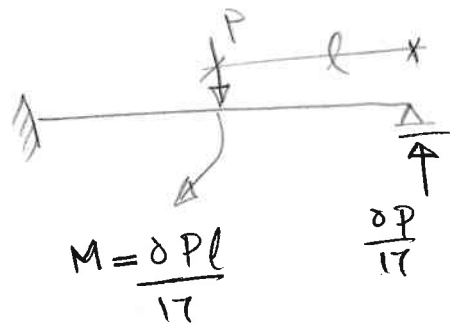
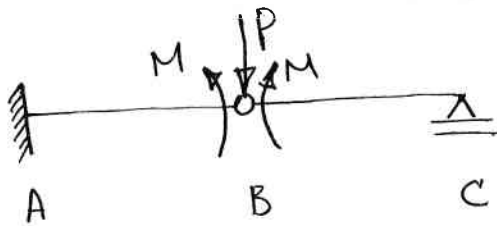


نکته:

اگر نیروی (V^-) که برش در سمت چپ منقل برشی است در روی سمت چپ منقل بگذاریم
و نیروی (V^+) که برش در سمت راست منقل برشی است را در روی سمت راست
منقل برشی بگذاریم منقل برشی جابجائی نسبی ندارد و با هم بایکدی یا بالای روند

۸۲ جامع

در تیر زیر مقدار لنگ M چقدر باشد تا فرخش نسبی در منقل غشی B صفر شود؟ $(AB=BC=l, EI=Constant)$



اگر فرخش نسبی صفر بود

پس آن نقطه نیوسته بود

همه نقطه و نیوسته ای را از منقل کنیم

و لنگ آن نقطه را که قبلاً داشت

روی منقل قرار دهیم آن منقل

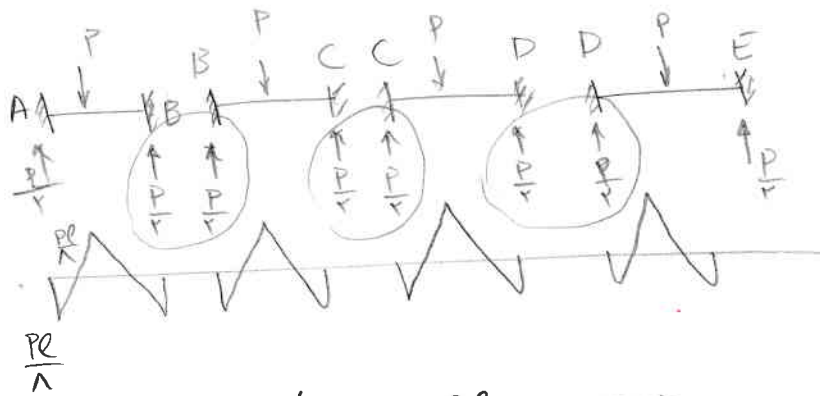
همچون فرخش نسبی نخواهد داشت

یعنی شیب خط میل بر آن نقطه

همه در راست آن برابر است

$$\frac{10V}{S}$$

2



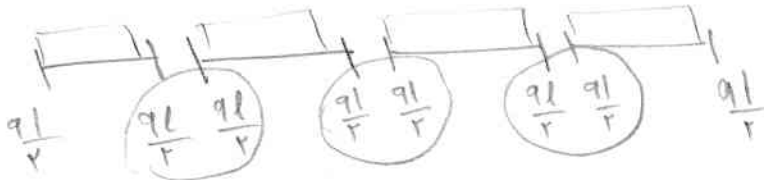
$$\frac{PL}{\Delta} \left(\begin{array}{c} \leftarrow \\ 0 \end{array} \right) \frac{PL}{\Delta}$$



توزيع

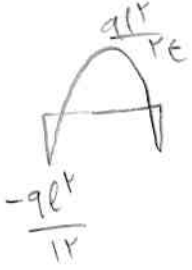
$$\frac{2 \times 11 \times 11}{11 \times 11}$$

$$\frac{10 \times 11}{11 \times 11}$$

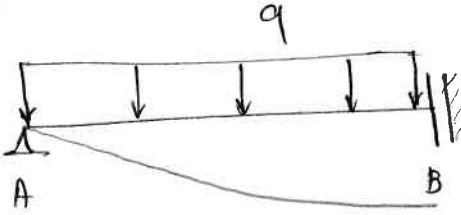


$$\frac{2 \times 11 \times 11}{11 \times 11}$$

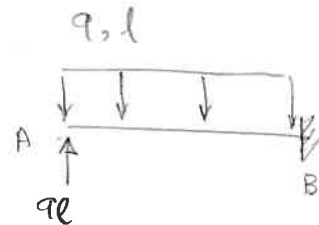
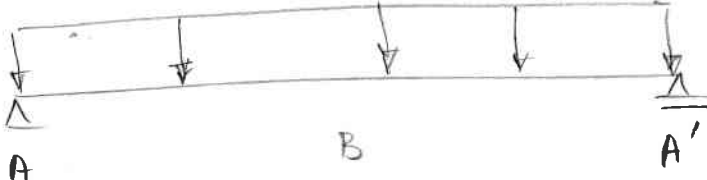
M.



$$\frac{2 \times 11 \times 11}{11 \times 11}$$



q, 2L

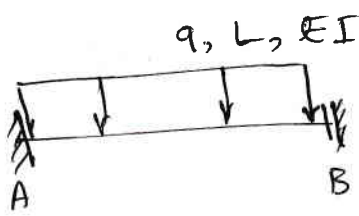


$$\theta_A = \theta_{A'} = \frac{q(2L)^3}{12EI} = \frac{qL^3}{3EI}$$

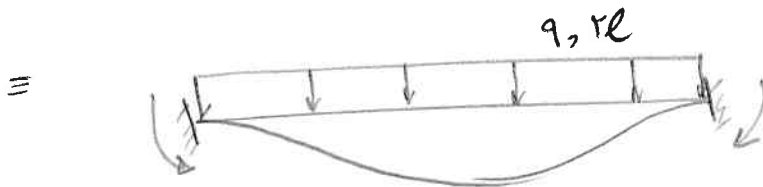
$$\theta_A = \frac{qL^3}{12EI} - \frac{qL^3}{12EI} = \frac{qL^3}{12EI}$$

$$\Delta_{mid} = \frac{q(2L)^4}{80EI} = \frac{qL^4}{20EI}$$

$$\Delta = \frac{qL^4}{80EI} - \frac{qL^4}{80EI} = \frac{qL^4}{80EI}$$



$$\frac{10\lambda}{8}$$

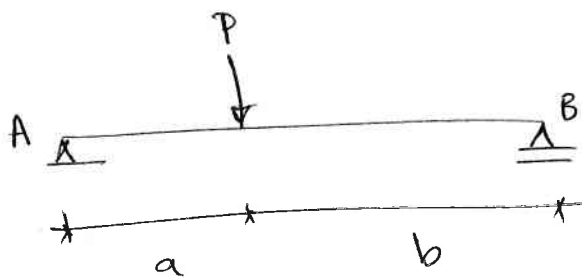


$$M_A = \frac{q(lr)^r}{1r} = \frac{ql^r}{1r}$$

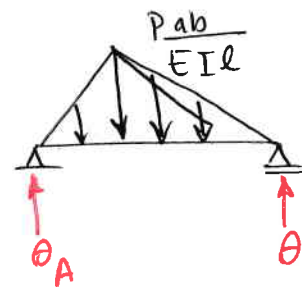
$$\Delta_B = \frac{q(lr)^r}{r1rEI} = \frac{ql^r}{rEI}$$

$$M_B = \frac{q(lr)^r}{r} = \frac{ql^r}{r}$$

← ۳.۷
← ۳.۷



← ۳.۷



← ۳.۷

$$\theta_A = \frac{Pab(l+b)}{rEI l}$$

$$\theta_B = \frac{Pab(l+a)}{rEI l}$$

$$\theta_A + \theta_B = \frac{1}{r} \times l \times \frac{Pab}{EI l}$$

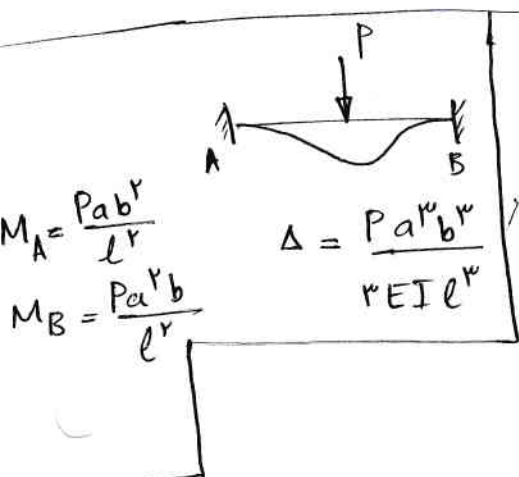
$$\theta_A + \theta_B = \frac{Pab}{EI l}$$

$$\Delta_C = \frac{Pa^r b^r}{rEI l}$$

$$\frac{\theta_A}{\theta_B} = \frac{l+b}{l+a}$$

← ۳.۷

← ۳.۷



$$M_A = \frac{Pab^r}{l^r}$$

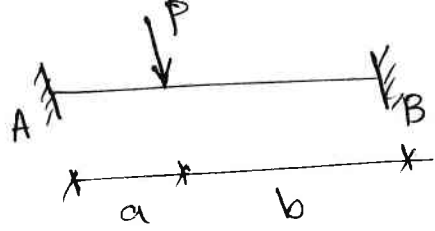
$$M_B = \frac{Pa^r b}{l^r}$$

$$\Delta = \frac{Pa^r b^r}{rEI l^r}$$

$$\theta_A + \theta_B = \frac{Pab(l+b)}{rEI l} + \frac{Pab(l+a)}{rEI l} = \frac{Pab(l+b+l+a)}{rEI l}$$

$$\theta_A + \theta_B = \frac{Pab}{rEI}$$

$$\frac{1.9}{5}$$



$$a + b = l = \text{Constant}$$

$$M_A = \frac{Pab^r}{l^r}$$

$$M_B = \frac{Pa^r b}{l^r}$$

$$\rightarrow \frac{M_A}{M_B} = \frac{b}{a}$$

$$\frac{a}{1} = \frac{b}{r} \quad \text{مقدارهای ثابت} \quad M_A = \frac{Pab^r}{l^r}$$

$$\frac{a}{1} = \frac{b}{r} = \frac{a+b}{1+r} = \frac{l}{r}$$

if $(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \text{Const}$

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_n \quad \text{مقدارهای ثابت} \quad x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$$

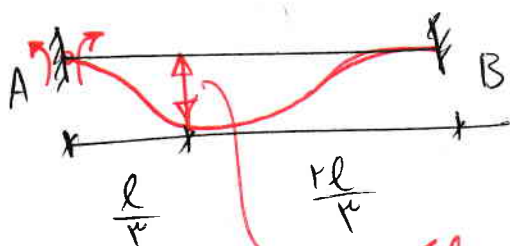
if $x_1 + x_2 + \dots + x_n = \text{Const}$

$$\frac{x_1}{\alpha_1} = \frac{x_2}{\alpha_2} = \dots = \frac{x_n}{\alpha_n}$$

$$\text{مقدارهای ثابت} \quad \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \dots \cdot \alpha_n$$

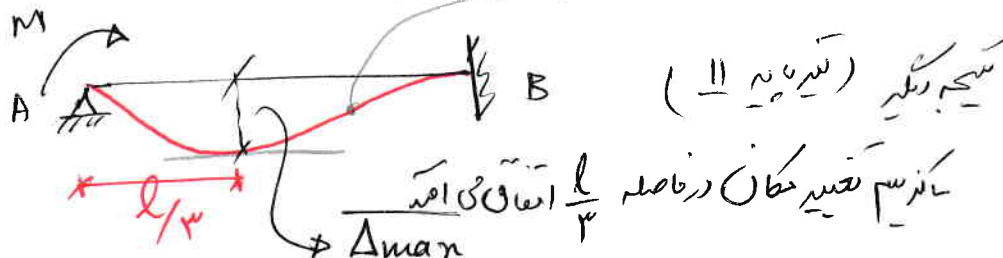
$$\rightarrow (M_A)_{\max} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{Pab^r}{l^r} \\ a = \frac{l}{r} \\ b = \frac{r l}{r} \end{array} \right. = \frac{P \times \frac{l}{r} \times \frac{r l}{r}}{l^r} = \frac{r P l}{r^2 l} = \frac{P l}{r}$$

نقطه تغییر مکان در $\frac{l}{r}$ از A به سمت راست



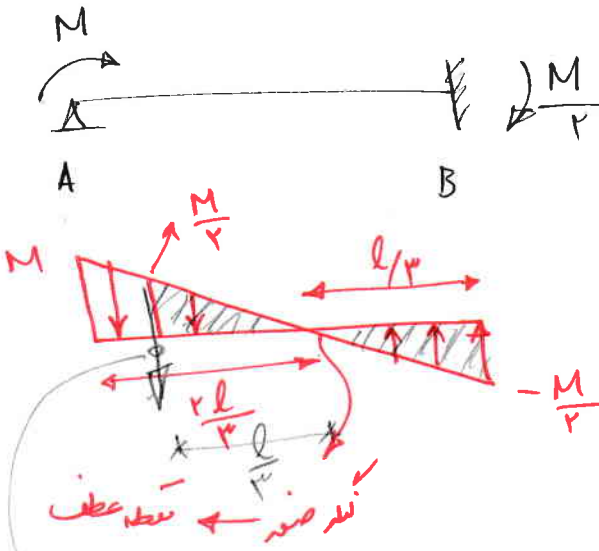
خط تغییر مکان MA

(Elastic Curve) خط تغییر مکان در $\frac{l}{r}$ از A به سمت راست

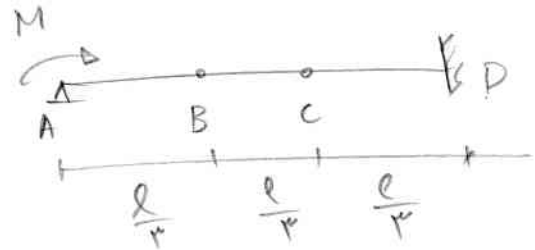


حتمای که Δ_{max} را خواستند بزرگ ترش

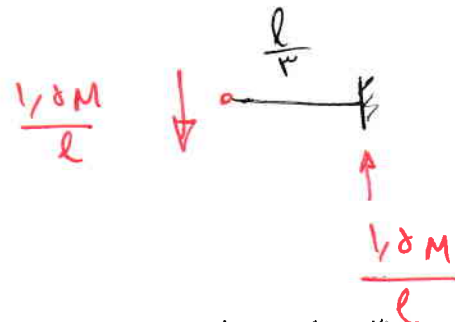
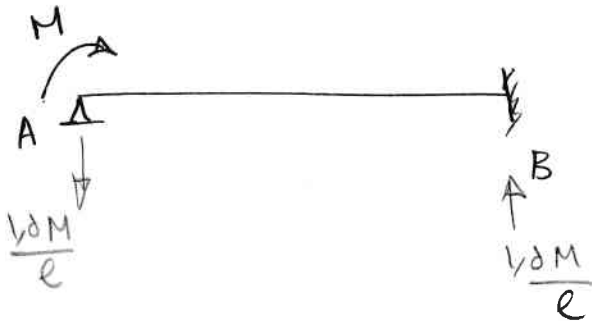
بزرگ است



حل برش صفر در تیر مزدوج
و حل Δ_{max} در تیر اصلی

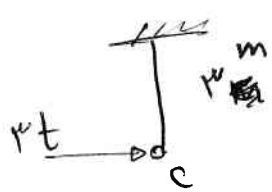
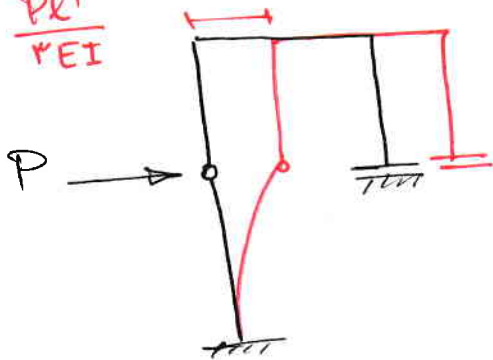


$\Delta_{max} \leftarrow B$
نقطه عطف تغییر شکل سازه $\leftarrow C$



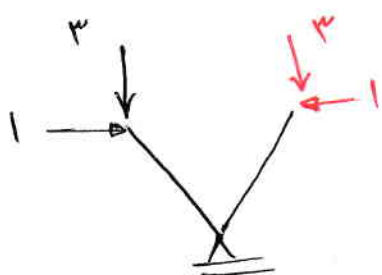
$$\Delta \leftarrow \Delta = \frac{1.8 \frac{M}{l} * \left(\frac{l}{3}\right)^3}{3EI}$$

$$\Delta_{max} = 2 * \Delta_{\text{عطف}} = \frac{M l^2}{3EI} \quad \left| \quad \Delta = 1.8 \frac{M}{l} * \frac{l^3}{3EI} = \frac{M l^2}{5EI} \right.$$

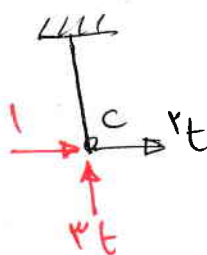


$$\Delta_c = \frac{Pl^3}{3EI} = \frac{3 \times 3}{3EI} = 0.027 \text{ m} = 2.7 \text{ cm}$$

۳۱۹

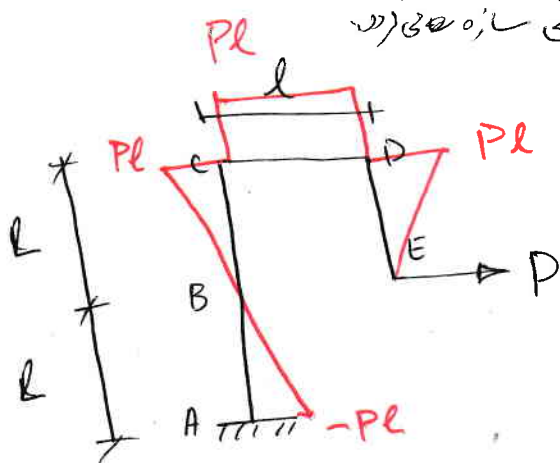


۲



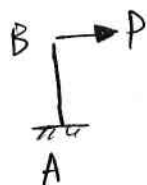
نیروی $3t$ قائم از $P \cdot \Delta$ دارد و باعث می‌شود Δ_c می‌گردد یعنی در واقع تغییر مکان c از 2.7 cm می‌گردد است.

نکته: اگر عضو قوسی تحت نیروی محوری قرار دارد. به خاطر آنکه $P \cdot \Delta$ نگرینیم
تغییر شکل سازه $(\Delta \text{ و } \theta)$ اثراتی می‌یابد. به عبارت دیگر نیروی محوری اثرات
سازه را کاهش داده است. لکن نیروی محوری کششی باشد موجب کاهش تغییر شکل سازه می‌شود
به عبارت دیگر، نیروی محوری کششی موجب افزایش سختی سازه می‌گردد.

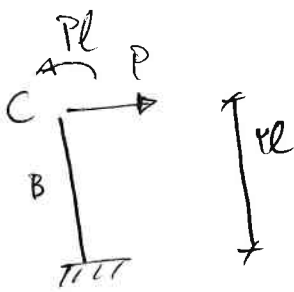


۳۲۰

دی شود به طرف لوله‌ها در جا می‌ماند
ولی به خلاف جهت لوله‌ها که در نمی‌ماند (جا می‌ماند)
بار را بر دوش می‌برد B می‌بریم ولی لوله نگرینیم



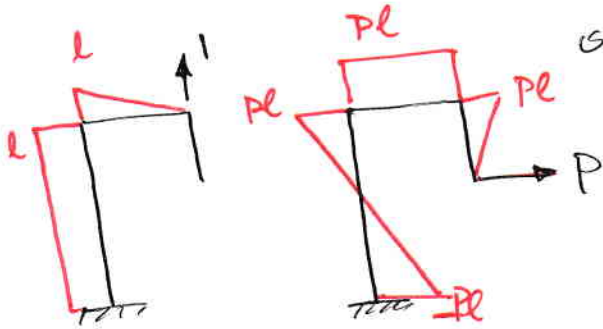
$$\Delta_B = \frac{Pl^3}{3EI} \quad \theta_B = \frac{Pl^2}{2EI}$$



$$\Delta_C = \frac{P(l^2)^2}{2EI} - \frac{Pl(l^2)^2}{EI}$$

$$= \frac{1Pl^3}{2EI} - \frac{Pl^3}{EI} = -\frac{Pl^3}{2EI}$$

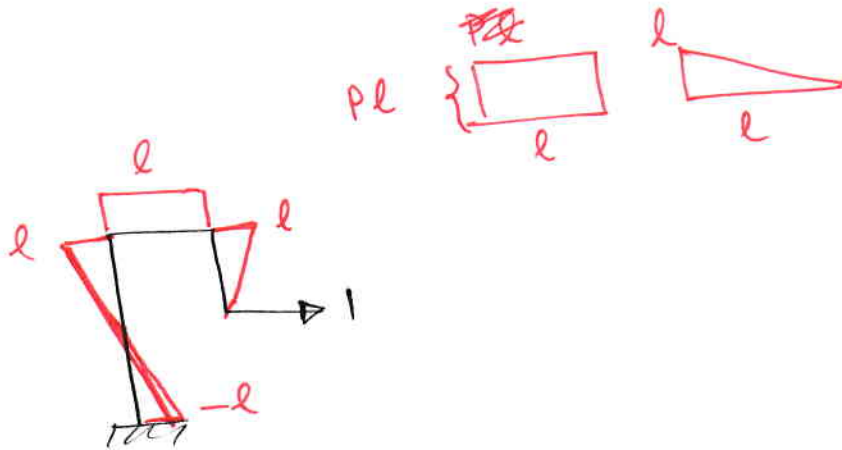
$$\theta_C = \frac{P(l^2)^2}{EI} - \frac{Pl \times l^2}{EI} = 0$$



شیب، بزرگی

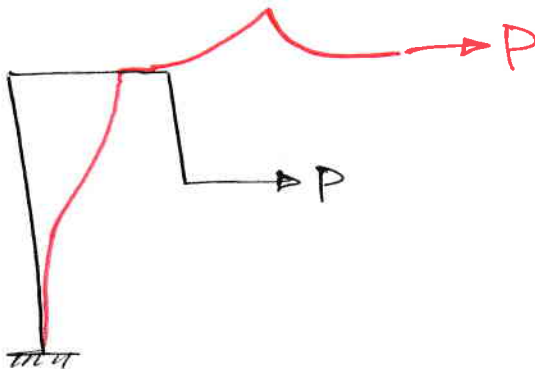
در این روش

$$1 \times \Delta D = \int \frac{M(x)m(x) dx}{EI} = \frac{l}{EI} \times Pl \times l = \frac{Pl^2}{EI} \uparrow$$



در این روش

$$1 \times \Delta H = \int \frac{M(x)m(x) dx}{EI} = 3 \times \frac{l}{EI} \times Pl \times l + \frac{Pl \times l \times l}{EI} = \frac{4Pl^2}{EI}$$

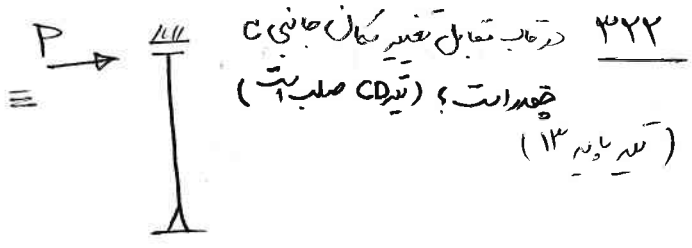
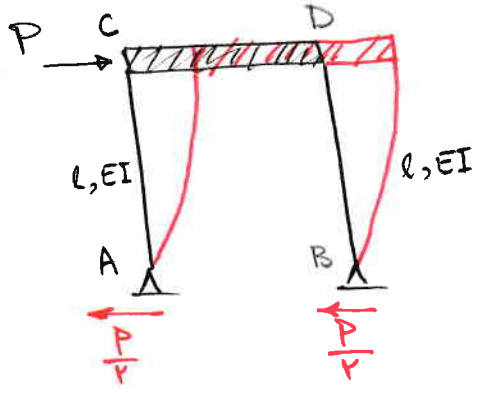


=



$$\Delta_C = \frac{P(l^2)^2}{2EI}$$

$$\Delta_C = \frac{Pl^3}{2EI}$$



$$\Delta_C = \Delta_D = \frac{P}{2} \times \frac{l^3}{3EI} = \frac{Pl^3}{6EI}$$

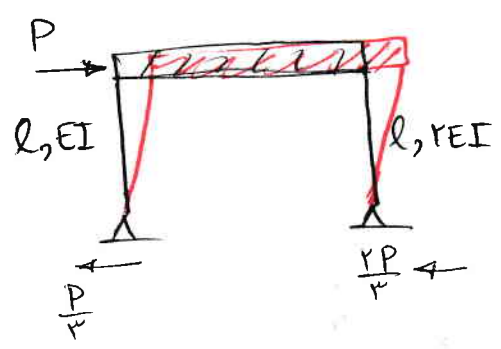
$$\theta_A = \theta_B = \frac{P}{2} \times \frac{l^2}{2EI} = \frac{Pl^2}{4EI}$$

روش دیگر: تیرهای موازی (Δ هر دو یکی است، P بین هر دو ستون توزیع می شود)

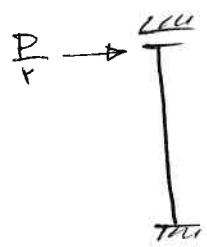
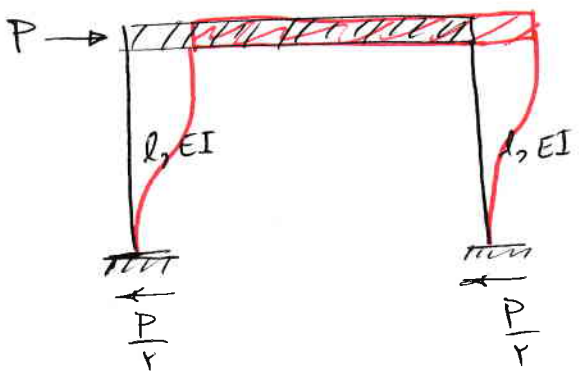
سختی هر ستون: $\frac{3EI}{l^3}$

$$\Delta = \frac{P}{\sum k} = \frac{P}{\frac{3EI}{l^3} + \frac{3EI}{l^3}} = \frac{Pl^3}{6EI}$$

معنای مثال



P به نسبت سختی ها
توزیع می شود



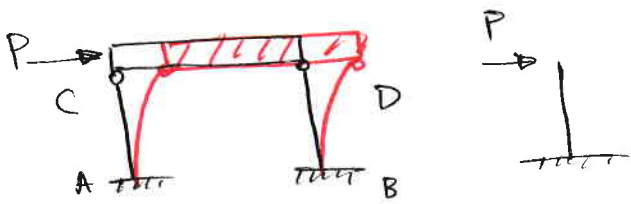
$$\Delta = \frac{P/2}{4EI} \times l^3 = \frac{Pl^3}{8EI}$$

$$M_A = M_B = M_C = M_D = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4}$$

روش دیگر: روش تیرها: (نیروی توزیع می شود، Δ برابر)

$$\Delta = \frac{P}{\sum k} = \frac{P}{\frac{4EI}{l^3} + \frac{4EI}{l^3}} = \frac{Pl^3}{8EI}$$

بعد از آنکه سختی ستونها را عوض کند با هم برابر می شود
قابل عکس است



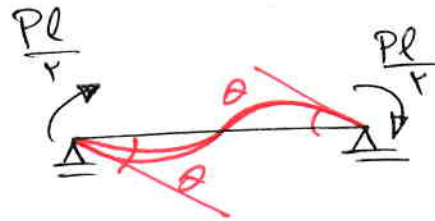
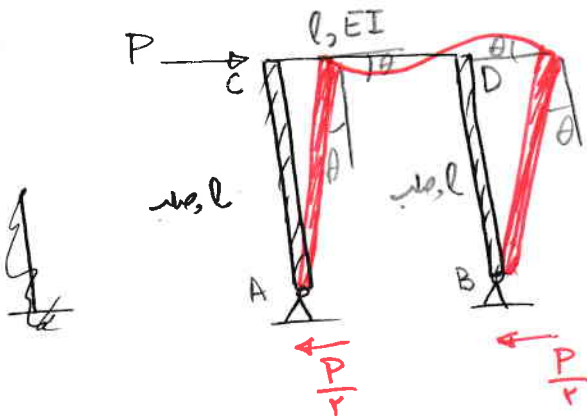
۳۲۶
 دقت متقابل تغییر مکان جانبی C چقدر است؟
 (تیر CD صلب است)

$$\Delta = \frac{P}{Y} \times \frac{l^3}{4EI} = \frac{Pl^3}{4EI}$$

$$\theta = \frac{P}{Y} \times \frac{l^2}{4EI} = \frac{Pl^2}{4EI}$$

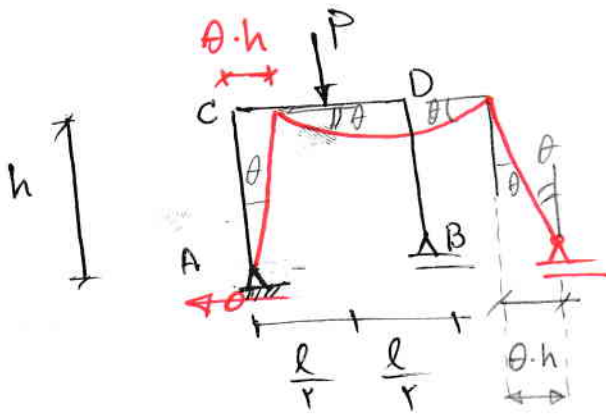
نکته: هر کلام سختی بیشتر داشته باشد به نسبت سختی آن نیروی کمتری

۳۲۷. تغییر مکان جانبی نقطه C (نقطه افکانه)؟

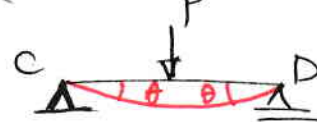


$$\theta = \frac{Ml}{4EI} = \frac{Pl}{Y} \times \frac{l}{4EI} = \frac{Pl^2}{4EI}$$

$$\Delta_C = \Delta_D = \theta \cdot l = \frac{Pl^3}{4EI}$$



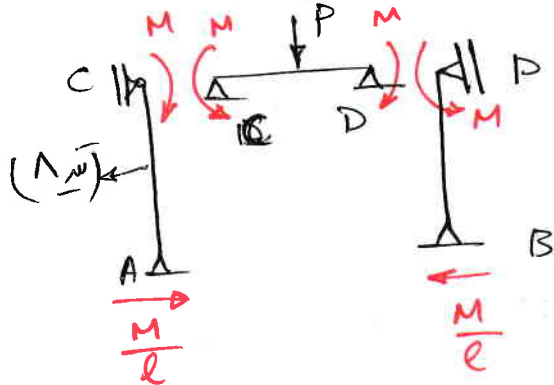
۳۲۸. دقت متقابل تغییر مکان در نقطه A چقدر است؟
 (EI = Constant)



$$\theta = \frac{Pl^2}{4EI}$$

$$\Delta H_C = \Delta H_D = \theta \cdot h = \frac{Pl^2 h}{4EI}$$

$$\Delta H_B = 2\Delta H_C = 2\theta \cdot h = 2 \times \frac{Pl^2 h}{4EI} = \frac{Pl^2 h}{2EI}$$



$\frac{9l^3}{24EI} \rightarrow$ اگر چار بار P کے ساتھ

$$\rightarrow \frac{\delta ML}{7EI} = \frac{Pl^3}{17EI} \rightarrow M = \frac{7}{\delta} \times \frac{Pl}{17} = \frac{7Pl}{17\delta}$$

$$V_A = V_B = \frac{M}{\ell} = \frac{r_p}{r_o}$$

$$\theta_{ic} = \theta_{rc} = \frac{Ml}{rEI} = \frac{rPl}{r_0} \times \frac{l}{rEI} = \frac{Pl^2}{r_0 EI}$$

$$\theta_A = \theta_B = \frac{Ml}{7EI} = \frac{rPl}{r_0} * \frac{l}{7EI} = \frac{Pl^2}{10EI}$$

$$\Delta_{mid} = \frac{Pl^r}{48EI} - \frac{Ml^r}{4EI} = \frac{Pl^r}{48EI} - \frac{rPl}{r_0} * \frac{2^r}{4EI} = \dots$$

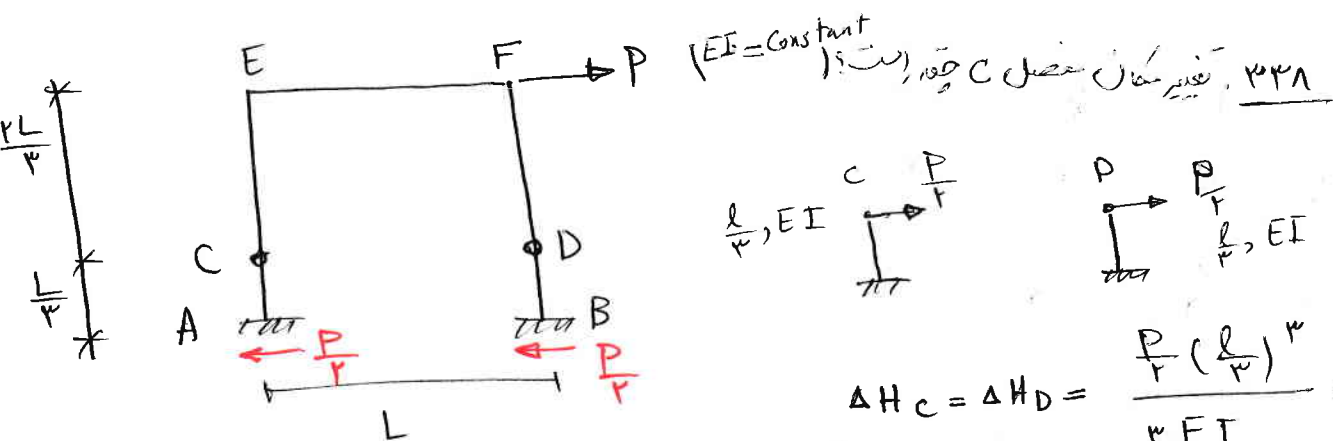
$\left\{ \begin{array}{l} 891^3 \\ \hline \dots \end{array} \right.$

$$\frac{11V}{8} \quad A_{ic} = \theta_{rc} \rightarrow \frac{P_{il} r}{rEI} - \frac{M_{il}}{EI} = \frac{M_{il}}{rEI} - \frac{M_{rl}}{rEI}$$

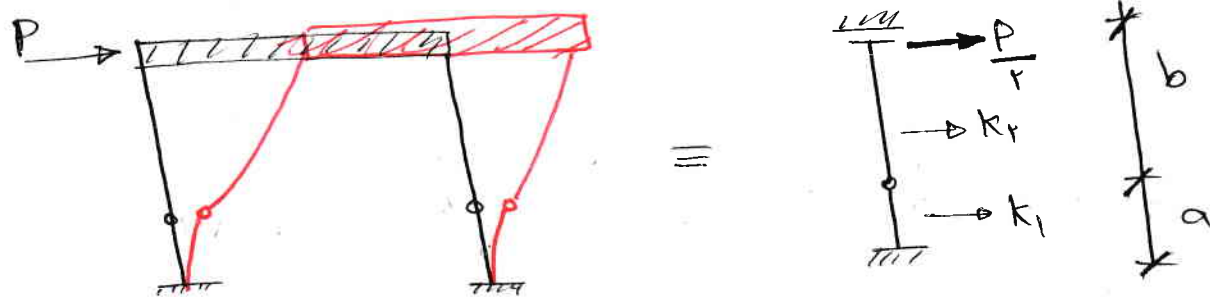
$$\theta_{ID} = \theta_{ID} \rightarrow \frac{(P - P_1) e^{\gamma}}{\gamma \times \gamma EI} - \frac{M_{\gamma l}}{\gamma EI} = \frac{M_{\gamma l}}{\gamma EI} - \frac{M_{1l}}{\gamma EI}$$

$$\Delta_C = \Delta_D \Rightarrow \frac{P_1 l^r}{rEI} - \frac{M_1 l^r}{rEI} = \frac{(P - P_1) l^r}{r * rEI} - \frac{M_r \cdot l^r}{r * rEI}$$

اصل سگڑ ۳ معالہ، ۳ کھول نوق P_1, M_1, M_2 بیت آید وقاب تحلیل می شود



$$\Delta H_C = \Delta H_D = \frac{\frac{P}{r} \left(\frac{r}{r} \right)^r}{r EI} = \frac{P e^r}{\pi r EI}$$



$$K_1 = \frac{rEI}{a^3} \quad , \quad K_r = \frac{rEI}{b^3}$$

$$k_{eq} = \frac{k_1 k_r}{k_1 + k_r} \rightarrow k_{eq} = \frac{\mu EI}{a^{\mu} + b^{\mu}}$$

$$K_{eq} = \frac{\frac{Y EI}{a^3} \times \frac{Y EI}{b^3}}{\frac{Y EI}{a^3} + \frac{Y EI}{b^3}} = \frac{\frac{Y EI}{a^3 b^3}}{\frac{Y b^3 EI + Y a^3 EI}{a^3 b^3}} = \frac{Y EI}{Y EI (a^3 + b^3)} = \frac{Y EI}{a^3 + b^3}$$

تعارن و پاورتعارن:

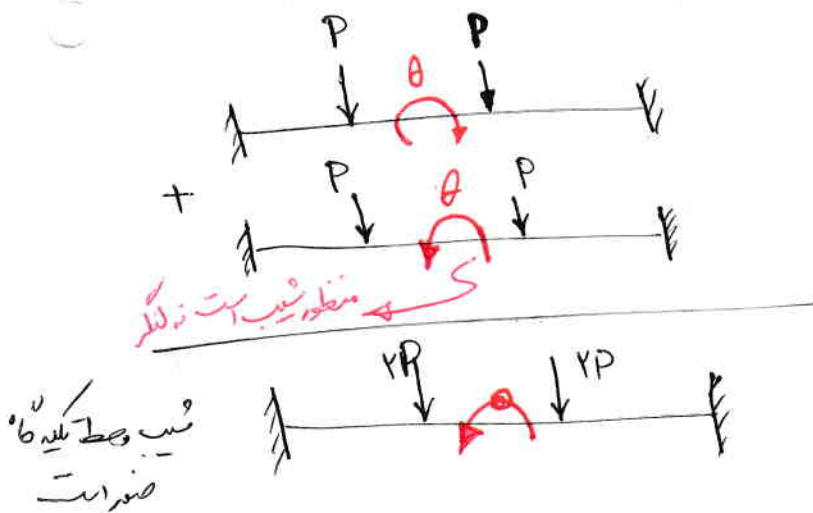
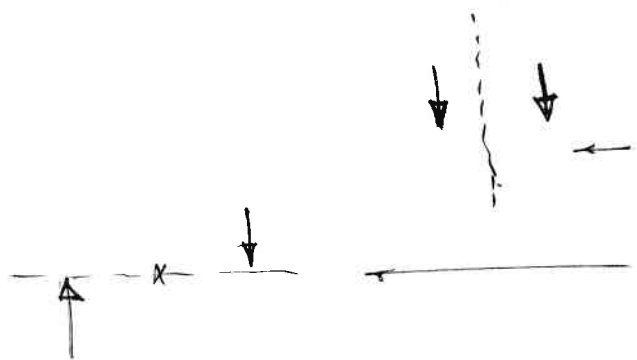
کاربرد در ضربه و در سازه های پاره

تعارن محوری
تعارن مرکزی

سازه بر ۲ نوع است

تعارن محوری ← تعارن
تعارن مرکزی ← پاورتعارن

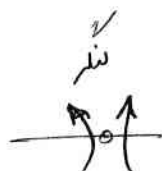
سازه مرکزی بر ۲ نوع است



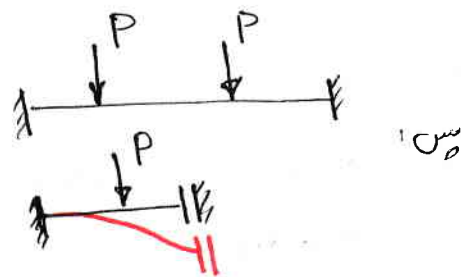
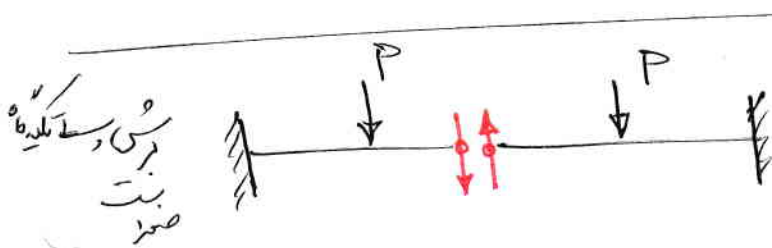
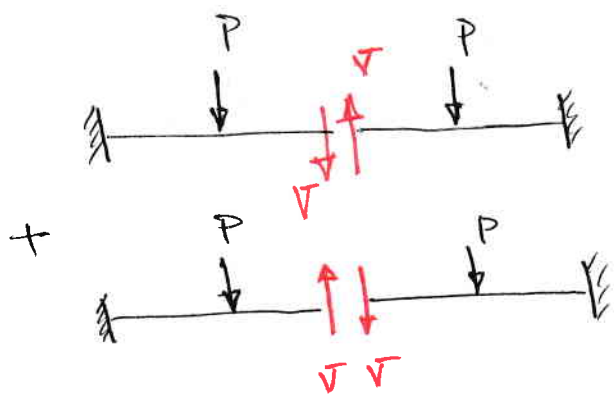
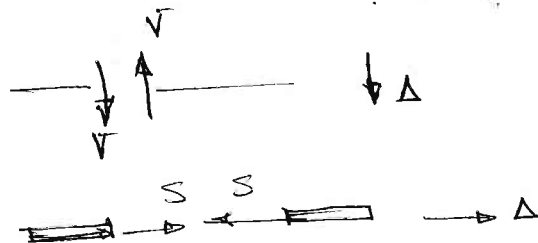
۱۱ سازه تعارن محوری با بارگذاری متعارن

عیناً گشتاور را دو برابر و شیب را نصف برابر

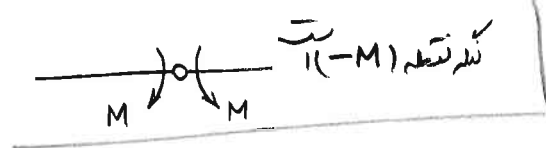
تعارن محوری
معرض



برش را دو برابر و تغییر مکان را یک ربع برابرش می دهیم

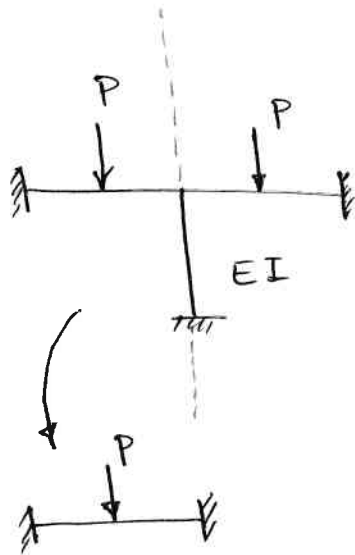


شیب وسط گشتاور دو برابرش در آن صفر است

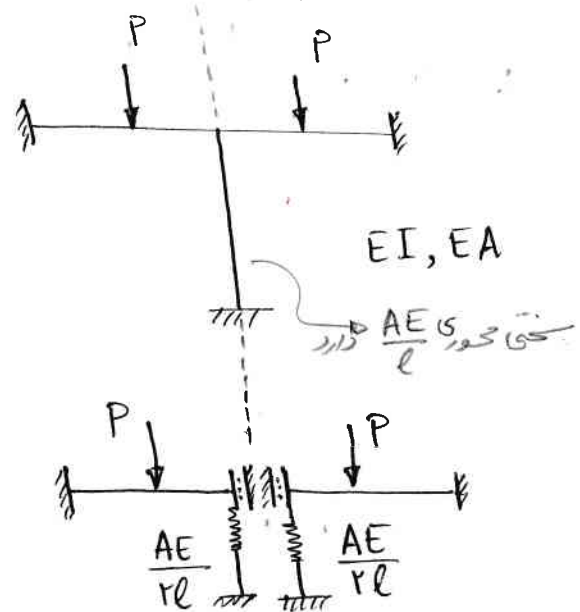


از میدان از یک عضو عبور کند

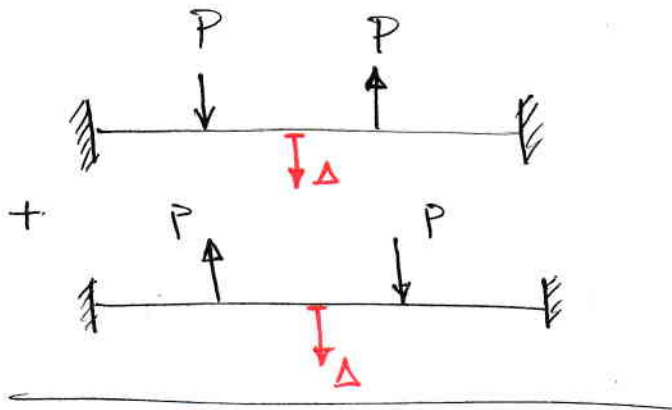
(۱) آن عضو صلبیت نمی دارد



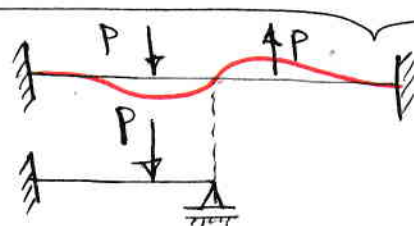
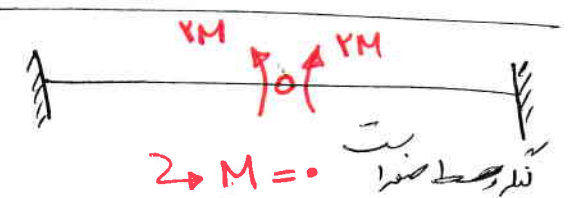
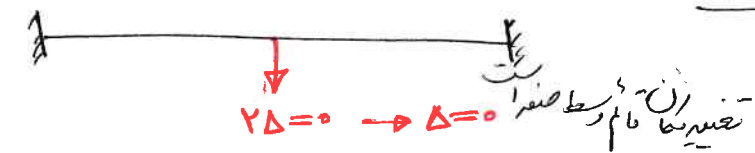
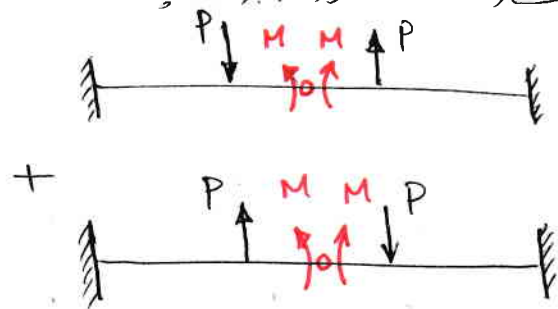
(۲) علاوه بر صلبیت نمی صلبیت می کند



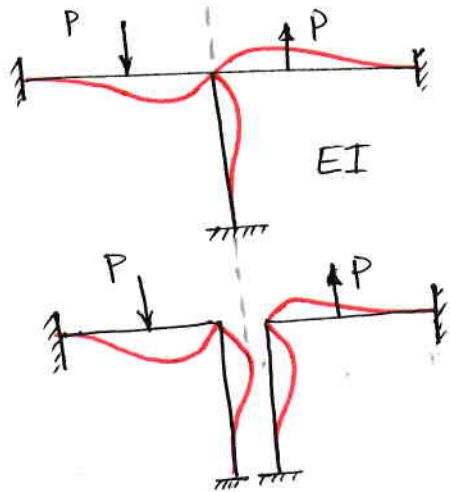
صفت سختی می تواند چپ و راست باشد



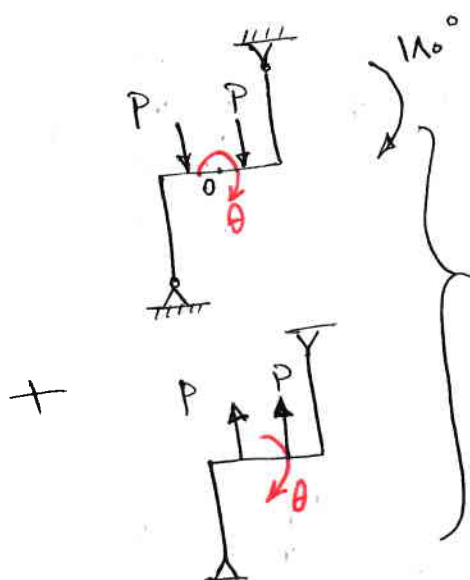
(۲) از میدان می با باریک شدن



در محله همان مرکز عضو را کند

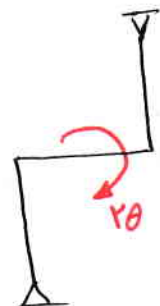


نکته: ستون وسط نیروی محوری ندارد
بدلیل یار تقارن یعنی اگر وسط ده سازه اصلی
تغییر مکان ناکم نداشته است
و طبق چه DEEA چه سازه چار بستیم
به آن نیروی وارد نمی شود

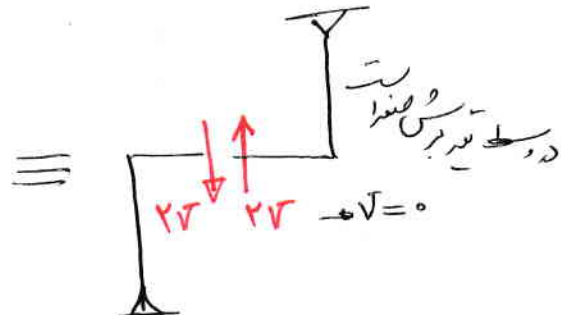
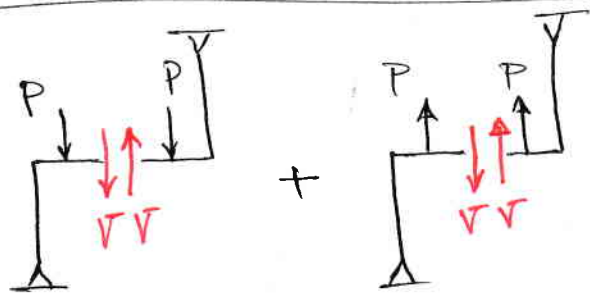


نوع ۱۳ سازه متوازن مرکزی با بار متوازن

(در برهه در پشت نمی بینیم بلکه حول ۵ درجه ۱۸۰ می چرخانیم)

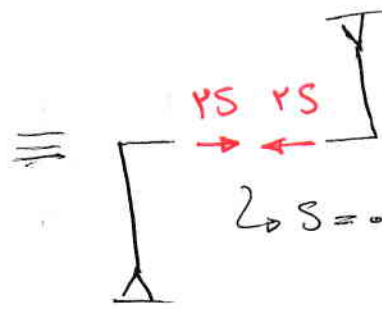
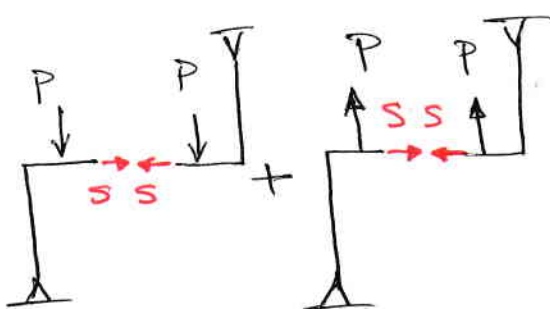


چرخش سازه صفر است



در سازه سازه صفر است

$$V=0$$



$$2S=0$$

نیروی کششی صفر است

در برهه

نیروی کششی

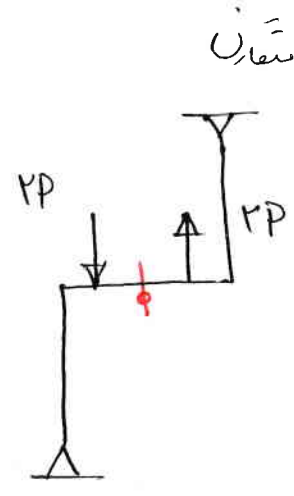
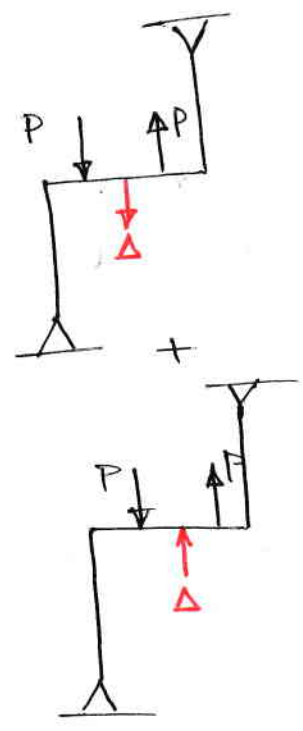
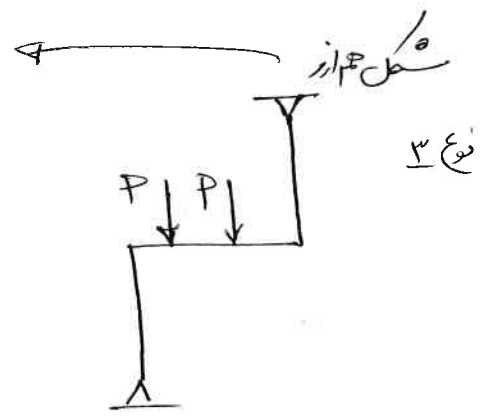
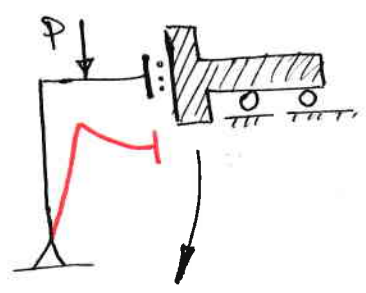
$$A_B = \frac{Ml}{EI} = \frac{Pl}{K} \times \frac{l}{EI} = \frac{Pl^2}{KEI}$$

$$M_A = M_B = M_E = M_D = M = \frac{Pl}{K}$$

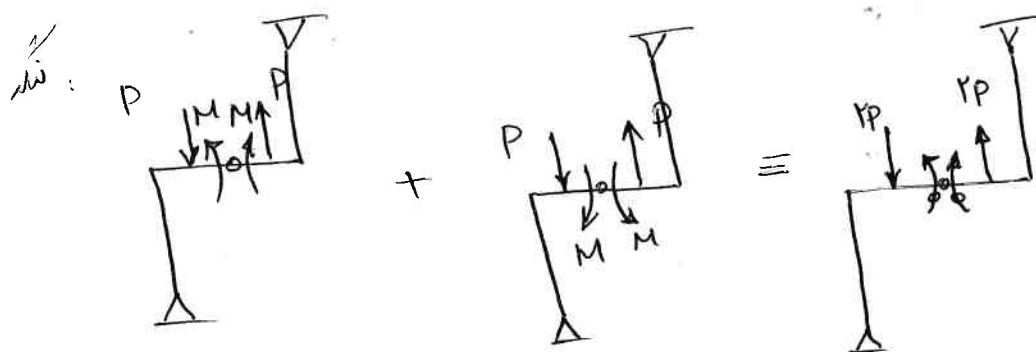
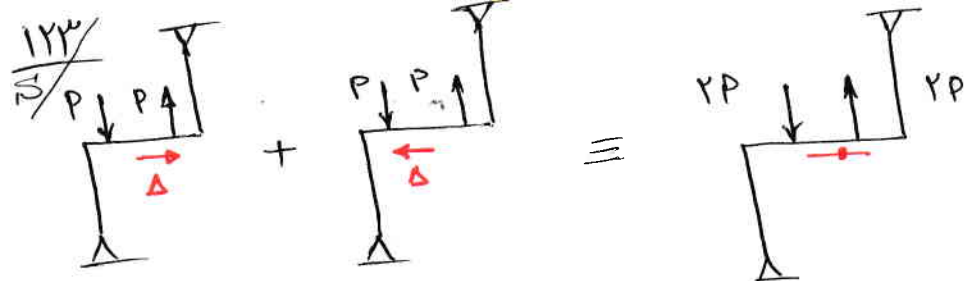
$$A_B = \frac{Ml^2}{KEI} = \frac{Pl}{K} \times \frac{l^2}{KEI} = \frac{Pl^3}{K^2EI} \rightarrow$$

$$\Delta_C = \frac{Pl^3}{K^2EI} - \frac{Pl^3}{KEI} = \frac{(K-1)Pl^3}{K^2EI} = \frac{Pl^3}{K^2EI}$$

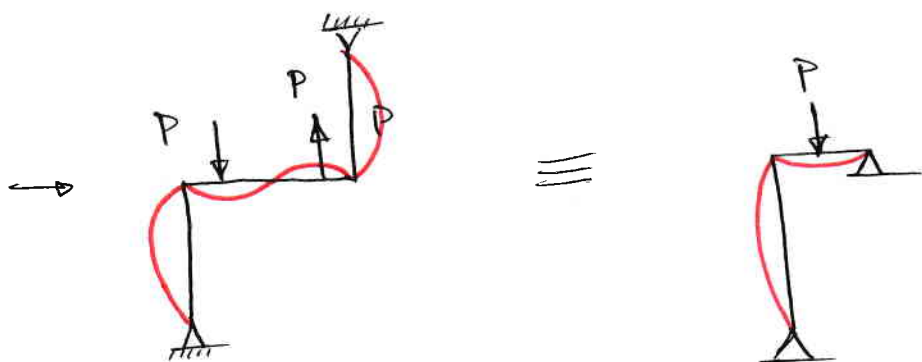
$\frac{Pl}{K}$



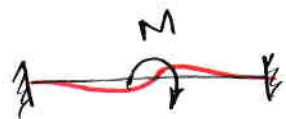
۲) از دو مکان مرکزی با بار و در مکان



نکته: تغییر مکان لنگی، تغییر مکان قائم و لنگه در وسط تیر لنگی صفر است



نکته: با لنگه فقط می توان بارگذاری و دستکاری کرد (یعنی لنگه یک) چون لنگه خودش ذات و دستکاری ندارد



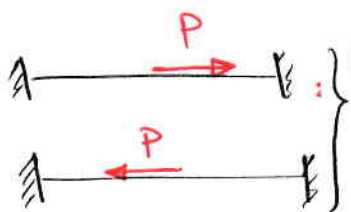
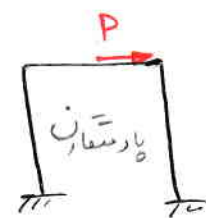
دستکاری



دستکاری



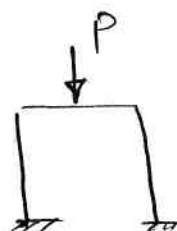
دستکاری



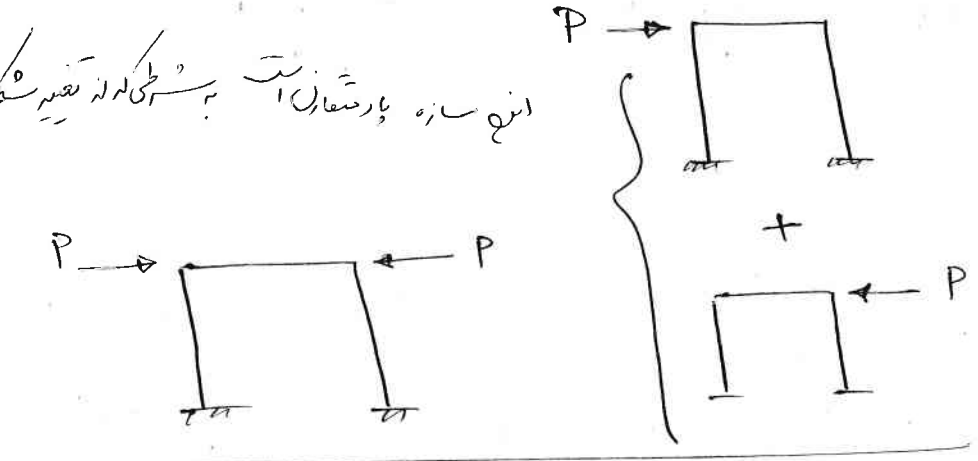
دستکاری



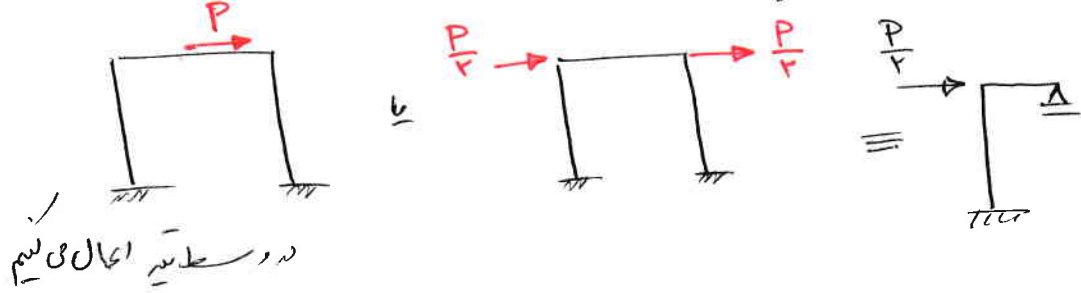
دستکاری



اینج سازه بارشماران است به طریقی که در تقسیم شکل محدودی سازه صفر و تقسیم شود



آنها سازه بالا تقسیم شکل محدودی دارند :



نکته ۱ : اگر بارگذاری صفر باشد یکی از دو حالت زیر باستی می شود

۱) پس از جمع آثار بارگذاری صفر و بارگذاری مورد نظر صفر شود

۲) پس از جمع آثار بارگذاری صفر و بارگذاری مورد نظر ۲ برابر شود

اگر بارگذاری صفر نباشد یکی از دو حالت زیر می شود

۱) پس از جمع آثار بارگذاری صفر و بارگذاری مورد نظر صفر می شود

۲) پس از جمع آثار بارگذاری ۲ برابر و بارگذاری مورد نظر ۲ برابر می شود

روش نیرو (نری) $\leftarrow M, F$ مجهولند $\leftarrow$ مثل معادله سازگی، least work، قضیه دوگانه
 در ششای جایابی (سختی) $\leftarrow \Delta, \theta$ مجهولند $\leftarrow$ قضیه اول، استیلایافته، سب است، بخش نگر، روش گانی

if D.I $\uparrow$ $\rightarrow$ درجه آزادی $\uparrow$ $\rightarrow$ سب است $\leftarrow$ D.I $\downarrow$: درجه آزادی
 Degree of freedom : D.O.F $\left\{ \begin{array}{l} \text{flexibility or force method} \\ \text{stiffness or displacement method} \end{array} \right.$

اگر سبای : D.I $\uparrow$ ، D.O.F $\downarrow$ و برعکس است

if D.I $\uparrow$: $\rightarrow$ روش جایابی بهتر است

D.O.F :

if D.O.F $\uparrow$ $\rightarrow$ روش نیرو بهتر است $\leftarrow$ تعداد تغییر مکان های مرفش های مورد نیاز برای تحلیل سازه :

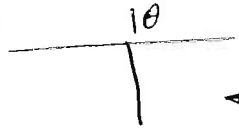
*** روش سب است از تغییر شکل محوری اعضا صرف نظر می شود $\leftarrow$ $\frac{AE}{L} = \infty$ یا $\frac{AE}{L} = \infty$
 نه از نیروی محوری
 $S = \frac{FL}{AE} < \infty$ عدد کوچک است $\leftarrow$ تغییر شکل کوچک $\leftarrow$ سازه خطی دارد

D₁ : درجه آزادی انتقالی D₂ : درجه آزادی چرخشی

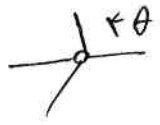
D₁ : تعداد تغییر مکانهای مستقل سازه که برای تعیین وضعیت سازه مورد نیاز است

D₂ : تعداد چرخش های مستقل سازه که برای تعیین "

هر درجه آزادی در سازه مسطح یک درجه آزادی دورانی دارد



* درجه آزادی چرخشی : اگر گره ای صلب باشد $\leftarrow$ یک درجه آزادی چرخشی دارد $\leftarrow$



اگر گره ای مفصلی باشد $\leftarrow$ به تعداد اعضائی که به گره وارد شده آزادی چرخشی دارد $\leftarrow$
 هر مفصل در سازه سطح به تعداد اعضای مفصل آزادی دورانی دارد
 یک گره صلب در قضا ۳ درجه آزادی چرخشی دارد

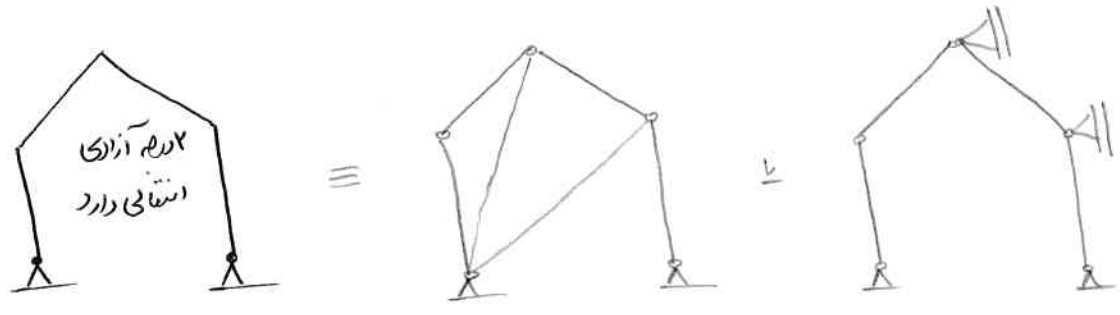
یک گره مفصلی در قضا به ازای هر عضو ۳ درجه آزادی چرخشی دارد $\leftarrow$ n عضو $\leftarrow$ آزادی چرخشی : ۳nθ

هر گره مفصلی در قضا به تعداد ۳ برابر اعضائی مفصلی درجه آزادی دورانی دارد

* درجه آزادی انتقالی:

اگر تمام گره‌های سازه را مفصل کنیم، اگر فرضی حاصل می‌آید، باید باشد. درجه آزادی انتقالی ندارد.

تعداد اعضا یا تعداد تکیه‌گاه‌های غلطی که به سازه اضافه می‌کنیم تا باید در سازه درجه آزادی انتقالی باشد.



فرض هم در این روش، یک عضو فاقد تغییر شکل محوری اند و گرنه این روش جواب نمی‌دهد.

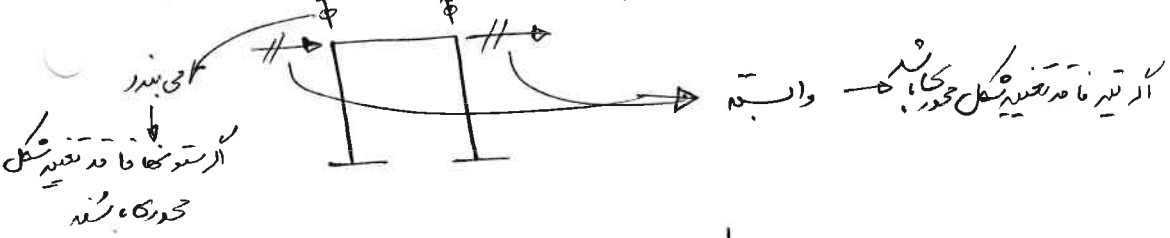
تعداد تغییر مکان‌های غیر تکیه‌گاهی سازه / تعداد گره‌های غیر تکیه‌گاهی سازه: M N
 تعداد تغییر مکان‌های تکیه‌گاهی سازه: N P
 تعداد اعضا فاقد تغییر شکل محوری: P Q

D_1 : درجه آزادی انتقالی

$$D_1 = 2N + P - Q$$

$$D_1 = 2M + N - P$$

هر عضو فاقد تغییر شکل محوری یا دو درجه آزادی را هم وابسته می‌کنیم یا یک درجه آزادی را بطور کامل می‌بندیم.



$$D_1 = 3N + P - Q \quad D_1 = 3M + N - P$$

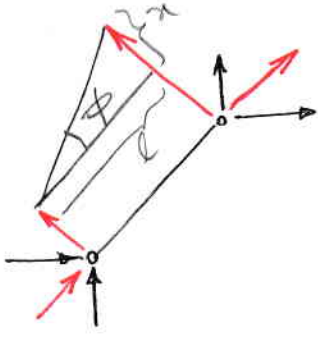
سازه‌هایی که دچار نشست تکیه‌گاهی یا چرخش تکیه‌گاهی هستند بجزین روش، روش شیب است.

(ط ۴۳ صفحه ۱۱) آر تیه در سازه انداز باشند فقط یکی عنوان محوری بسته در سازه می‌شود.

آر تیه سوال
 واضح تغییر شکل محوری اعضا می‌تواند بود ← فرض: همه اعضا فاقد تغییر شکل محوری اند
 اگر فرض می‌آید ← فرض: همه اعضا فاقد تغییر شکل محوری اند
 محوری اعضا می‌تواند بود

برای فرایها درجه آزادی چرخشی برایش در نظر نمی‌گیرند و تعداد فرضی‌های مستقل وجود ندارد.

تغییر مکان یا چرخش (درجه آزادی) چرخشی ندارد



$$\phi = \frac{x}{l}$$

انحراف چرخش مستقل نیست

چون به درجه آزادی انتقالی وابسته است

سایه : هر ماده جسم آزادی چرخشی ندارد

در اعضا صلب : اگر تغییر مکان کرده ای اول و آخر گروه صلب معلوم باشد تغییر مکان تمام اعضا جسم صلب را

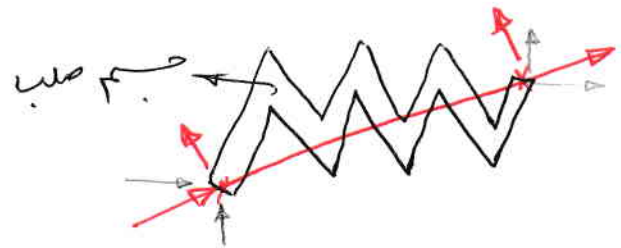
پیست می آوریم ← مقطع کرده اول و آخر را در نظر می گیریم

(۱) در محاسبه تعداد گروه های غیر تکیه گاه مقطع باید تعداد گروه های اول و آخر جسم صلب را در نظر گرفت و سایر گروه های

جسم صلب را لحاظ نکرد.

یعنی در محاسبه تعداد گروه های غیر تکیه گاه از محاسبه اعضا صلب

۱۲ برای جسم گروه ای از جسم صلب نباید هیچ درجه آزادی چرخشی در نظر گرفته شود چون وابسته به تغییر مکان



گروه های اول و آخر است و مستقل نیست

یعنی اگر تغییر مکان کرده اول و آخر معلوم باشد تغییر مکان تمام گروه ها معلوم است

(۳) برای کل جسم صلب حتی لا از چندین قسمت تشکیل شده باشد در محاسبه تعداد اعضا فاصله تغییر مکان محوری

کمی و صرد در نظر می گیریم

ارتباط بین D.O.F و D.I :

خرابی سطح : N : تعداد کل گروه های ضربه

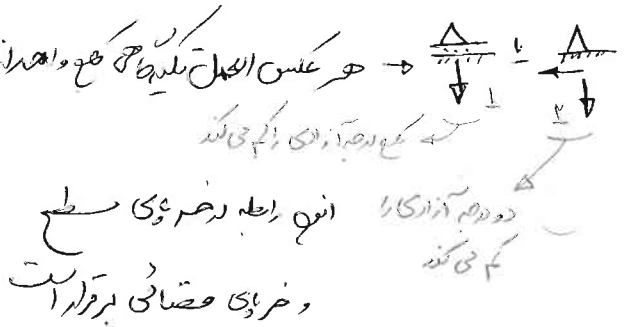
M : تعداد کل اعضا

R : تعداد عکس العمل های تکیه گاه ها

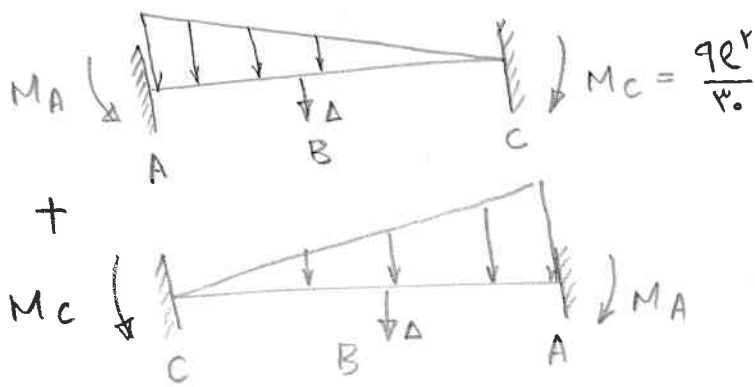
$$\begin{cases} D.I = M + R - 2N \\ D.O.F = 2N - R \end{cases}$$

$$D.I + D.O.F = M$$

$$\left. \begin{cases} D.I = M + R - 2N \\ D.O.F = 2N - R \end{cases} \right\} \Rightarrow D.I + D.O.F = M$$

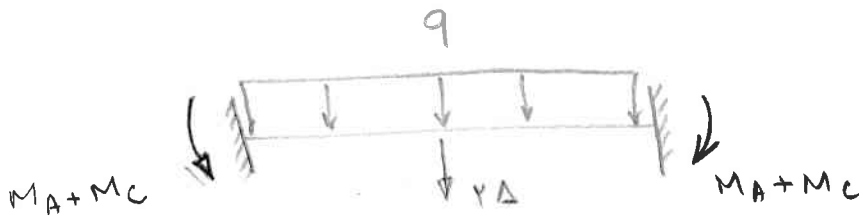


$$M_A = \frac{q l^2}{r_0}$$



$$\Delta_B = \Delta_{mid} \frac{1}{5}$$

شکل، بار، شیب

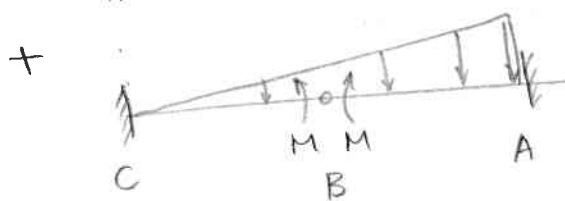
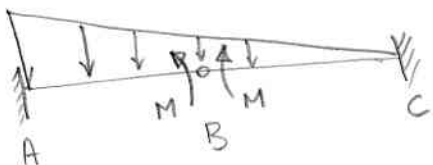


$$y\Delta = \frac{q l^4}{384 EI}$$

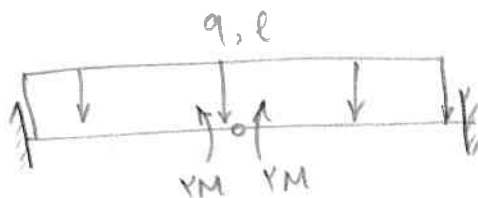
$$\Delta_{mid} = \frac{q l^4}{384 EI}$$

$$|M_A| + |M_B| = \frac{q l^2}{12}$$

$$\frac{q l^2}{r_0} + \frac{q l^2}{r_1} = \frac{(r_0 + r_1) q l^2}{r_0 r_1} = \frac{q l^2}{12}$$



$$M_B = M_{mid}$$



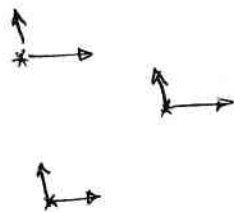
$$yM = \frac{q l^2}{12} \rightarrow M = \frac{q l^2}{12}$$

$$D.I + D.O.F = yM$$

$$D.I + D.O.F = yM$$

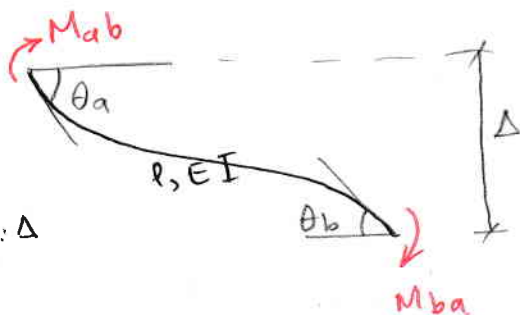
119
D.I = M + R - 2N

D.O.F = 2N - R



هر گاه به تعداد معکوس (معکوس) درجه آزادی را می نبرد.

D.I + D.O.F = M



Delta: جابجایی نسبی در راستای محور در عضو

در فرایض فضائی M همیشه است.

مطالعات سبب افت:

هم چند سبب افت و قی مثبت است

که ساعت باشد (Delta, M, theta)

$M_{ab} = \frac{2EI}{l} (2\theta_a + \theta_b - \frac{3\Delta}{l}) + M_{ab}^F$

نشی از بارگذاری روی عضو ab

آر theta یا M متغی شود پس هر دو یاد ساعت دارند

$M_{ba} = \frac{2EI}{l} (2\theta_b + \theta_a - \frac{3\Delta}{l}) + M_{ba}^F$

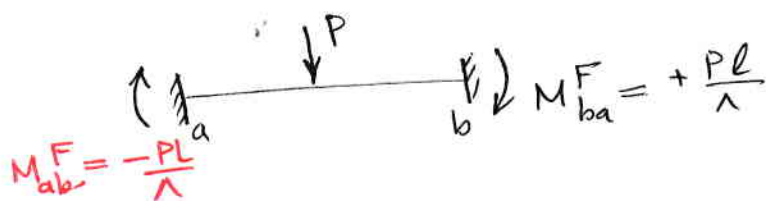
نشی از بارگذاری روی عضو ba

theta مثبت
theta مثبت

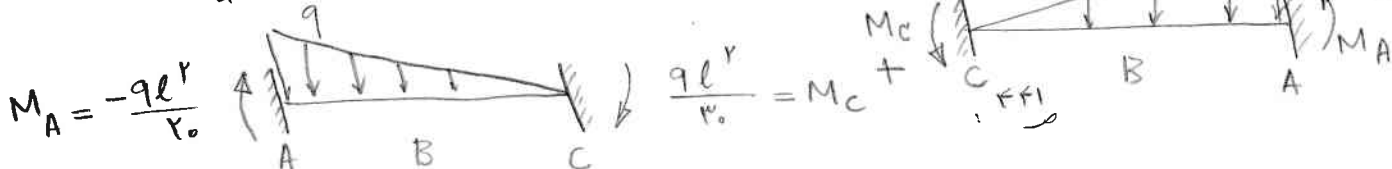
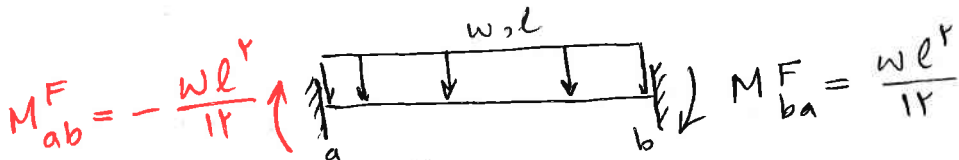
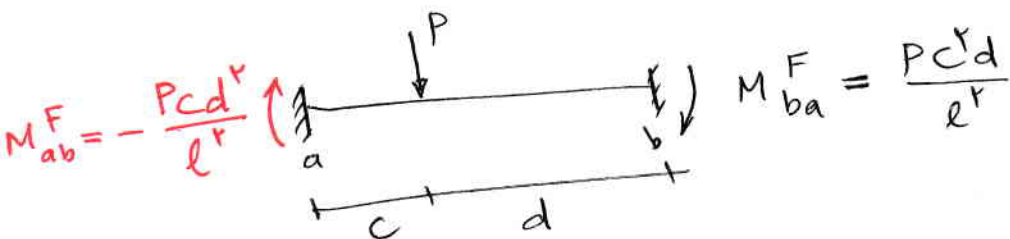
نکته: هر گاه ای دار شود ضربه زاویه آن گره را برابر می شود

(مجموع ضربه مثبت)

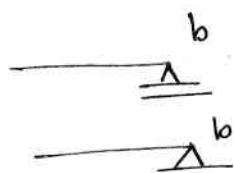
Fixed end moment : M_{ab}^F و M_{ba}^F



در این بارگذاری مقلی همیشه نله است مثبت، نله ع متغی



رابطه سبب افت اصلاح شده: در اینجا ما، منطقی یا غلطی باید (نکته: آن تکیه گاه صفر شود)



Modified Slope deflection Equation (نکته: آزاد است)

$$M_{ba} = \frac{2EI}{l} (2\theta_b + \theta_a - \frac{3\Delta}{l}) + M_{ba}^F = 0$$

در صورت M_{ba}^F , Δ , θ_a نسبت به θ_b

$$M_{ab} = \frac{2EI}{l} (2\theta_a + \theta_b - \frac{3\Delta}{l}) + M_{ab}^F$$

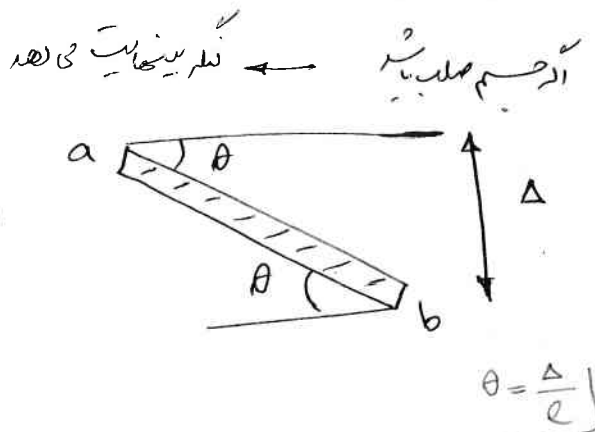
$$M_{ab} = \frac{3EI}{l} (\theta_a - \frac{\Delta}{l}) + M_{ab}^F - \frac{1}{2} M_{ba}^F \quad , M_{ba} = 0$$

معادله سبب افت اصلاح شده $\Rightarrow M_{ab} = \frac{3EI}{l} (\theta_a - \frac{\Delta}{l}) + M_{ab}^F - \frac{1}{2} M_{ba}^F$

$$\frac{2EI}{l} = \infty$$

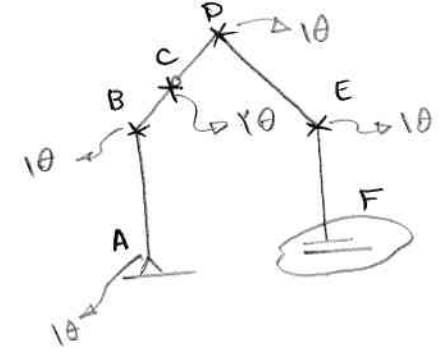
$$M_{ab} = \frac{2EI}{l} (2\theta_a + \theta_b - \frac{3\Delta}{l})$$

$\downarrow$ $\frac{2\Delta}{l}$ $\downarrow$ $\frac{\Delta}{l}$ $-\frac{3\Delta}{l}$



توجه: برای رسم صلب معادله سبب افت جواب نمی دهد

$$M_{ab} \rightarrow 0 \leftarrow (2\theta_a + \theta_b - \frac{3\Delta}{l}) \rightarrow \infty \leftarrow \frac{2EI}{l}$$



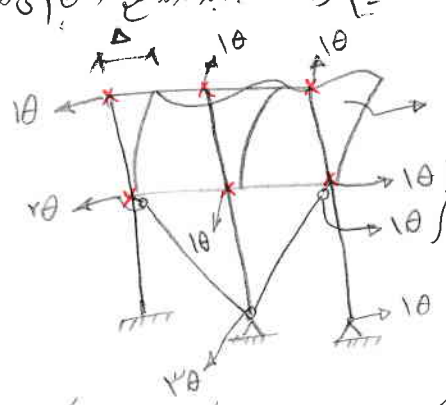
$M = 4$
 $N = 1$
 $P = 8$

درجات اتصالی سازه قابل درازند

$D_1: 2M + N - P = 2 \times 4 + 1 - 8 = 1$

۴ درجه اتصالی ۲ باربر هر خشتی ۲ درجه ۷۵ : چرخش

۸۶۷ - ۴ (۴) درجه سازه با دو بند صاف داریم جای ۲ تا یک بار بند در نظر بگیریم چون ۲ بار بند دارند قطع کار انجام می دهیم



آزادی سازه ای : $11 = 1 - 11 + 0 = 1$
آزادی چرخشی : ۱۲۵

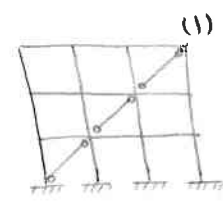
Drift طبقه کف صاف است
چرخش بار بند باشد چه دو بار بند

اثر از تغییر شکل محوری صاف در نظر می گیریم
در تحلیل افق بحث می بحث ایده آل است چون سختی EI در بینهایت می گیریم پس یک بار بند کافی است

در این قاب خراب عکس چرخشی دارد و از آن مثل خراب
در محاسبه آن صرف نظر نمی کنیم چون اثر در قاب
باز دارد خود بار بند قرار می دهیم مثل خراب شرط بارگذاری در اتصال را نقض نموده ایم

(۱) تحلیل سازه را در نظر
می گیریم (عکس اصل عضو
در فضا و کشش یکسان
است)
(۲) در تحلیل از تغییر شکل
محوری اعضا چشم پوشی
می شود
($AE = \infty \Rightarrow \frac{AE}{L} = \infty$)

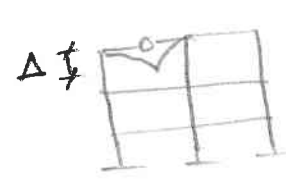
۱۲ آره غیر تکیه گاهی
۱۲ ستون + ۹ تیر + ۳ بار بند = ۲۴ عضو



$24 + 12 + 0 - 24 = 0$

توجه داریم : از تغییر شکل محوری صاف در نظر می گیریم و هر طبقه یک بار بند داریم پس آزادی سازه ای ندارد

اگر در غیر این محل اتصالات تیر و ستون متصل داشتیم درجه آزادی اتصالی را اثر امپرسی می دادیم

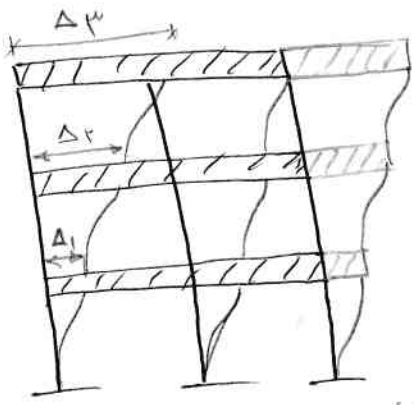


نکته : بار بند دیتی با اتصالات مفصلی وصل می شود که این اعضا را می گیریم
غیر تکیه گاهی فرض نمی کنیم

نکته : هر نوع از تغییر شکل محوری اعضا صاف در نظر می گیریم و تیرهای تکیه گاهی $AE = \infty$ یا $\frac{AE}{L} = \infty$ (غسلگی یا نباشند)

به شرط نبولن صاف تیر اضافی در سازه ($C=0$) بجز در اتصالات تغییر شکل طبقه آزادی سازه ای
طبقه صاف است

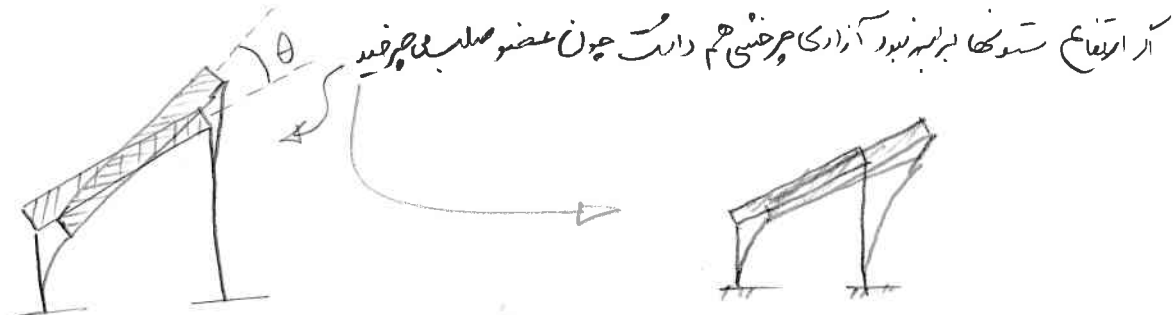
اگر دو بار بند به هم متصل شوند می گوییم در نظر می گیریم



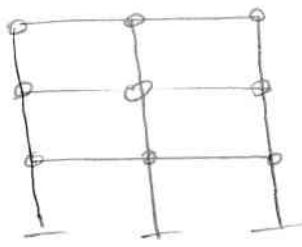
۳ درجه استعالی
سازه‌های برشی:

$$2 \times 9 + 0 - 15 = 3$$

اعضای قائم‌تختی شکل محوری
درجه‌های اعضا قائم‌تختی شکل محوری هرگز باید Node در نظر نمی‌گیریم



اگر در روی عضو صلب بود دو عضو در نظر گرفته می‌شود، اگر تیرها صلب نبود (با جهش و نقطه انعطاف شکل محوری)
به تعداد درجه آزادی چرخشی اضافه می‌شود ← شکل ۹۰ آزادی چرخشی داریم

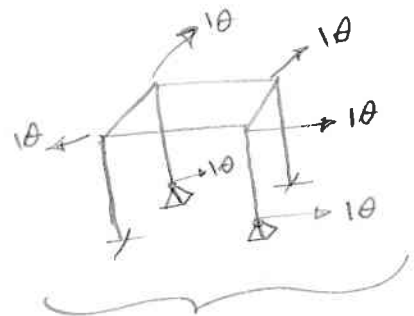


۹۰

۱. تکیه‌گاه‌ها هم گیردار
 ۲. محل اتصال تیر و ستون صلب است (گیردار است)
 ۳. از تغییر شکل محوری صرف‌نظر می‌کنیم
 ۴. هیچ مفصل وجود ندارد
 ۵. بار بند هم وجود ندارد
- هر طبقه یک درجه آزادی استعالی دارد و آزادی دورانی هم ندارد

$$3M + N - P$$

۸۸۱
 $D_1 = 3N + P - Q = 3 \times 4 + 0 - 8 = 4$ درجه آزادی استعالی



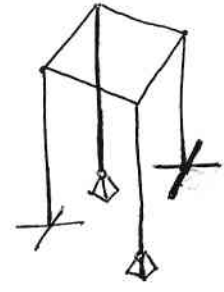
$$10 \times 2 = 20$$

↓
دفعه

آزادی چرخشی $10 \times 2 = 20$

$$20 + 4 = 24$$

↓
استعالی

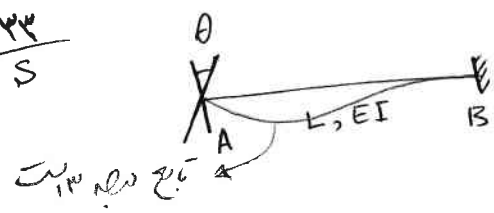


تکیه‌گاه عضو درجه آزادی سازه قفسه‌ای از نوع چرخشی

$$4 = -8 + 0 + 3 \times 4$$

چون مرکز ثقل و قاعده‌های ۳ درجه آزادی چرخشی دارد و چوبی (تعداد اعضا قائم‌تختی شکل محوری) آنرا کم نمی‌کنند

۱۳۴
S



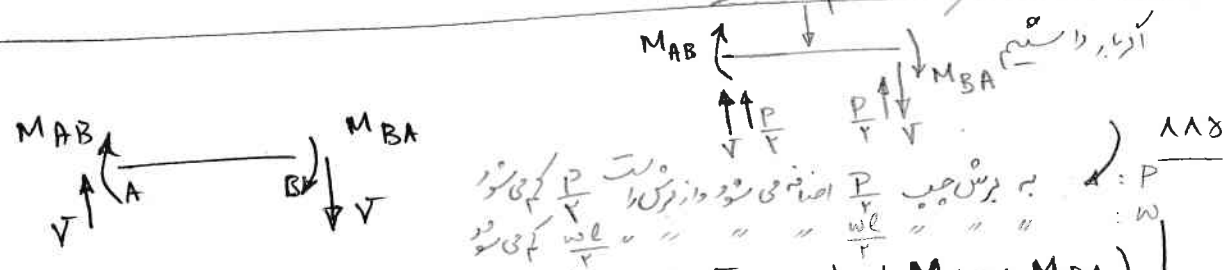
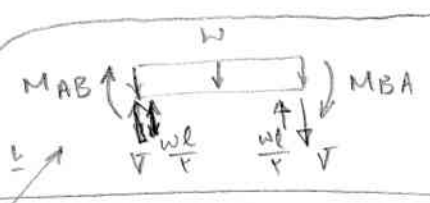
$$y^{(4)}(x) = -\frac{w(x)}{EI}$$

سطح شکل تغییرات از محض یکدیگر θ در
A قرار گرفته است. اگر در یکدیگر
B و A به ترتیب لازم است؟
روش سبب افت

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{1}{2}\theta_A} + \cancel{\theta_B} - \frac{\cancel{\frac{1}{2}\Delta}}{l} \right) = \frac{2EI}{l} \theta$$

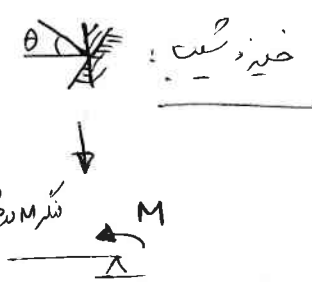
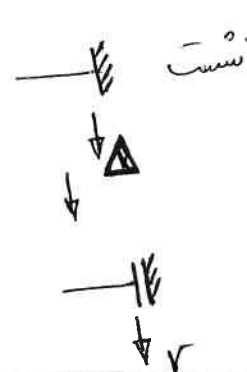
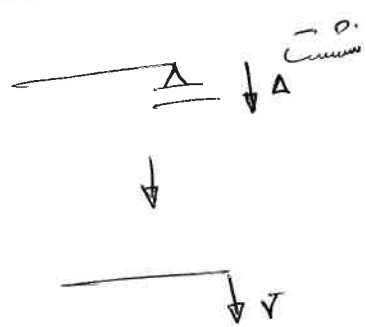
$$M_{BA} = \frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{1}{2}\theta_B} + \cancel{\theta_A} - \frac{\cancel{\frac{1}{2}\Delta}}{l} \right) = \frac{2EI}{l} \cdot \theta$$

* نکته: جابجایی نسبی در راستای عمود بر تیر
نه در راستای عضو $\Delta=0$



$$\sum M = 0 \Rightarrow V \cdot l + M_{BA} + M_{AB} = 0 \rightarrow V = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA})$$

رابطه درش در معادلات سبب افت (با فرض اینکه یکی از اعضا در نظر باشد)



سبب افت:

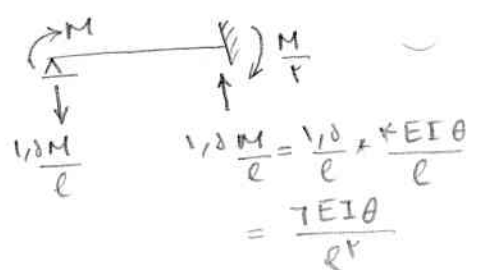
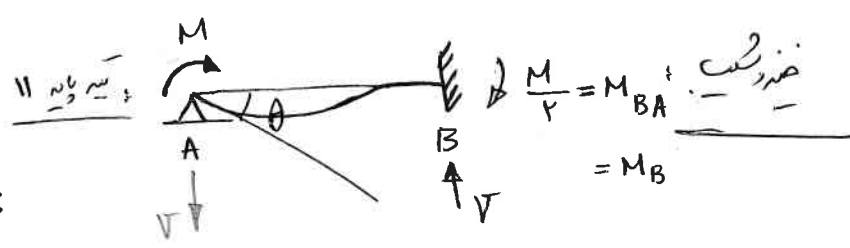
$$V = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = -\frac{1}{l} \left(\frac{2EI}{l} \cdot \theta + \frac{2EI}{l} \theta \right) = -\frac{4EI}{l^2} \theta$$

$$\theta_A = \theta = \frac{Ml}{4EI}$$

$$M = \frac{4EI}{l} \cdot \theta = M_A = M_{AB}$$

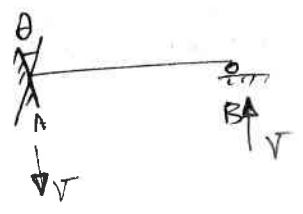
$$M_B = \frac{M}{2} = \frac{2EI}{l} \theta$$

$$V = 1/2 \cdot \frac{M}{l} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4EI}{l} \cdot \theta = \frac{2EI}{l^2} \theta$$



لنگر A و عرض B کدام است؟

$M_B = M_{BA}$ = صفر = ضریب انت هلال ده



ضریب انت هلال ده $M_A = M_{AB} = \frac{3EI}{l} (\theta_A - \frac{\Delta}{l}) + \cancel{M_{AB}} - \frac{1}{2} \cancel{M_{BA}}$

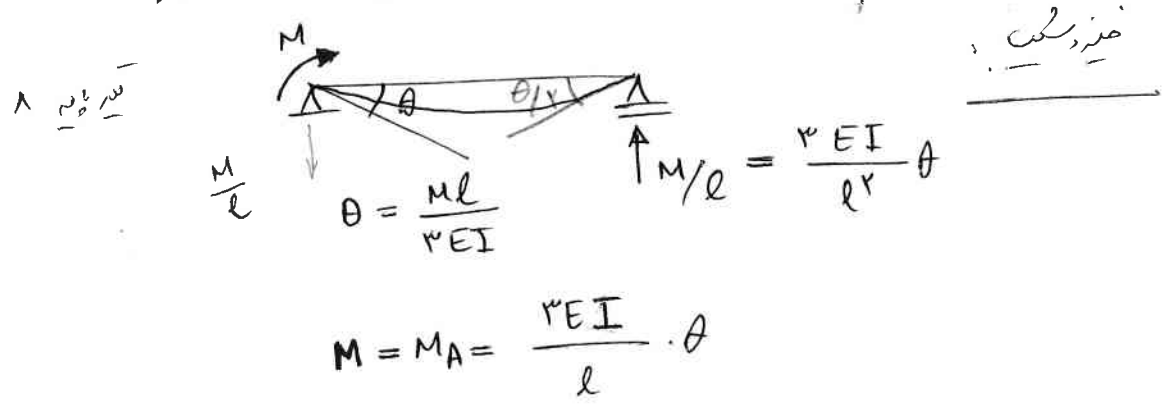
$M_A = \frac{3EI}{l} \cdot \theta$ چون بارگذاری نداریم

$V = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = -\frac{3EI}{l^2} \cdot \theta$

حتمای که تکیه ماه A بصورت دورانی می چرخد

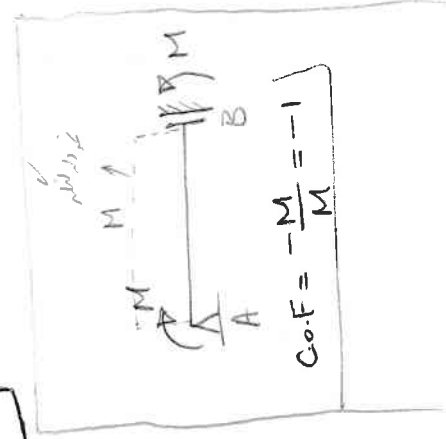
می توان آنرا بصورت تیر دوسر مفصل مدل کرد

چون تیر دوسر مفصل هم به همین صورت در تکیه ماه A آزادی چرخشی دارد بطوریکه در مفصل A یک لنگر به آن وارد می شود که بصورت تیر پایه A در می آید که زاویه مفصل دور از لنگر نصف ضریب طرفی است که لنگر اعمال می شود.



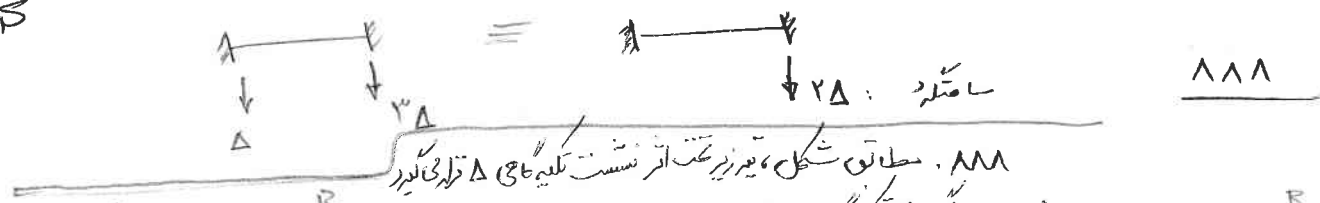
$M_{BA} = 0 \rightarrow \frac{3EI}{l} (2\theta_B + \theta_A - \frac{\Delta}{l}) = 0 \rightarrow \theta_B = -\frac{1}{2} \theta_A = -\frac{\theta}{2}$

C.O.F : Carry over Factor : ضریب انتقال لنگر
C.O.M : Carry over moment : لنگر منتقل شده



$\delta_{B/L} : \theta_B = 0 \rightarrow \frac{Ml}{7EI} - \frac{M_B \cdot l}{3EI} = 0 \rightarrow M_B = \frac{M}{2}$

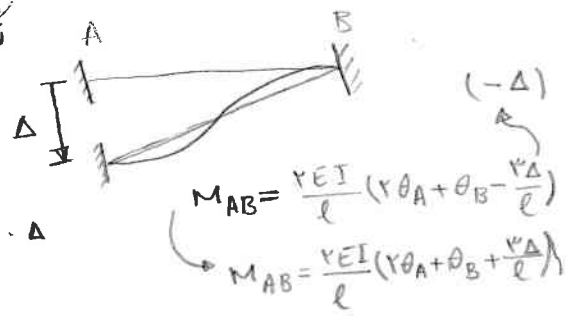
$\rightarrow C.O.F = \frac{1}{2}$ ضریب انتقال لنگر در تیر منشوری ۱/۲ است



۱۸۸. مطابق شکل، تغییر در حالت اثر نشست تکیه‌گاهی Δ تراز می‌گیرد. تکیه‌های تکیه‌گاهی چقدر است؟

Δ منتهی است پس در رابطه نسبتی نه

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} (2\theta_A + \theta_B + \frac{3\Delta}{l}) \rightarrow M_{AB} = \frac{7EI}{l^2} \cdot \Delta$$

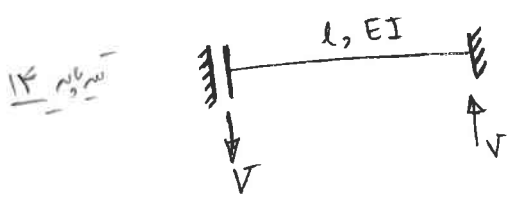


$$M_{BA} = \frac{2EI}{l} (\theta_A + 2\theta_B + \frac{3\Delta}{l}) \rightarrow M_{BA} = \frac{7EI}{l^2} \cdot \Delta$$

$$V = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = -\frac{1}{l} \left(\frac{14EI}{l^2} \cdot \Delta \right) = \frac{-14EI}{l^3} \cdot \Delta$$



۱۸۹. مطابق شکل، تغییر در حالت اثر نشست تکیه‌گاهی Δ تراز می‌گیرد. تکیه‌های تکیه‌گاهی چقدر است؟



$$\frac{Vl^3}{12EI} = \Delta \rightarrow V = \frac{12EI \cdot \Delta}{l^3}$$

حل خنثی و شیب

$$M = \frac{Vl}{2} = \frac{12EI \cdot \Delta}{l^3} \cdot \frac{l}{2} = \frac{6EI \cdot \Delta}{l^2}$$

۱۸۹. مطابق شکل، تغییر در حالت اثر نشست تکیه‌گاهی Δ تراز می‌گیرد. تکیه‌های تکیه‌گاهی چقدر است؟



شیب لغت اصلاح شده: Δ ۹۰

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} (\theta_A + \frac{\Delta}{l})$$

$$M_{AB} = M_A = \frac{2EI \cdot \Delta}{l^2}$$

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} (\theta_A - \frac{(-\Delta)}{l})$$

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} (+\frac{\Delta}{l})$$

$$M_{BA} = 0$$

$$V = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = -\frac{2EI \cdot \Delta}{l^3}$$

$$M_{BA} = \frac{YEI}{l} (2\theta_B + \theta_A + \frac{3\Delta}{l}) = 0 \rightarrow 2\theta_B + \frac{3\Delta}{l} = 0$$

$$\theta_B = -1.5 \frac{\Delta}{l}$$

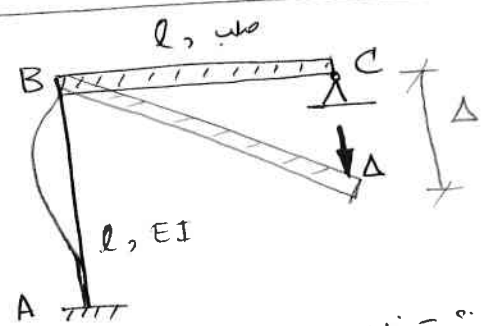


در ضربه نیست!

$$\Delta_A = \Delta = \frac{Vl^3}{3EI} \rightarrow V = \frac{3EI\Delta}{l^3}$$

$$M_A = V \cdot l = \frac{3EI \cdot \Delta}{l^2}$$

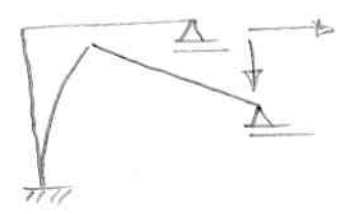
$$\theta_B = \frac{Vl^2}{2EI} = \frac{3EI \cdot \Delta}{l^3} \times \frac{l^2}{2EI} = 1.5 \frac{\Delta}{l}$$



$$\theta_B = \frac{\Delta}{l}$$

۸۹۲ * پرسش و پاسخ در باره A° کدام است؟
ساعت ۱۳

اگر کمره C غلط بود کمره PB هم تغییر مکان قائم داشت
دی در حال حاضر نقطه کمره C تغییر مکان قائم داریم، B نسبت ندارد



$$M_A = M_{AB} = \frac{YEI}{l} (2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta}{l})$$

$$\rightarrow M_A = \frac{YEI \cdot \Delta}{l^2}$$

$$M_B = M_{BA} = \frac{YEI}{l} (2\theta_B + \theta_A - \frac{3\Delta}{l}) \rightarrow M_{BA} = \frac{YEI \cdot \Delta}{l^2}$$

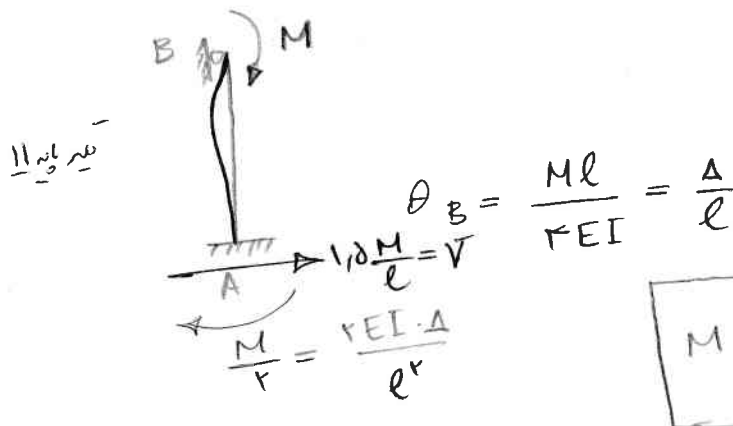
$$\frac{137}{S} V_A = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$\frac{2EI\Delta}{l^2} \quad \frac{4EI\Delta}{l^2}$$

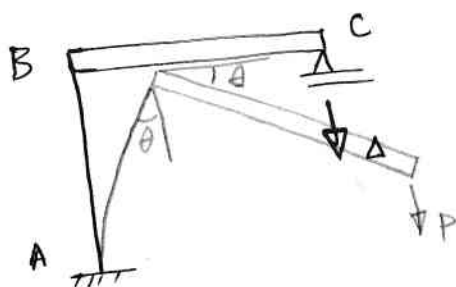
$$V_A = -\frac{7EI\Delta}{l^3}$$

V_A سمتی است چون می خواهد
که از A بارها عبور کند به چپ خانه

حل خیزه دستی:



$$V = 1.5 \frac{M}{l} = \frac{7EI\Delta}{l^3}$$



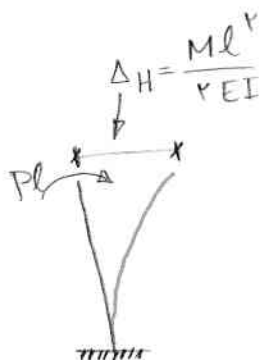
چنان باشد: طرک از C غلطی می برد: ΔH_c ΔV_c

حل خیزه دستی:

نمای ۲

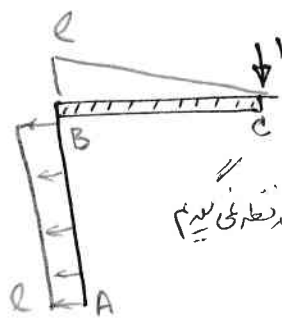
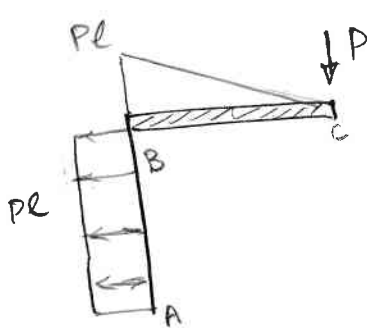
$$\theta = \frac{Ml}{EI} = \frac{Pl + l}{EI} = \frac{Pl^2}{EI}$$

$$\Delta V_c = \theta \cdot l = \frac{Pl^2}{EI} = \Delta \rightarrow P = \frac{EI\Delta}{l^3}$$



بخصوص به سمت چپ بودن BC

$$\Delta H_c = \frac{Ml^2}{2EI} = \frac{Pl \cdot l^2}{2EI} = \frac{Pl^3}{2EI} = \frac{EI\Delta}{l^3} \times \frac{l^3}{2EI} = \frac{1}{2}\Delta$$

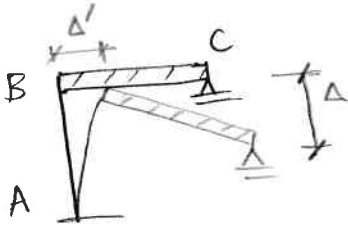


درین شکل: کارهای

چون EI صلب است پس آنرا در نظر نمی گیریم

$$M_A = Pl = \frac{EI \Delta}{l^2}$$

$$M_B = P \cdot l = \frac{EI \cdot \Delta}{l^2}$$



درین سبب افت: (برش میوه A صفر است)

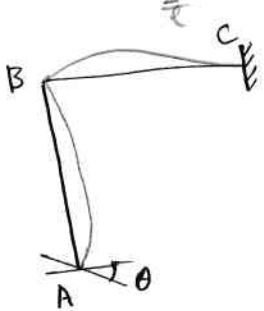
$$\frac{2EI}{l} \left(\frac{\Delta}{l} - \frac{\Delta'}{l} \right) = 0 \rightarrow \Delta' = \frac{\Delta}{2}$$

$$\nabla_A = 0 \rightarrow -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = 0 \rightarrow M_{AB} + M_{BA} = 0$$

$$\frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{\Delta}{l}} + \theta_B - \frac{\Delta'}{l} \right) + \frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{\Delta}{l}} + \theta_B - \frac{\Delta'}{l} \right) = 0$$

$$\cancel{\frac{\Delta}{l}} - \frac{\Delta'}{l} = 0 \rightarrow \Delta' = \frac{1}{2} \theta_B \cdot l = \frac{1}{2} \frac{\Delta}{l} \cdot l = \frac{\Delta}{2}$$

$$M_A = M_{AB} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta'}{l} \right) = -\frac{EI \Delta}{l^2}$$



M_{BCA}
 M_{BA}

M_{BC} ← M_{CB}

M_{BA}
 M_{AB}

$$\sum M_B = 0$$

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

۱۹۳

$$\sum M_B = 0 \rightarrow M_{BC} + M_{BA} = 0$$

B تعیین مکان واقعی و قائم ندارد

$$2 \cdot \frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{\Delta}{l}} + \theta_B - \frac{\Delta'}{l} \right) + \frac{2EI}{l} \left(\cancel{\frac{\Delta}{l}} + \theta_B - \frac{\Delta'}{l} \right) = 0 \rightarrow \cancel{\frac{\Delta}{l}} + \theta_B = 0 \rightarrow \theta_B = -\frac{\Delta}{l}$$

$$M_{AB} = \frac{rEI}{l} \left(r\theta_A + \theta_B - \frac{r\Delta}{l} \right) = \frac{rEI}{l} \left(r\theta - \frac{\theta}{r} - 0 \right) = r^2 \frac{EI\theta}{l}$$

$$M_{BC} = \frac{rEI}{l} \left(r\theta_C + \theta_B - \frac{r\Delta}{l} \right) = \frac{rEI}{l} \left(0 - \frac{\theta}{r} - 0 \right) = -\frac{EI\theta}{l}$$

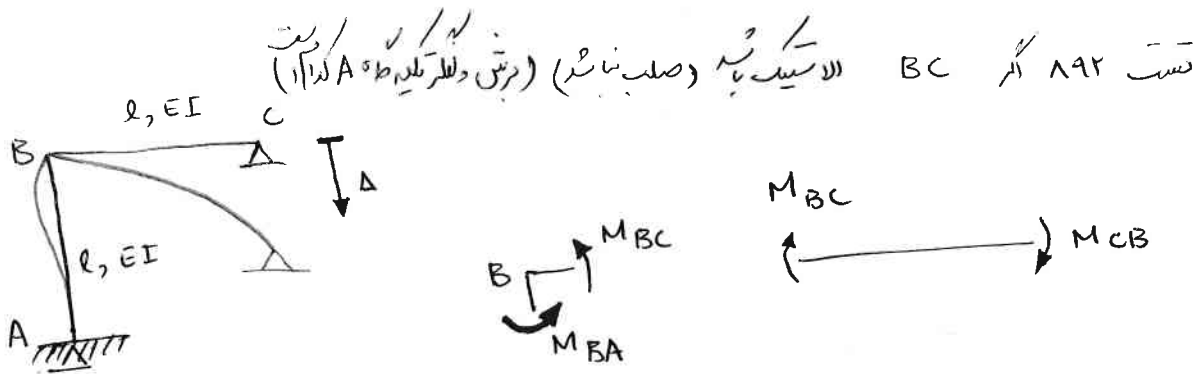
$$\frac{138/1}{5}$$

$$M_A = \frac{2EI}{l} (2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta'}{l})$$

$$= \frac{2EI}{l} (\frac{\Delta}{l} - \frac{3\Delta}{l}) = -\frac{EI\Delta}{l^2}$$



$$\theta_B = \frac{\Delta}{l} \downarrow +$$



نقطه B: $\sum M_B = 0$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0 \rightarrow \frac{2EI}{l} (2\theta_B + \theta_A - \frac{3\Delta}{l}) + \frac{3EI}{l} (\theta_B - \frac{\Delta}{l}) = 0$$

نقطه B: $\sum M_B = 0$

$$\frac{EI}{l} (4\theta_B + 3\theta_B - \frac{3\Delta}{l}) = 0 \rightarrow 7\theta_B - \frac{3\Delta}{l} = 0 \rightarrow \theta_B = \frac{3\Delta}{7l}$$

$$M_{BC} = M_B = \frac{3EI}{l} (\theta_B - \frac{\Delta}{l})$$

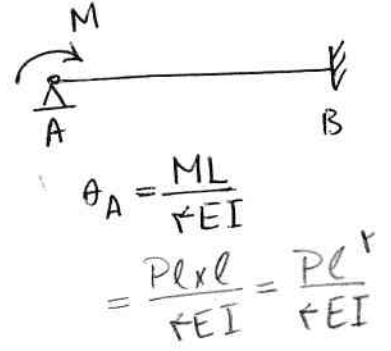
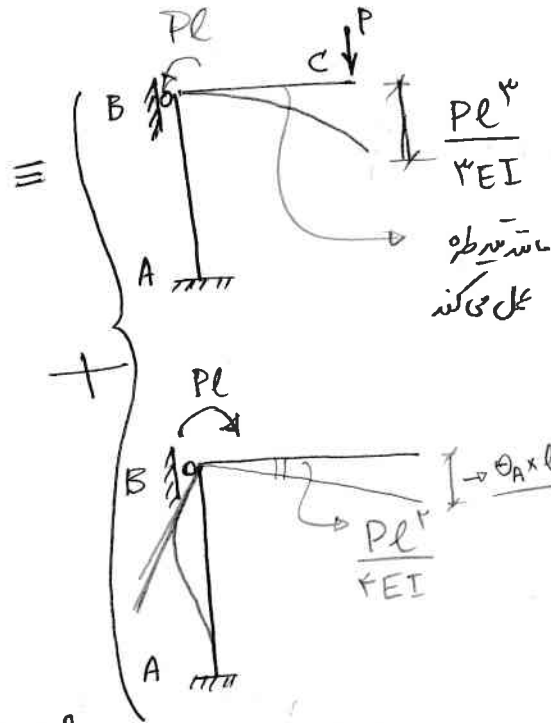
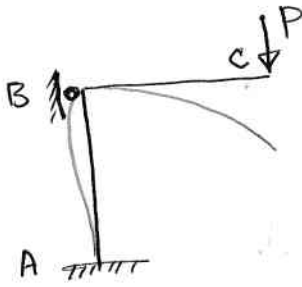
$\frac{3\Delta}{7l}$

$$M_A = M_{AB} = \frac{2EI}{l} (2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta}{l}) = -\frac{37EI\Delta}{7l^2}$$

$\frac{3\Delta}{7l}$

نقطه B: $\sum M_B = 0$

در فونداسیون

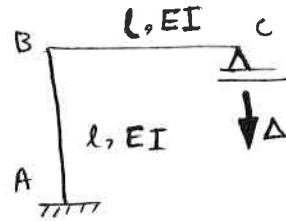


$$\Delta_C = \frac{Pl^3}{6EI} + \frac{Pl^3}{6EI} = \frac{Pl^3}{3EI} = \Delta$$

$$P = \frac{3EI\Delta}{l^3}$$

$$M_B = Pl = \frac{3EI\Delta}{l^2}$$

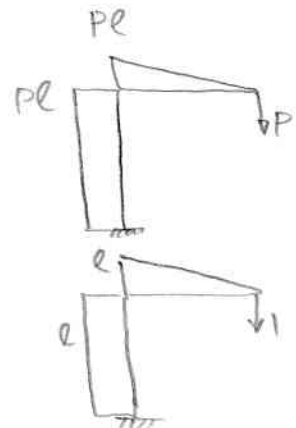
جواب: $\left\{ \begin{array}{l} M_A = M_B = \frac{3EI\Delta}{l^2} \\ \Delta_B = \frac{3}{l} \Delta \\ \theta_B = \frac{3\Delta}{l} \end{array} \right.$



در فونداسیون

$$1 + \Delta V_C = \frac{l}{6EI} * Pl * l + \frac{l}{6EI} * Pl * l = \frac{Pl^3}{3EI} = \Delta$$

$$P = \frac{3EI\Delta}{l^3}$$



در فونداسیون (اصلی)

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{BA} + M_{BC} = 0 \\ V_A = 0 \end{array} \right.$$

$\frac{11\lambda/2}{5}$

$$M_B = Pl$$

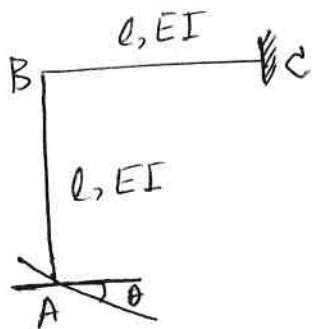
$$M_A = M_B = \frac{rEI\Delta}{rl^2} \times l = \frac{rEI\Delta}{rl^2}$$

$$\theta_B = \frac{Ml}{EI} = \frac{rEI\Delta}{rl^2} \times \frac{l}{EI} = \frac{r\Delta}{l}$$

$$\Delta H_B = \frac{rEI\Delta}{rl^2} \times \frac{l^2}{rEI} = \frac{r\Delta}{l}$$



۸۹۳ مطابق شکل، سازه زیر تحت اثر چرخش یکسان θ در تکیهگاه A قرار می‌گیرد. تکیهگاه‌های A و C به ترتیب کدام است؟



$$\frac{149}{5}$$

$$\frac{YEI}{l} (\theta_B + \theta) = 0 \rightarrow \theta_B = -\frac{\theta}{\gamma}$$

$$M_{AB} = M_A = \frac{YEI}{l} (\gamma\theta_A + \theta_B - \frac{\gamma\Delta}{l}) = \frac{YEI}{l} (\gamma\theta - \frac{\theta}{\gamma} - 0) = +\gamma\theta \frac{EI\gamma}{l}$$

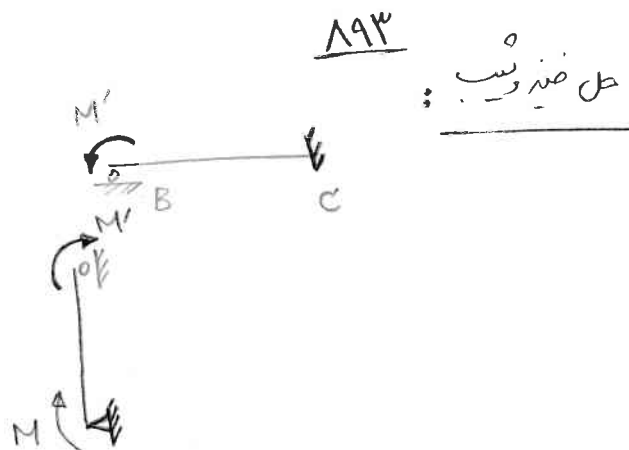
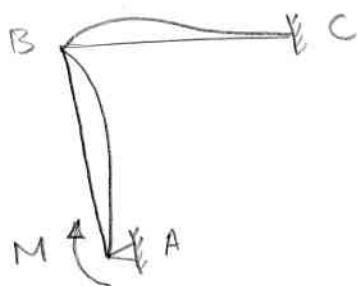
$$M_{CB} = M_C = \frac{YEI}{l} (\gamma\theta_C + \theta_B - \frac{\gamma\Delta}{l}) \rightarrow M_C = -\gamma\theta \frac{EI}{l}$$

$$V_A = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA})$$

$$M_{BA} = \frac{YEI}{l} (\gamma\theta_B + \theta_A - \frac{\gamma\Delta}{l}) \rightarrow M_{BA} = \frac{EI\theta}{l}$$

$$V_A = -\frac{1}{l} (M_{AB} + M_{BA}) = -\frac{1}{l} (\gamma\theta \frac{EI\gamma}{l} + \frac{EI\theta}{l}) = -\gamma\theta \frac{EI\gamma}{l^2}$$

$$V_C = -\frac{1}{l} (M_{BC} + M_{CB}) = -\frac{1}{l} (-\gamma\theta \frac{EI}{l} - \frac{EI}{l} \theta) = \gamma\theta \frac{EI}{l^2}$$



1493

ط. ص. ش. ب.

Compatibility Equation

$$\theta_{1B} = \theta_{2B} \rightarrow \frac{Ml}{\gamma EI} - \frac{M'l}{\gamma EI} = \frac{M'l}{\gamma EI} \rightarrow \frac{\gamma M'l}{\gamma EI} = \frac{M \cdot l}{\gamma EI} \rightarrow M' = \frac{\gamma}{\gamma} M$$

$$\theta_A = \frac{Ml}{\gamma EI} - \frac{M'l}{\gamma EI} = \frac{Ml}{\gamma EI} - \frac{\gamma}{\gamma} M \cdot \frac{l}{\gamma EI} = \frac{\gamma Ml}{\gamma EI} = \theta \rightarrow \frac{(\gamma-1)Ml}{\gamma EI} = \frac{\gamma Ml}{\gamma EI}$$

$$M = \frac{\gamma EI \theta}{\gamma l} = \gamma\theta \frac{EI}{l}$$

A. ص. ش. ب. : $M_A = M_{AB}$

$$\theta_B = \frac{Ml}{4EI} - \frac{M'l}{4EI} =$$

$$\frac{1}{4} \theta_B = \frac{M'l}{4EI} = \frac{Ml}{4EI} = \frac{3}{16} EI \frac{\theta}{l} \times \frac{l}{4EI} = \frac{\theta}{4}$$

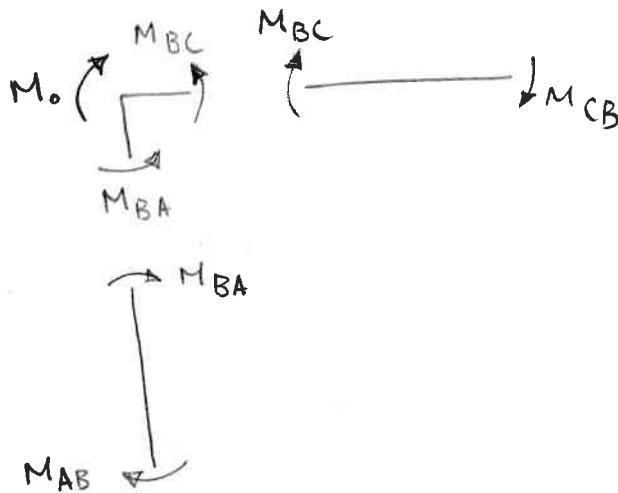
$$M_C = \frac{M'}{4} = \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} M = \frac{M}{4} = \frac{\frac{3}{16} EI \theta}{4} = \frac{3}{64} \frac{EI}{l} \theta$$

نکته: اگر در گره B گره مشترک باشد و در آن گره تعادل گره در گره B بصورت زیر در نظر گرفته خواهد شد

$$M_{BA} + M_{BC} = +M_0$$

چون گره در گره دارد و در آن گره تعادل گره در گره B بصورت زیر خواهد بود:

$$M_{BA} + M_{BC} = -M_0$$



نکته: اگر در گره A گره مشترک باشد

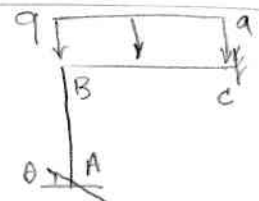
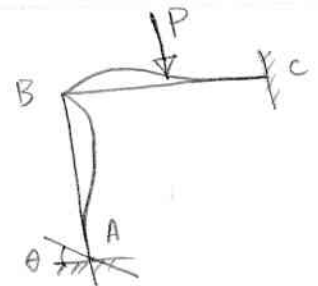
$$M_{BA} + M_{BC} = 0$$

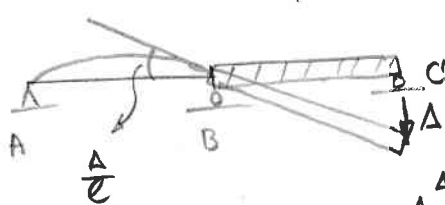
$$M_{BC} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_B + \theta_C - \frac{\Delta}{l} \right) - \frac{Pl}{4}$$

$$M_{CB} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) + \frac{Pl}{4}$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_B + \theta_C - \frac{\Delta}{l} \right) - \frac{9l^3}{12}$$

$$M_{CB} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) + \frac{9l^3}{12}$$





شیب انت اصلاح شده

$$M_{BA} = M_B = \frac{2EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) = \frac{2EI \Delta}{l^2}$$

$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} \left(2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta}{l} \right) = 0 \rightarrow \theta_A = -\frac{1}{2} \theta_B = -\frac{\Delta}{2l}$$

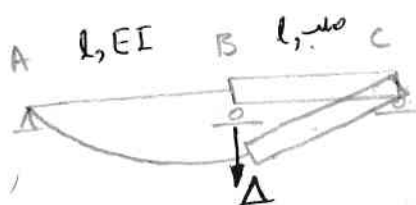
حل جواب سوال



$$\theta_B = \frac{Ml}{2EI} = \frac{\Delta}{l} \rightarrow M = \frac{2EI \Delta}{l^2}$$

خبر و شیب:

$$\theta_A = \frac{1}{2} \theta_B = \frac{\Delta}{2l}$$



شیب تیر در تکیه A به چه دردت؟

$$\theta_B = \frac{\Delta}{l} \uparrow \quad (\text{پاراساعتگرد})$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta}{l} \right)$$

$$\rightarrow M_{BA} = -\frac{2EI \Delta}{l^2} \rightarrow M_{BA} \text{ (دائمی)}$$

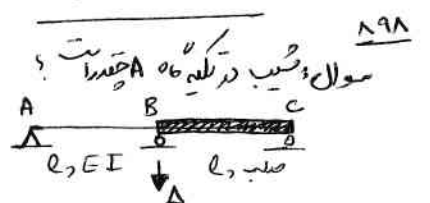
$$M_{AB} = \frac{2EI}{l} \left(2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta}{l} \right) = 0 \rightarrow 2\theta_A - \frac{\Delta}{l} - \frac{3\Delta}{l} = 0$$

$$\rightarrow 2\theta_A = \frac{4\Delta}{l} \rightarrow \theta_A = \frac{2\Delta}{l}$$

حل جواب سوال ۸۹۸

حل فزدرش

زبان: AB را به دو بخش تقسیم می‌کنیم
 بخش AB
 بخش AB



این فرمول با توجه به تغییر شکل BC نوشته شده است

$$\theta_B = \frac{Ml}{3EI} - \frac{\Delta}{l} = \frac{\Delta}{l}$$

نسبت پارساقتل در بخش ساقط



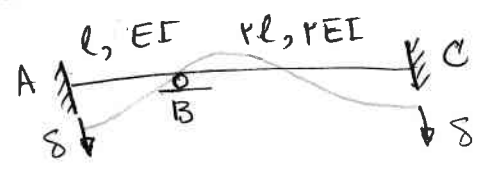
$$\frac{2\Delta}{l} = \frac{Ml}{3EI} \rightarrow M = \frac{7EI\Delta}{l^2}$$

M_{BA}

$$\theta_A = \frac{Ml}{7EI} + \frac{\Delta}{l} = \frac{7EI\Delta}{l^2} \cdot \frac{l}{7EI} + \frac{\Delta}{l} = \frac{2\Delta}{l}$$

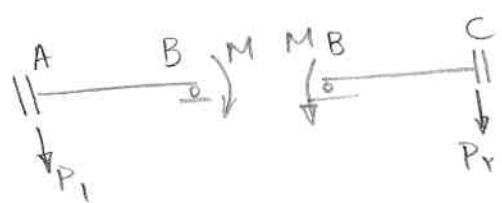
این فرمول با توجه به تغییر شکل AB نوشته شده است

معادله تعادل : B: M_{BA} + M_{BC} = 0
 تدریس B



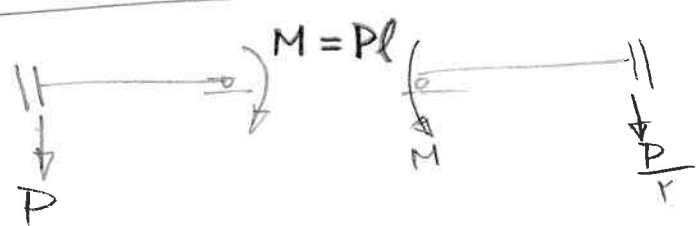
$$\frac{2EI}{l} (2\theta_B + \theta_A + \frac{3\Delta}{l}) = \frac{2 \cdot 2EI}{2l} (2\theta_B + \theta_C - \frac{3\Delta}{2l}) = 0$$

از طرف این معادله theta_B بر حسب Delta پیدا می‌شود



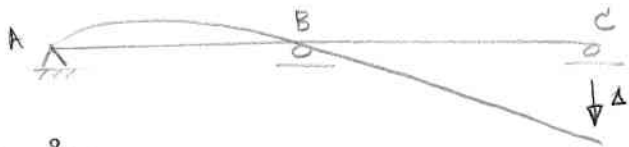
حل سادگی

توجه داشته باشید



$$\frac{M}{Pl} - \frac{P}{2} \cdot 2l = 0$$

۱۴۱/۱
B



ملاحظات:

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

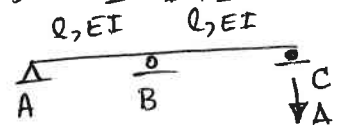
$$\Rightarrow \frac{3EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) + \frac{3EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) = 0$$

$$\Rightarrow 2\theta_B - \frac{\Delta}{l} = 0 \rightarrow \theta_B = \frac{\Delta}{2l}$$

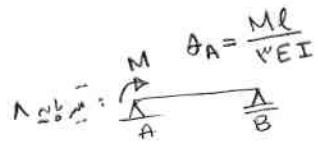
$$M_{BC} = \frac{3EI}{l} \left(\theta_B - \frac{\Delta}{l} \right) = \frac{3EI}{l} \left(\frac{\Delta}{2l} - \frac{\Delta}{l} \right) = -1.5 \frac{EI\Delta}{l^2}$$

سوال: مطابق شکل، سازه تحت اثر نشست Δ

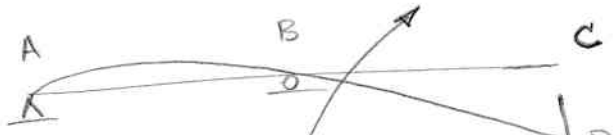
در C قرار دارد. شیب تیر در نقطه A چقدر است؟



(سوال ۸۹۶ اگر BC صلب نباشد)



حل خنثی‌شده:



$$\Delta_C = \underbrace{\frac{Pl^3}{3EI}}_{\text{حس BC}} + \underbrace{\frac{Pl \times l}{3EI} \times l}_{\text{حس BC}} = \frac{2Pl^3}{3EI} = \Delta \rightarrow P = \frac{1.5 EI \Delta}{l^3}$$

$$M_B = M_{BC} = P \cdot l = \frac{1.5 EI \Delta}{l^2}$$

$$\theta_B = \frac{Pl \times l}{3EI} = \frac{Pl^2}{3EI} = \frac{1.5 EI \Delta}{l^3} \times \frac{l^2}{3EI} = \frac{\Delta}{2l}$$



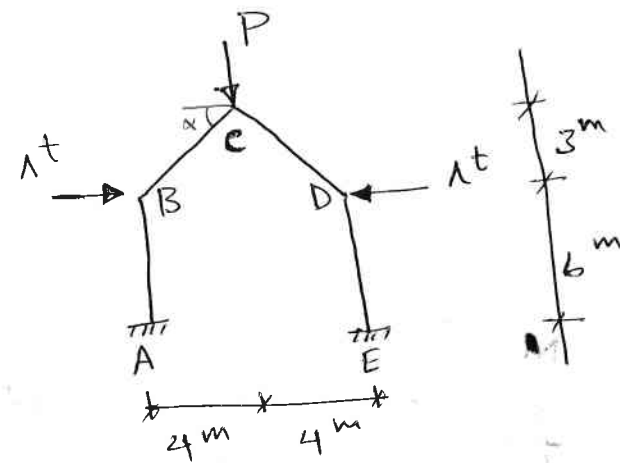
تیر پایه A:

$$\theta_A = \frac{ML}{3EI}$$

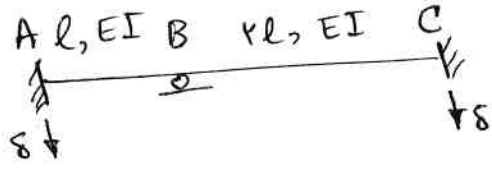
توجه داشته باشید که در صورت آوردن Δ

در C، اگر C را به جای که تیر در نظر گرفته ایم، در فرمول در نظر بگیریم: $\theta_C = \frac{Pl \times l}{3EI}$ و $\theta_A = \frac{Pl \times l}{7EI}$

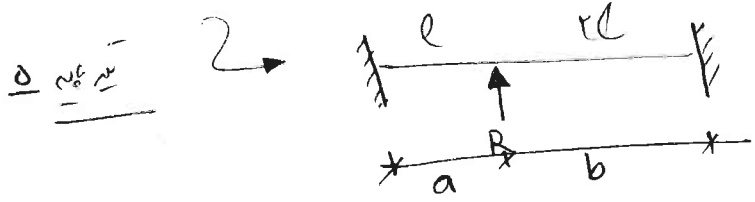
۹۰۰. ده قاب زیر که تغییر مکان کرده C ضربه است، مقدار نیروی P محاسب کنید (EI = Constant)



۱۲۴
S



اگر سه نقطه ای بود



$$\Delta = \frac{R a^3 b^3}{3EI l^3} \quad \rightarrow \quad \frac{R * l^3 * (2l)^3}{3EI (2l)^3} = \frac{1 R l^3}{12 EI} = \delta$$

$$\rightarrow R = \frac{12 E I \delta}{l^3}$$

$$M_A = \frac{R a b^3}{l^3} = \frac{12 E I \delta}{l^3} * \frac{l * (2l)^3}{(2l)^3} = 12 \frac{E I \delta}{l^2}$$

$$M_C = \frac{R a^3 b}{l^3} = \dots$$

تاب رفتار خردی نشان می دهد چون میگوید اگر گره ها نه جای بی اثری دارند چه خشن

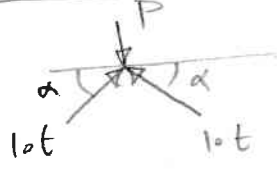
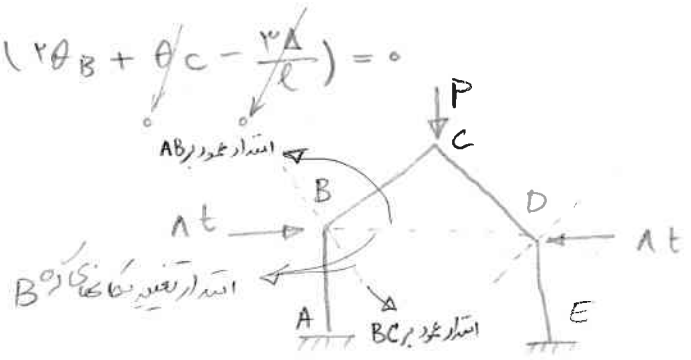
۹۰۰

$$B: \sum M = 0 \rightarrow M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$\frac{2EI}{l} (2\theta_B + \theta_A - \frac{3\Delta}{l}) + \frac{2EI}{l} (2\theta_B + \theta_C - \frac{3\Delta}{l}) = 0$$

$$\rightarrow \frac{2EI}{l} \theta_B = 0 \rightarrow \theta_B = 0$$

$$D: M_{DC} + M_{DE} = 0 \rightarrow \theta_D = 0$$



$$P = 2 * 10 \sin \alpha = 20 * 0.7 = 14t$$

$$F \cos \alpha = 1 \rightarrow F = 10t$$

نکته مهم:
 ۱) تغییر محوری ضرب نظر
 ۲) گره ها جای نفوذ
 ۳) مقطع، استوار، در گره

Δ

جمع بندی

- اگر ضرایب معین باشند با استفاده از روش ترکیبی مفصل و متقطع تحلیل می گردد

- ضرایب نامعین با استفاده از روش کار حداقل به سبب تحلیل شود
(Least work)

- پس از تحلیل ضرایب مختلف تغییر مکان بعضی از اعضا و یا پرچش عضو که خرد به نظر باشد به سبب از روش کار مجازی استفاده کرد

- تغییر مکان در سبب بسیاری از تیرهای معین و همچنین قابهای معین با استفاده از روابط تیرهای پایه قابل می باشد
است و اگر بتوان از تیرهای پایه استفاده نمود با معنی از روش کار مجزا Δ و θ را می باشد نمود

- سبب مع روش برای تحلیل تیرهای نامعین روش معادل سازگی و استفاده از روابط تیرهای پایه می باشد
به احتمال زیاد قاب نامعین در سوالات کمالات مطرح نخواهد شد ولی در صورت ارائه با استفاده از کار مجازی می توان قاب را تحلیل نمود و در مواردی نمی توان از سازگی و روابط تیرهای پایه استفاده کرد

- چنانچه در سازه ای محل تغییر مکان Man و یا تعداد تغییر مکان Man سوال شده باشد، بهترین روش روش قیصر فریج می باشد

- در نقطه ای که تیر فریج در برش صفر است، ضریب در سازه اصلی صفر شد و آن نقطه نقطه خنثی نامیده می شود و مقدار انحراف نقطه
در تیر فریج در آن نقطه به مقدار خنثی نامیده می شود و خواهد بود

- قضایای اول و دوم کمالات در صورتی که سازه دارای یک یا دو تیر در باشد و یا سازه متعارف تحت اثر بارگذاری متعارف باشد
بسیار محو و اهل سریع و مناسبی است

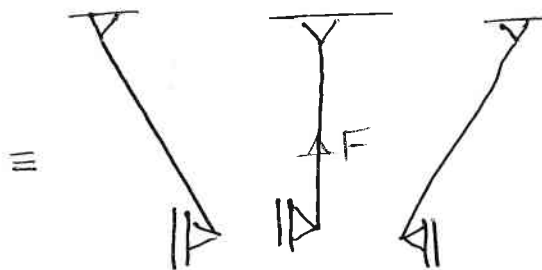
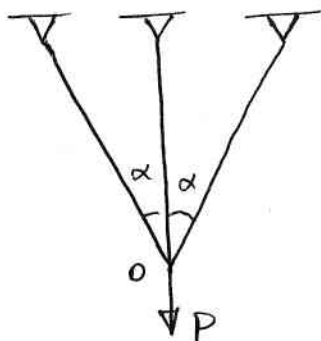
- چنانچه سازه تحت اثر نشست و یا پرچش کلیه کاهشی قرار داشته باشد محو و سبب مع روش را می استفاده از روش سبب است می باشد
البته این سوالات را می توان با استفاده از خنثی و سبب تحلیل نمود و توجیه نمی شود

*** جمع بندی مد سازی با قشر ***

چنانچه بارگذاری وارده بر سازه بصورت نیرو باشد در حالتی که زیر می توان از مد سازی با قشر برای تحلیل سازه بهره گرفت (مد سازی با قشر انتقالی)

(۱) وقتی تیران سازه، تیران بارگذاری با عبور شود تغییر مکان نقطه اثر بار در جهت مشخصی باشد

(۲) وقتی که سازه متعارف و بارگذاری یا در متعارف باشد، باعث شود تغییر مکان نقطه اثر بار در جهت مشخصی باشد



$$2F' \cos \alpha = P - F$$

$$F' = \frac{P - F}{2 \cos \alpha}$$

حل از روش least work

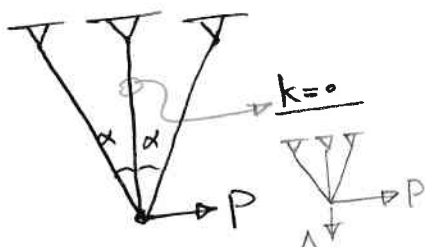
$$U = \sum \frac{F_i^2 l_i}{2 A_i E_i} \quad \frac{\partial U}{\partial F} = 0$$

$$U = \frac{F^2 l}{2 A E} + \left(\frac{P - F}{2 \cos \alpha} \right)^2 * \frac{l / \cos \alpha}{2 * A E}$$

$$+ \left(\frac{P - F}{2 \cos \alpha} \right)^2 * \frac{l / \cos \alpha}{2 * A E}$$

این سازه با جابجایی قائم ندارد

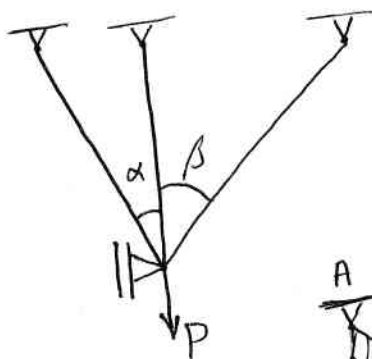
$$\frac{dU}{dF} = 0 \rightarrow F \text{ ثابت می ماند} \rightarrow \Delta T_0 = \frac{F l}{A E}$$



$$K = \frac{A E \cos^2 (90 - \alpha)}{l'} = \frac{A E \sin^2 \alpha}{l'}$$

$$\Delta_0 = \frac{P}{2 * \frac{A E \sin^2 \alpha}{l'}} \quad , l' = \frac{l}{\cos \alpha}$$

(۳) وقتی یک تیر یا یک تیر به خطی باعث شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد



(زاویه بین راستای تیر و راستای سازه) $\frac{A E}{l \cos^2 \alpha}$ سختی هر تیر

عضو OB در راستای محور بر عضو OA جابجایی شود

استوار عضو صلب

مد سازی

$$1 * \Delta = \sum \frac{n_i n_i l_i}{A_i E_i}$$

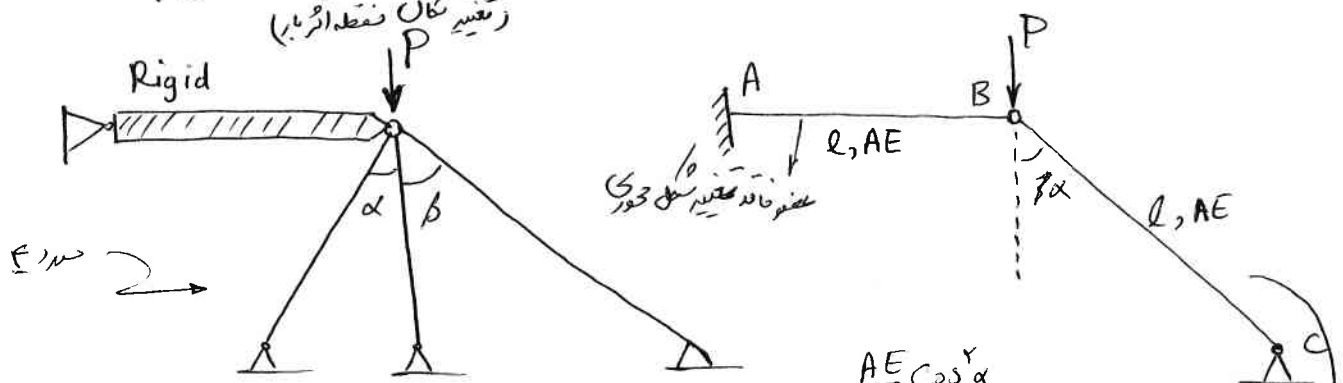
(۴) وقتی یک عضو باعث شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد

جسم صلب با عبور می شود و بصورت عمودی یا این می باشد

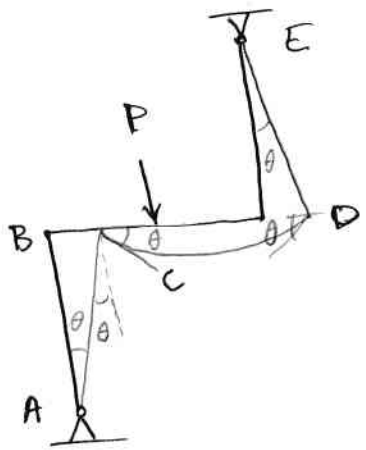
(۲) وقتی که عضو صلب باعث شود تغییر مکان نقطه اثر بار در جهت مشخصی باشد

مد سازی قشر

۵) وقتی عضو قادر تغییر شکل محوری باشد شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد.
(تغییر مکان نقطه اثر بار)



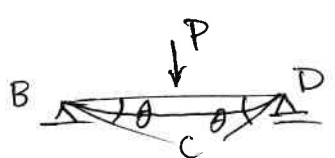
$(F_{OB})_y = \frac{k_{OB}}{\sum K} \cdot P = \frac{\frac{AE \cos^2 \alpha}{l}}{\frac{AE \cos^2 \alpha}{l} + \frac{AE \cos^2 \beta}{l} + \frac{2EI}{l^3}} \cdot P$
 $(F_{OB})_y = F_{OB} \cdot \cos \alpha$
 $k_{AB} = \frac{2EI}{l^3}$
 $k_{BC} = \frac{AE}{l} \cdot \cos^2 \alpha$
 $\Delta V_0 = \Delta = \frac{P}{\sum K} = \frac{P}{\frac{2EI}{l^3} + \frac{AE \cos^2 \alpha}{l} + \frac{AE \cos^2 \beta}{l}}$



* تغییر در ابعاد قابل تحلیل کنید.

حل: عکس العمل‌های لغتی تغییرات A, B بدلیل تارن
صفحات پس به بخش می افتند و:

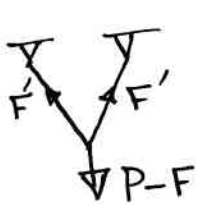
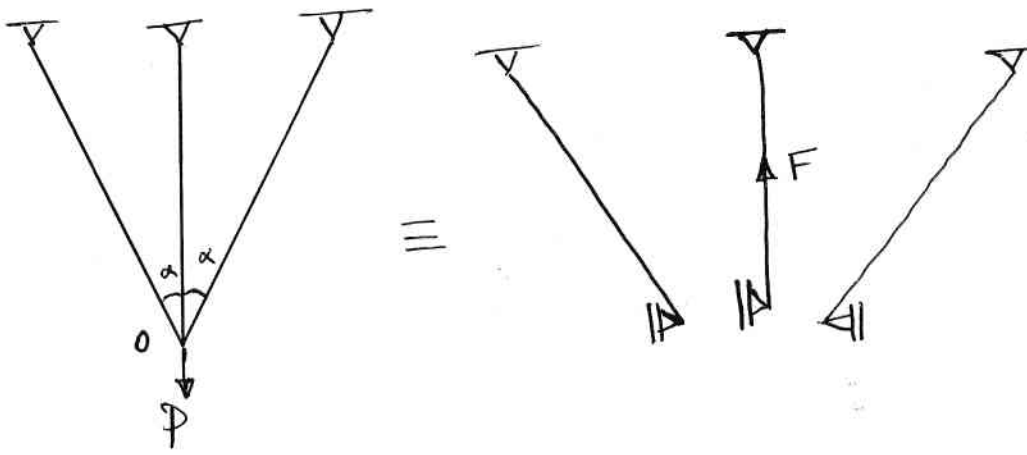
$$\Delta H_B = \Delta H_D = \theta \cdot l$$



$$\theta = \frac{Pl^2}{17EI} \quad \Delta V_C = \frac{Pl^3}{17EI}$$

$$\Delta H_B = \frac{Pl^3}{17EI} \quad \theta_A = \theta_B = \theta_D = \theta_E = \frac{Pl^2}{17EI}$$

۱) وقتی تقارن سازه و تقارن بارگذاری باعث شود تغییر مکان نقطه اثر بار در جهت مشخصی باشد.

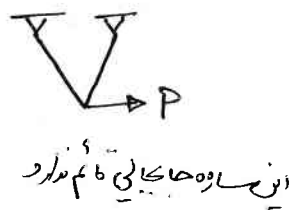
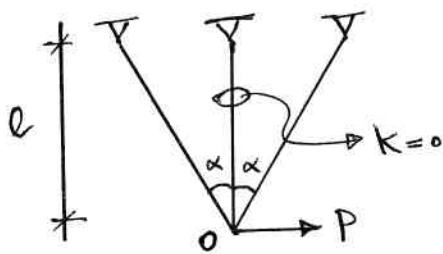


$$2F' \cos \alpha = P - F \rightarrow F' = \frac{P - F}{2 \cos \alpha}$$

$$U = \sum \frac{F_i^2 l_i}{2 A_i E_i} \quad \frac{\partial U}{\partial F} = 0 \rightarrow U = \frac{F^2 l}{2 A E} + \left(\frac{P - F}{2 \cos \alpha} \right)^2 * \frac{\frac{l}{\cos \alpha}}{2 A E} + \left(\frac{P - F}{2 \cos \alpha} \right)^2 * \frac{\frac{l}{\cos \alpha}}{2 A E}$$

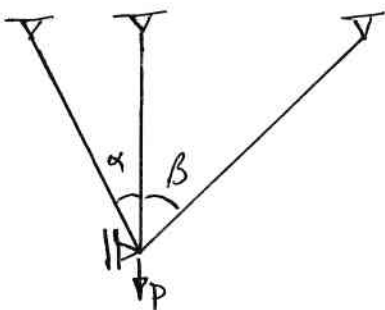
$$\frac{\partial U}{\partial F} = 0 \rightarrow \text{در جهت F} \rightarrow \Delta V_0 = \frac{F l}{A E}$$

۲) وقتی که سازه متقارن، بارگذاری یاب متقارن باشد و باعث شود تغییر مکان نقطه اثر بار در جهت مشخصی باشد.



$$\begin{cases} k = \frac{A E}{l'} \cos^2 (90 - \alpha) = \frac{A E}{l'} \sin^2 \alpha \\ \Delta_0 = \frac{P}{2 * \frac{A E}{l'} \sin^2 \alpha}, \quad l' = \frac{l}{\cos \alpha} \end{cases}$$

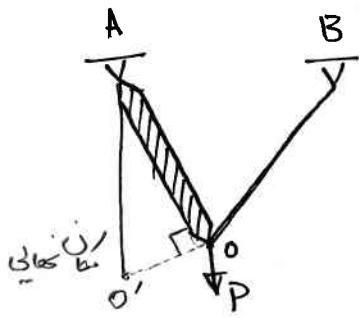
۳) وقتی یک تکیه‌گاه غلطی باعث شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد.



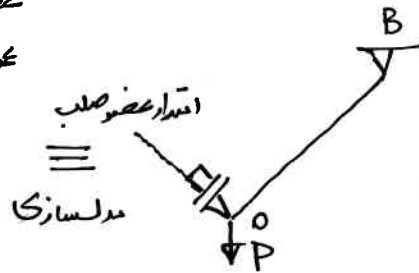
$$\text{زاویه بین راستای نیرو و خورش} = \frac{A E}{\text{خورش}} \cdot \cos^2 (\text{زاویه بین راستای نیرو و راستای میل})$$

$$\text{زاویه بین راستای نیرو و راستای میل} = \frac{A E}{\text{خورش}} \cdot \cos^2 (\text{زاویه بین راستای نیرو و راستای میل})$$

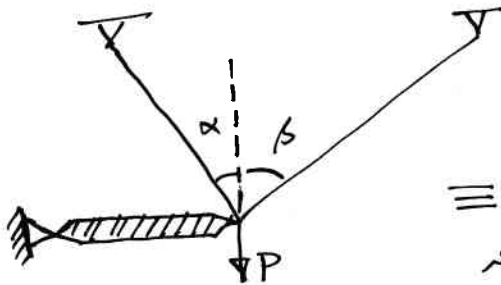
(۴) وقتی یک عضو صلب باعث می شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد



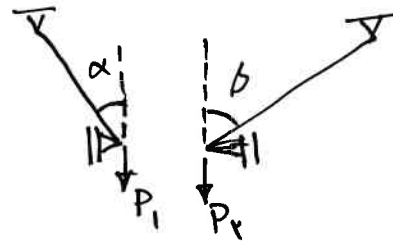
عضو OB در راستی
مقدار عضو OA جایگزین شود



$$1 \times \Delta = \sum \frac{N_i n_i l_i}{A_i E_i}$$

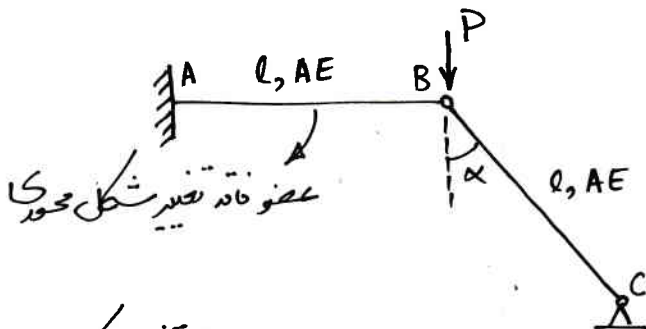


مدرسه سازی فدر



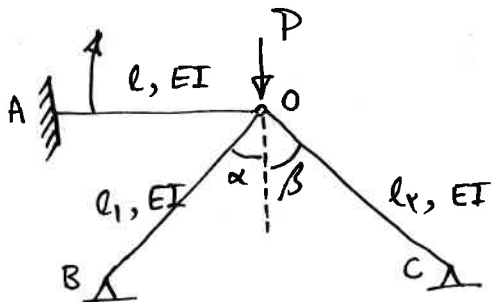
جسم صلب باعث می شود بصورت عمودی پاشن بیايد

(۵) وقتی عضو فاقد تغییر شکل محوری باعث می شود تغییر مکان در جهت مشخصی باشد



$$\begin{cases} k_{AB} = \frac{3EI}{l^3} \\ k_{BC} = \frac{AE}{l} \cdot \cos^2 \alpha \end{cases}$$

عضو فاقد تغییر شکل محوری

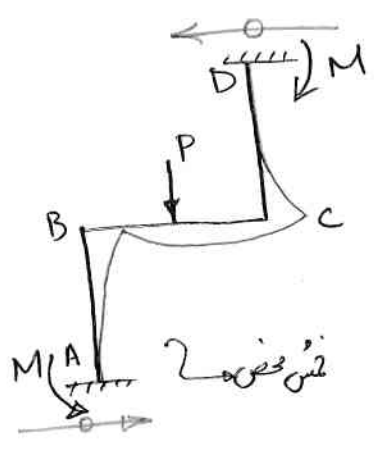


$$\begin{cases} \Delta V_O = \Delta = \frac{P}{\sum k} \\ \Delta V_O = \frac{P}{\sum k} = \frac{P}{\frac{3EI}{l^3} + \frac{AE}{l_1} \cos^2 \alpha + \frac{AE}{l_2} \cos^2 \beta} \end{cases}$$

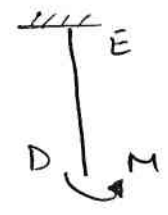
$$(F_{OB})_y = \frac{k_{OB}}{\sum k} \cdot P = \frac{\frac{AE}{l_1} \cos^2 \alpha}{\frac{AE}{l_1} \cos^2 \alpha + \frac{AE}{l_2} \cos^2 \beta + \frac{3EI}{l^3}} \cdot P$$

14V
S

قابض، المجرى، تحليل ثابت



نقطة مفصلة B: ثابت



$$\theta_{IB} = \theta_{IB} \rightarrow \frac{Ml}{EI} = \frac{Pl^2}{12EI} - \frac{Ml}{2EI} \rightarrow \frac{3Ml}{2EI} = \frac{Pl^2}{12EI}$$

$$\rightarrow M = \frac{2}{3} \cdot \frac{Pl^2}{12} \quad \boxed{M = \frac{Pl^2}{18}}$$

جهاز كرايمر - ثابت / Google

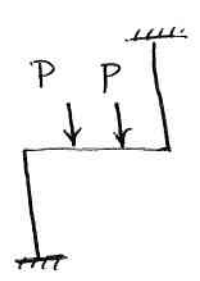
$$M_A = M_B = M_D = M_E = \frac{Pl^2}{18}$$

$$\theta_B = \frac{Ml}{EI} = \frac{Pl^2}{18} \times \frac{l}{EI} = \frac{Pl^3}{18EI}$$

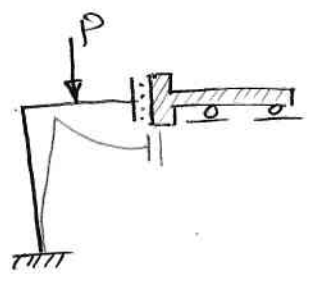
$$\Delta_B = \Delta_C = \frac{Ml^2}{2EI} = \frac{Pl^2}{18} \times \frac{l^2}{2EI} = \frac{Pl^4}{18EI}$$

نقطة اعمال بار

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta_{BC} &= \frac{Pl^3}{18EI} - \frac{Ml^2}{2EI} \\ \Delta_{BC} &= \frac{Pl^3}{18EI} - \frac{Pl^2}{18} \times \frac{l^2}{2EI} = \frac{Pl^4}{18EI} \end{aligned} \right.$$



≡

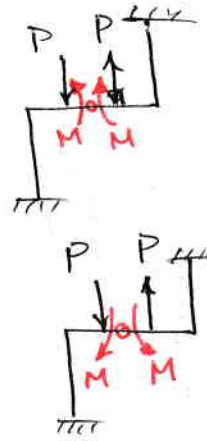
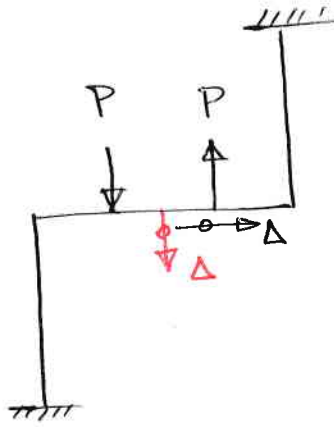


Rigid hammer Support

نقطة مفصلة

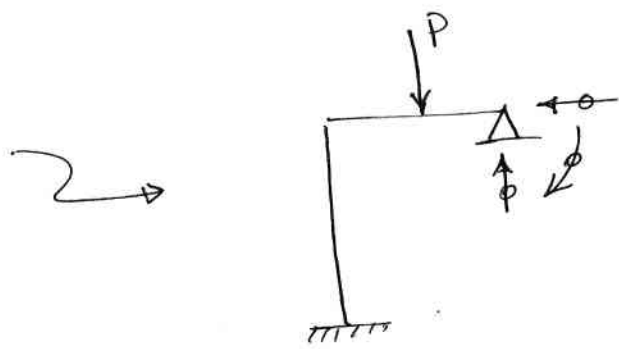
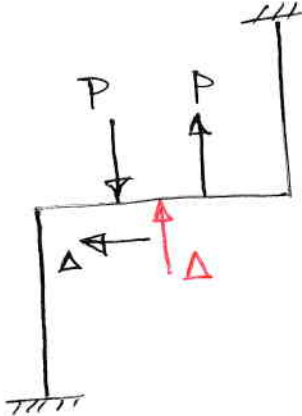
۴. سازه متقارن مرکزی با بار پاد متقارن

۱. تغییر مکان افقی وسط تیر
 ۲. تغییر مکان قائم وسط تیر
 ۳. گشتاور وسط تیر
- صفحه



+

متقارن

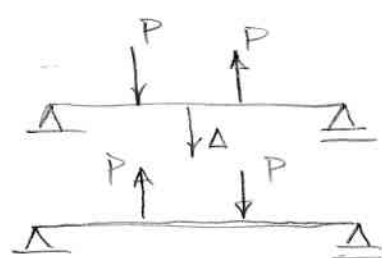
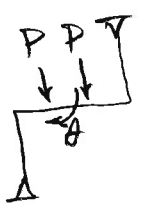


جمع نهایی

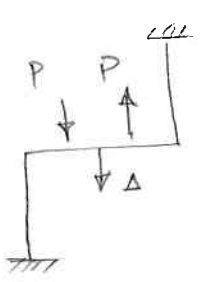
اگر بار متقارن نباشد صفحه شود با سستی یکی از دو انتهای بر می آید

۱. پس از جمع آثار بارگذاری صفحه شود و بار متقارن مربوطه دو برابر شود → آن بار متقارن صفحه شود

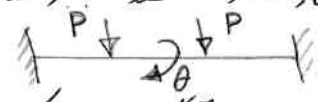
سازه متقارن محوری یا پاد متقارن یا سازه متقارن مرکزی با بار متقارن



۲. بارگذاری پس از جمع آثار دوار شود و بار آن به مربوط صفر شود ← آن بار آن صفر بود



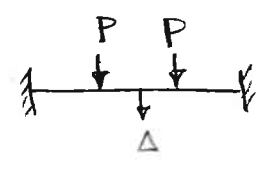
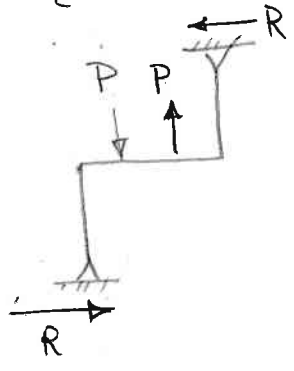
در سازه متقارن محوری بار متقارن یا سازه متقارن مرکزی بار بار متقارن



در بارگذاری و آنجا صفر نباشد یکی از حالات زیر اتفاق می افتد

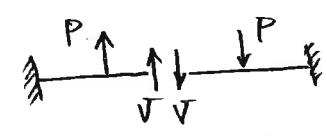
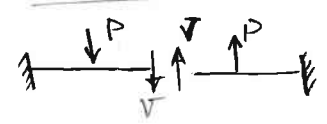
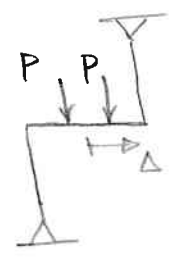
۱. پس از جمع آثار بارگذاری ۲ برابر شود و بار آن به مورد نظریه دوار شود

در سازه متقارن محوری بار متقارن یا سازه متقارن مرکزی بار بار متقارن این اتفاق می افتد

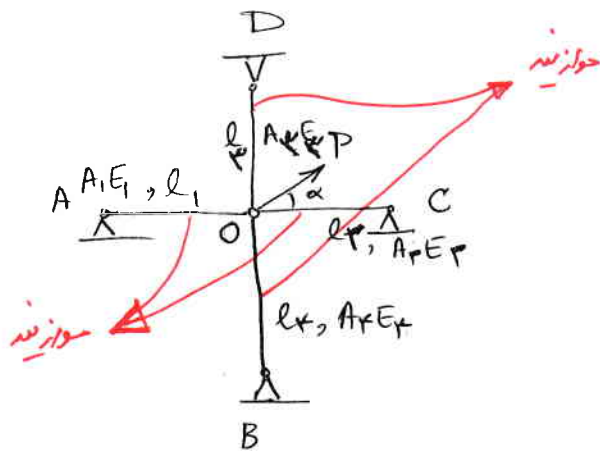


۲. پس از جمع آثار بارگذاری صفر شود و بار آن به مورد نظریه صفر شود

در سازه متقارن محوری بار بار متقارن یا سازه متقارن مرکزی بار بار متقارن این اتفاق می افتد



← بارگذاری صفر بار آن به مورد نظریه صفر



$$F_{OA} = \frac{\frac{AE_1}{l_1}}{\frac{AE_1}{l_1} + \frac{AE_r E_r}{l_r}} * P \cos \alpha$$

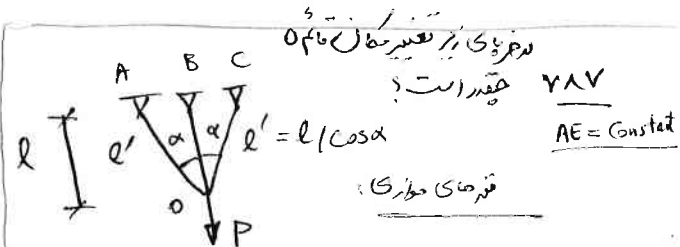
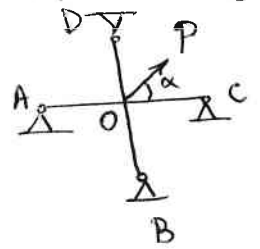
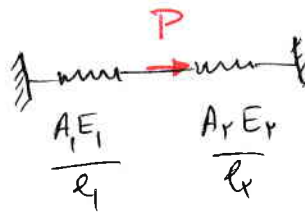
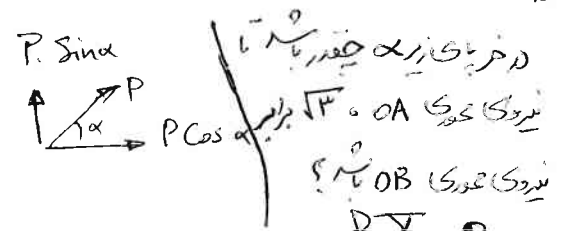
$$F_{OC} = - \frac{\frac{AE_r E_r}{l_r}}{\frac{AE_1}{l_1} + \frac{AE_r E_r}{l_r}} * P \cos \alpha$$

$$F_{OB} = \frac{\frac{AE_f E_f}{l_f}}{\frac{AE_r E_r}{l_r} + \frac{AE_f E_f}{l_f}} * P \sin \alpha$$

$$F_{OD} = - \frac{\frac{AE_r E_r}{l_r}}{\frac{AE_r E_r}{l_r} + \frac{AE_f E_f}{l_f}} * P \sin \alpha$$

$$\Delta H_O = \frac{\overbrace{P \cos \alpha}^{F_{Horizontal}}}{k_H} = \frac{P \cos \alpha}{\frac{AE_1 E_1}{l_1} + \frac{AE_r E_r}{l_r}}$$

$$\Delta V_O = \frac{P \sin \alpha}{k_V} = \frac{P \sin \alpha}{\frac{AE_r E_r}{l_r} + \frac{AE_f E_f}{l_f}}$$



$$(F_{OA})_y = (F_{OC})_y = \frac{k_{OA}}{\sum k} * P$$

$$= \frac{\frac{AE}{l' \cos \alpha} \cos^2 \alpha}{\frac{AE}{l' \cos \alpha} + \frac{AE}{l' \cos \alpha} \cos^2 \alpha} * P$$

$$= \frac{\cos^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha} * P$$

$$F_{OB} = \frac{k_{OB}}{\sum k} * P$$

$$= \frac{\frac{AE}{l'}}{\frac{AE}{l'} + \frac{AE}{l' \cos \alpha}} * P$$

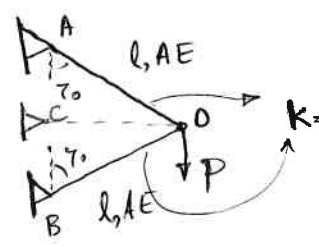
*** توجه: در محاسبه F_{OA} و F_{OB} باید به نسبت سطح مقطع توجه کرد

$$(F_{OA})_y = F_{OA} \cos \alpha$$

$$\Rightarrow F_{OA} = F_{OB} = \frac{\cos^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha} * P$$

$$F_{OB} = \frac{P}{1 + \cos^2 \alpha}$$

$$\Delta V_O = \frac{P}{\sum k} = \frac{Pl}{AE(1 + \cos^2 \alpha)}$$

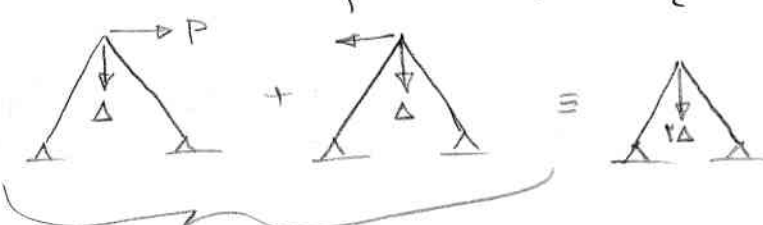


از دست دادن بار کششی و پایداری

$$K = \frac{AE}{l} \cdot \cos^2 60^\circ$$

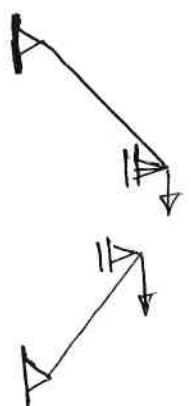
۷۹۱. تغییر مکان قائم ۵ چقدر است؟

در این سوال از روش انرژی استفاده می‌کنیم



$$\Delta V = \frac{P}{\frac{2AE}{l} \cos^2 60^\circ} = \frac{2Pl}{AE}$$

* در این سوال از روش انرژی استفاده می‌کنیم و قرار داریم که بار P حذف می‌شود چون در راستای عضو قرار می‌گیرد و این بار را می‌توان به آن راستای تبدیل کرد و چون عضو عمود بر آن است پس



از این روش از اعضا ۲AE در برابر روش کارهای استفاده می‌کنیم

بطور کلی می‌توان به این روش برای ساختارهای مختلف (قاب، تیر، تیر-کمان) استفاده کرد

سختی دورانی بزرگ A چقدر است؟ ($k_\theta = \frac{7EI}{l}$)

۷۹۷

$$k_A = k_{eq} = k_\theta + \frac{3EI}{l} = \frac{7EI}{l} + \frac{3EI}{l}$$

حالت اول:

فرد چپس و تیر دایره طرف

تیر قرار دارند

$$\theta_A = \frac{M}{k_{eq}} = \frac{M}{k_\theta + \frac{3EI}{l}}$$

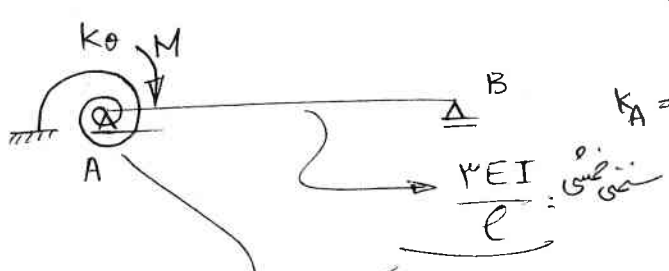
$$M_\theta = \frac{k_\theta}{k_\theta + \frac{3EI}{l}} * M$$

$$M_\theta = \frac{k_\theta}{\sum k} * M$$

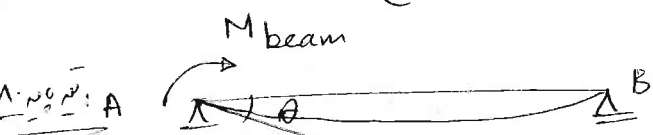
$$M_{beam} = \frac{k_{beam}}{\sum k} * M$$

$$M_{beam} = \frac{\frac{3EI}{l}}{k_\theta + \frac{3EI}{l}} * M$$

$$\theta_B = \frac{1}{3} \theta_A = \frac{\frac{M}{3}}{k_\theta + \frac{3EI}{l}}$$

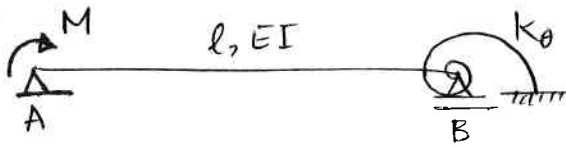


بین تیر چپس و تیر دایره طرف
تیر قرار دارند
فرد چپس و تیر دایره طرف
تیر قرار دارند



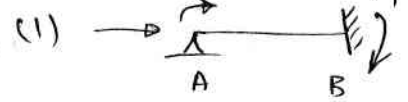
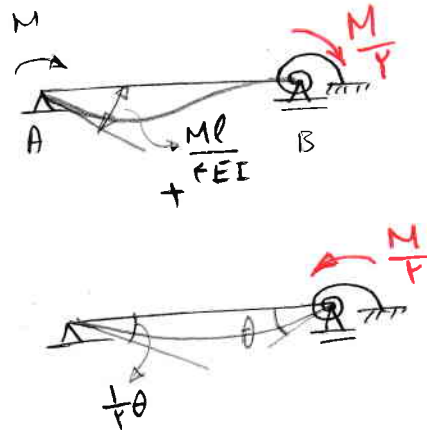
$$\theta = \frac{Ml}{3EI} \rightarrow k = \frac{M}{\theta} = \frac{3EI}{l}$$

سختی خنثی



راه حل اول، برای یقین

≡



(۲)

چون در هر حالت صغریا، تغییر یافته به یکدیگر

یک سر متصل عمل می کند $\theta_B = 0$

چون تکیه که اصلاً راست
با خودشان وارد کرده ایم
 $M\theta = 0$

$$M\theta = \frac{k\theta}{k\theta + \frac{3EI}{l}} * \frac{M}{2}$$

$$\theta_B = \Delta \phi = \frac{M\theta}{k\theta} = \frac{M}{k_{total}} = \frac{M/2}{k\theta + \frac{3EI}{l}}$$

$$\theta_A = (\theta_A)_1 + (\theta_A)_2$$

$$\theta_A = \frac{Ml}{3EI} + \frac{1}{2} * \frac{M/2}{k\theta + \frac{3EI}{l}} = \frac{Ml}{3EI} + \frac{M}{2} * \frac{l}{EI} * \frac{EI}{l} * \frac{1}{k\theta + \frac{3EI}{l}}$$

$$\theta_A = \frac{Ml}{3EI} \left[1 + \frac{\frac{EI}{l}}{k\theta + \frac{3EI}{l}} \right]$$

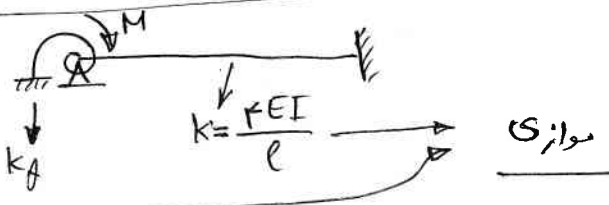
$$\theta_A = \frac{Ml}{3EI} * \frac{k\theta + \frac{3EI}{l}}{k\theta + \frac{3EI}{l}}$$

از اینجا هم که A را می بینیم و از اینجا هم که A را می بینیم
در اینجا هم که A را می بینیم

$$K_A = \frac{M}{\theta_A} = \frac{k\theta + \frac{3EI}{l}}{k\theta + \frac{3EI}{l}} * \frac{3EI}{l}$$

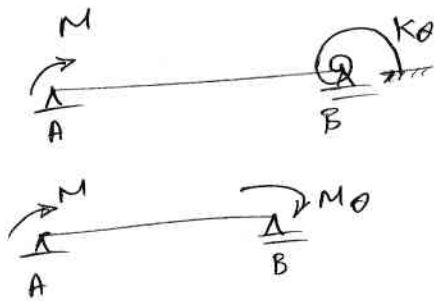
حالت خاص: if $k\theta \rightarrow 0$ $\frac{3EI}{l}$ $\rightarrow \infty$

if $k\theta \rightarrow \infty$ $\frac{3EI}{l}$ $\rightarrow 0$ $\checkmark$



اگر مثلاً B که تکیه می بود

102,1
5



5, 6, 7 : 13, 14, 15

Compatibility Equation:

$$\theta_B = \Delta\phi \rightarrow \frac{Ml}{7EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI} = \frac{M\theta}{k\theta} \rightarrow M\theta \left(\frac{1}{k\theta} + \frac{l}{7EI} \right) = \frac{Ml}{7EI}$$

$$M\theta = \frac{\frac{Ml}{7EI}}{\frac{1}{k\theta} + \frac{l}{7EI}}$$

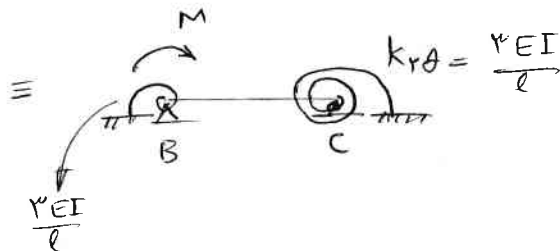
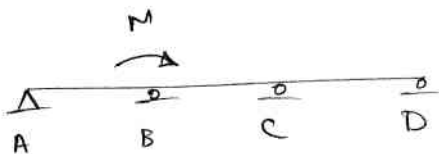
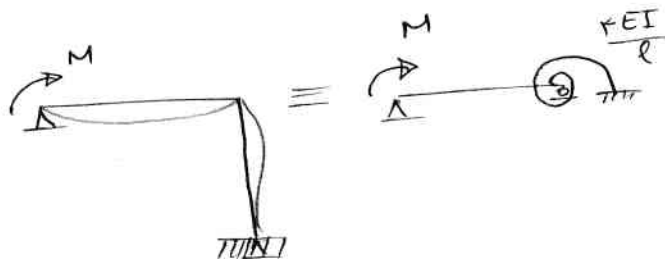
$$k\theta \times \frac{7EI}{l} \rightarrow \text{فرضه، فاجه}$$

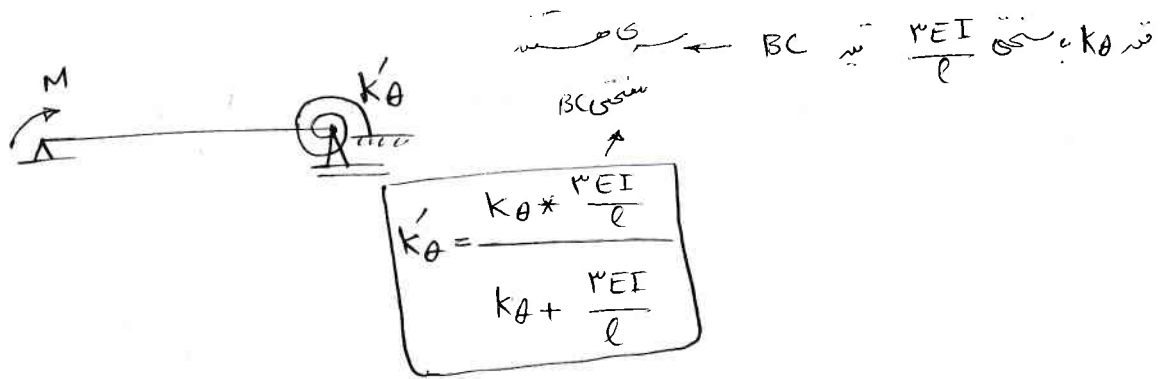
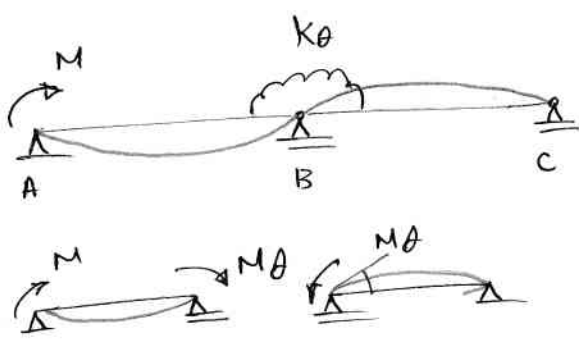
$$M\theta = \frac{k\theta}{k\theta + \frac{7EI}{l}} \times \frac{M}{7}$$

5, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

$$\theta_B = \frac{Ml}{7EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI}$$

$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{k_{10} + \frac{7EI}{l}}{k_{10} + \frac{7EI}{l}}$$



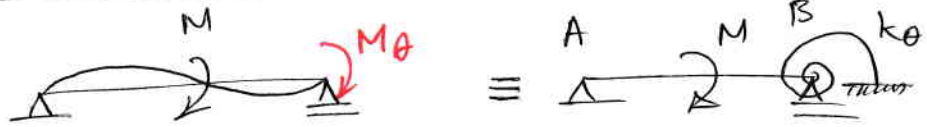


$$\frac{10^3}{5}: \theta_A = \frac{M}{\sum k} = \frac{M}{k_\theta + \frac{4EI}{l}} \quad , M_\theta = \frac{k_\theta}{\sum k} \cdot M = \frac{k_\theta}{k_\theta + \frac{4EI}{l}} \cdot M$$

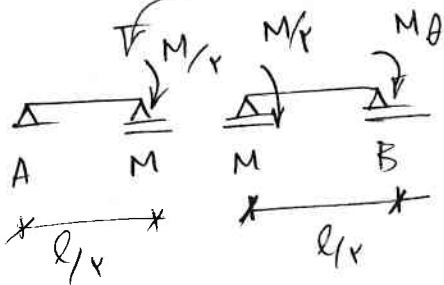
$$M_B = \frac{1}{r} M_{beam} = \frac{1}{r} \cdot \underbrace{\frac{4EI/l}{k_\theta + \frac{4EI}{l}} \cdot M}_{M_{beam}} = \frac{\frac{4EI}{l}}{k_\theta + \frac{4EI}{l}} \cdot M$$

$$V_A = V_B = 1,0 \frac{M_{beam}}{l}$$

در هر یک از دو انتهای عضو، یک نیروی عمودی برابر با M/l و یک گشت M_θ اعمال می‌شود.



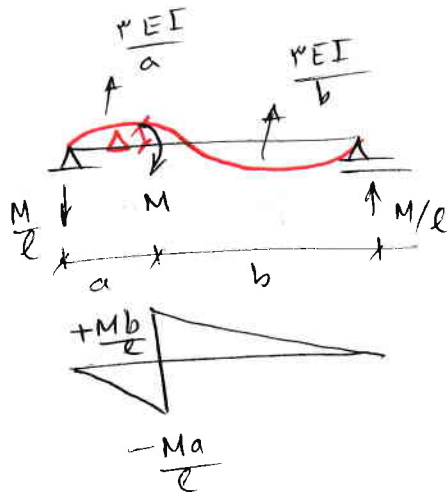
معادلات ساز و بار قائم و افقی را می‌نویسیم



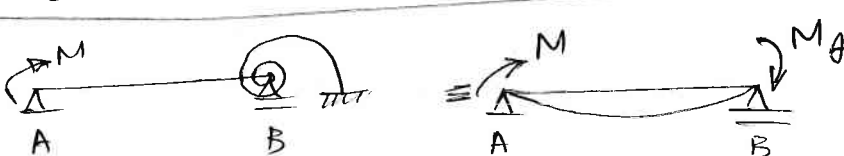
$$\theta_{IB} = \theta_{rB} = \Delta\phi$$

$$\theta_{IB} = \frac{\frac{M}{2} \times \frac{l}{2}}{4EI} - \frac{M_\theta \times l/2}{4EI} = \frac{M_\theta}{k_\theta}$$

از حل این معادله می‌توانیم گشت M_θ را بدست آوریم و سپس آن را در معادله ساز و بار افقی قرار می‌دهیم.



اگر گشت M_θ را در معادله ساز و بار افقی قرار دهیم، می‌توانیم گشت M_θ را بدست آوریم.



$$\theta_{IB} = \theta_{rB} = \Delta\phi$$

$$\frac{Ml}{7EI} - \frac{M\theta l}{7EI} = \frac{M\theta}{k\theta} \rightarrow$$

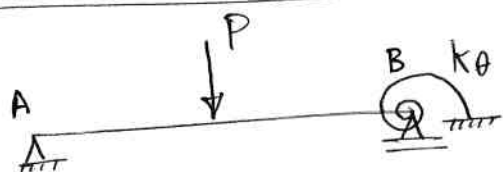
$$M\theta \left(\frac{1}{k\theta} + \frac{l}{7EI} \right) = \frac{Ml}{7EI}$$

$$\rightarrow \Delta\phi = \theta_B = \frac{M\theta}{k\theta} = \frac{M/r}{k\theta + \frac{7EI}{l}}$$

$$M\theta = \frac{\frac{Ml}{7EI}}{\frac{1}{k\theta} + \frac{l}{7EI}} = \frac{k\theta}{k\theta + \frac{7EI}{l}} \times \frac{M}{r}$$

$\frac{k\theta + \frac{7EI}{l}}{k\theta} \rightarrow$ نسبت به $\frac{7EI}{l}$ و $k\theta$ خارج می‌شود

$$\theta_A = \frac{Ml}{7EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI} = \dots$$



* اگر می‌خواهیم $M\theta$ را به دست آوریم، باید P را به دست آوریم



$$\theta_{IB} = \theta_{rB} \rightarrow$$

$$\frac{Pl^3}{17EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI} = \frac{M\theta}{k\theta}$$

$\rightarrow$ نسبت به $M\theta$ خارج می‌شود

$$\theta_A = \frac{Pl^3}{17EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI}$$

$$\Delta_{mid} = \frac{Pl^3}{17EI} - \frac{M\theta \cdot l^2}{17EI}$$

$$\theta_{IB} = \theta_{rB}$$

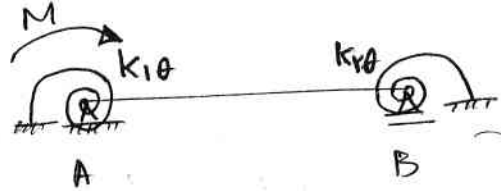
* اگر می‌خواهیم P را به دست آوریم، باید q را به دست آوریم

$$\frac{ql^3}{7EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI} = \frac{M\theta}{k\theta} \rightarrow$$

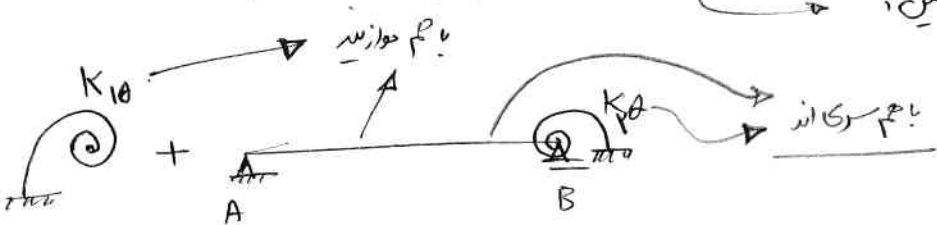
نسبت به $M\theta$ خارج می‌شود

$$\theta_A = \frac{ql^3}{7EI} - \frac{M\theta \cdot l}{7EI}$$

$$\Delta_{mid} = \frac{8ql^4}{7 \times 17EI} - \frac{M\theta \cdot l^2}{17EI}$$



حل مسائل از این روش است
در این روش، ابتدا



$$k_A = k_{1\theta} + \frac{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}} * \frac{3EI}{l} =$$

$$= \frac{k_{1\theta} \cdot k_{r\theta} + \frac{3EI}{l} (k_{1\theta} + k_{r\theta}) + 12 \frac{EI^2}{l^2}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}$$

$$\theta_A = \frac{M}{k_A}$$

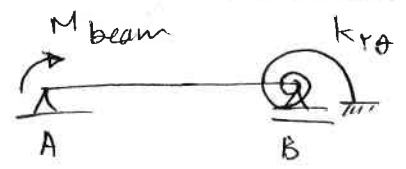
$$M_{1\theta} = \frac{k_{1\theta}}{k_{1\theta} + \frac{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}} * M$$

$$(M_{1\theta} = \frac{k_{1\theta}}{k_A} \cdot M)$$

در این روش، ابتدا

مختصات را در نظر بگیریم

$$M_{r\theta} = \frac{k_{r\theta}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}} * \frac{M_{beam}}{r}$$



$$\Delta \phi = \theta_B = \frac{M_{r\theta}}{k_{r\theta}}$$

مختصات را در نظر بگیریم

$$\frac{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}} * \frac{3EI}{l}$$

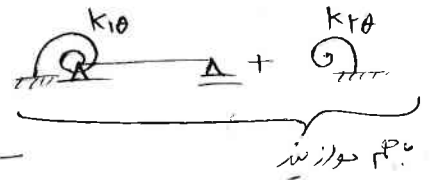
$$M_{beam} = \frac{k_{1\theta} + \frac{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}} * \frac{3EI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{3EI}{l}} * M$$

مختصات را در نظر بگیریم

$$k_B = k_{r\theta} + \frac{k_{l\theta} + \frac{rEI}{l}}{k_{l\theta} + \frac{rEI}{l}} \times \frac{rEI}{l}$$

در مسئله اولی:

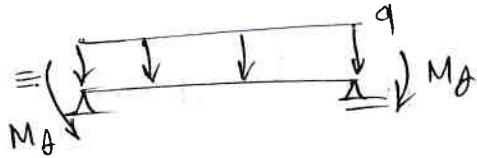
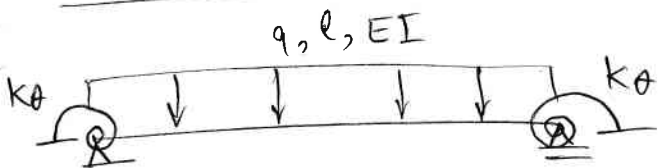
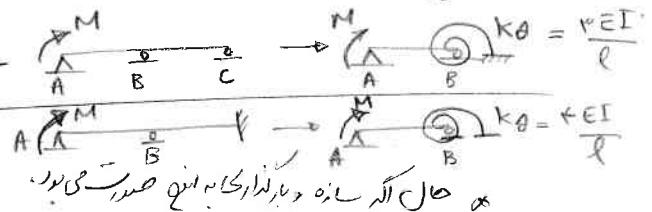
$$= \frac{k_{l\theta} \cdot k_{r\theta} + \frac{rEI}{l} (k_{l\theta} + k_{r\theta}) + 12 \frac{EI^2}{l^3}}{k_{l\theta} + \frac{rEI}{l}}$$



سوال: در رابطه بین k_l و k_r در نظر بگیرید که می‌تواند
در A در نظر بگیرید که می‌تواند در B شود.

$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{k_{l\theta} + \frac{rEI}{l}}{k_{r\theta} + \frac{rEI}{l}} = r$$

$$k_{l\theta} - r k_{r\theta} = \frac{rEI}{l}$$



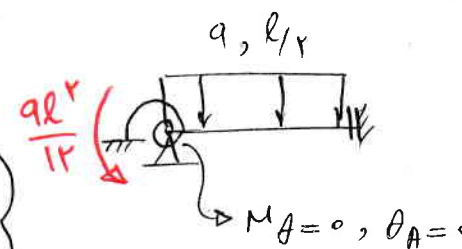
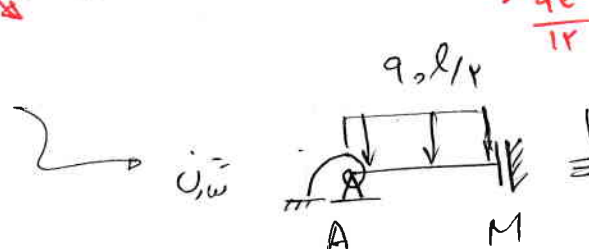
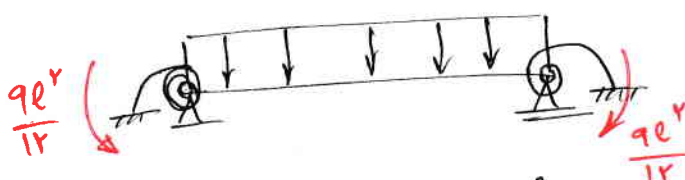
$$\theta_{lA} = \theta_{rA} \rightarrow \frac{ql^3}{24EI} - \frac{M\theta \cdot l}{2EI} = \frac{M\theta}{k\theta}$$

در $M\theta$ می‌تواند

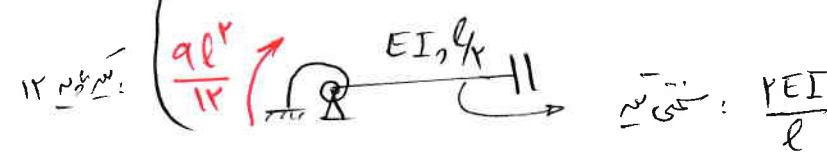
$$\theta_A = \theta_B = \frac{M\theta}{k\theta}$$

$$\Delta_{mid} = \frac{5ql^4}{384EI} - \frac{M\theta \cdot l^2}{4EI}$$

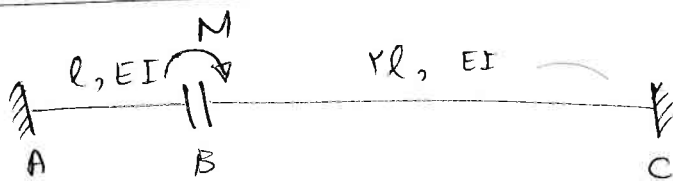
در مسئله دوم:



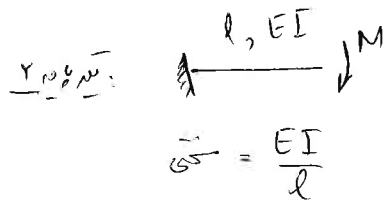
$$M\theta = \frac{k\theta}{k\theta + \frac{rEI}{l}} \times \frac{ql^3}{12}$$



$$\frac{10V}{S} \quad \theta = \frac{Ml}{EI} \rightarrow k = \frac{EI}{l}$$

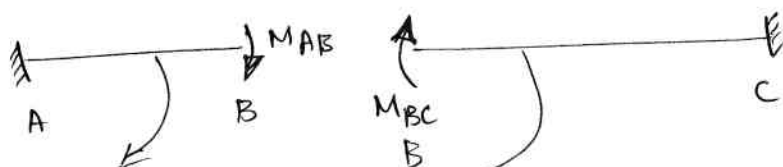


شروط: $\theta_{1B} = \theta_{2B}$

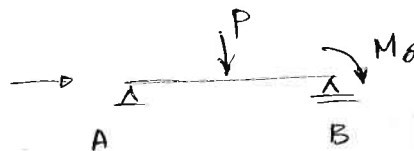


$$M_{AB} = \frac{k_{AB}}{k_{AB} + k_{BC}} \times M = \frac{\frac{EI}{l}}{\frac{EI}{l} + \frac{EI}{2l}} \times M = \frac{2M}{3}$$

$$M_C = M_{BC} = \frac{k_{BC}}{k_{AB} + k_{BC}} \times M = \frac{\frac{EI}{2l}}{\frac{EI}{l} + \frac{EI}{2l}} \times M = \frac{M}{3}$$



$$\theta_B = \frac{M}{\sum k} = \frac{M}{\frac{EI}{l} + \frac{EI}{2l}} = \frac{2Ml}{3EI}$$



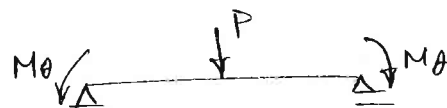
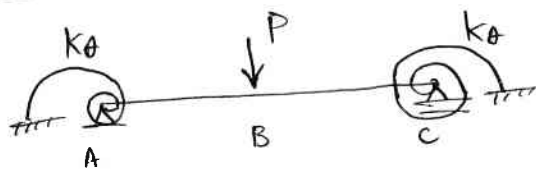
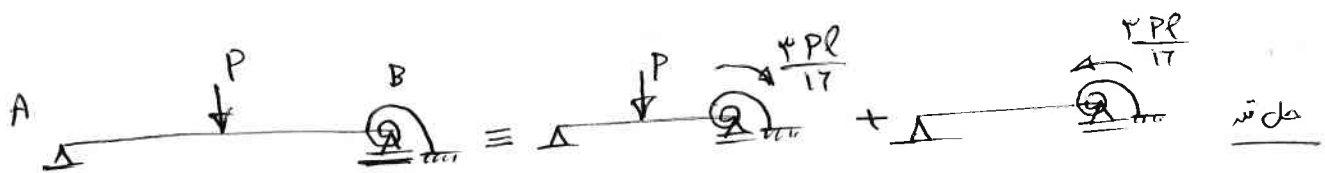
$$\theta_B = \theta_{2B}$$

حل B, C

$$\theta_B = \theta_{2B} \rightarrow \theta_B = \frac{Pl^2}{12EI} - \frac{M \cdot l}{3EI} = \frac{Ml}{k_0}$$

(الفرق بين التورتة بحسب الترتيب)

$$\theta_A = \frac{Pl^2}{12EI} - \frac{M \cdot l}{3EI}$$



$$\theta_A = \Delta\phi$$

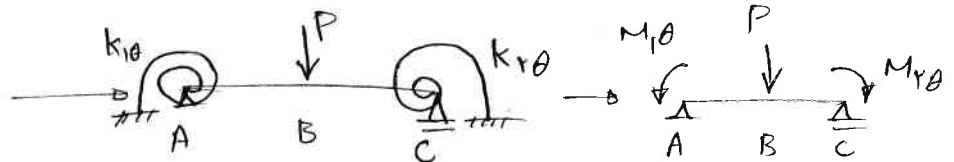
$$2 \cdot \frac{Pl^2}{17EI} - \frac{M_\theta \cdot l}{7EI} = \frac{M_\theta}{k_\theta}$$

$$\theta_A = \theta_C = \frac{M_\theta}{k_\theta}$$

↓
 M_θ is the moment at the ends

$$\Delta_{mid} = \frac{Pl^2}{17EI} - \frac{M_\theta \cdot l}{7EI}$$

if $k_{l\theta} \neq k_{r\theta}$



$$\Delta\phi_1 = \theta_A$$

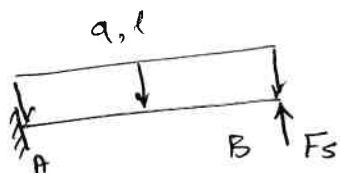
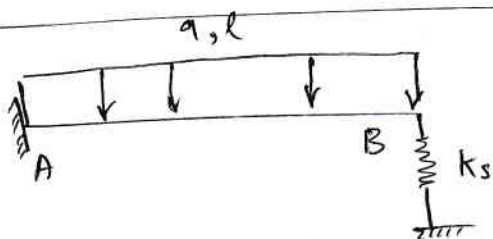
$$2 \rightarrow \frac{M_{l\theta}}{k_{l\theta}} = \frac{Pl^2}{17EI} - \frac{M_{l\theta} \cdot l}{7EI} - \frac{M_{r\theta} \cdot l}{7EI} \quad (1) \text{ N/A}$$

$$\Delta\phi_y = \theta_c z \rightarrow$$

$$(2) \quad (0, 1) \quad (2, 1)$$

دسته ۲، شماره ۲، مجموعی از حل مسئله، M_{1A} و M_{1B} ، یکی از سه مسئله

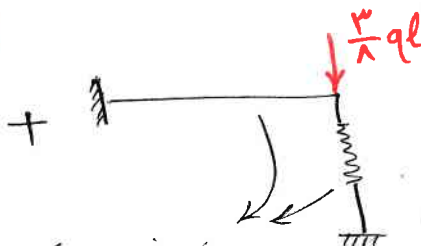
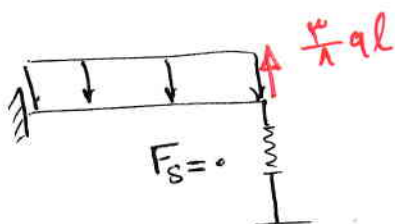
$$\Delta_B = \frac{Pl^3}{6EI} - \frac{M_{10} \cdot l^2}{12EI} - \frac{M_{10} \cdot l^2}{12EI}$$



حل ل. ب. ك:

$$\Delta B = \Delta l_{\text{spring}} \rightarrow \frac{q l^r}{A E I} - \frac{F_s \cdot l^r}{\mu E I} = \frac{F_s}{K_s} \quad \text{②}$$

F_s از حد این مقدار به سبب زیاد



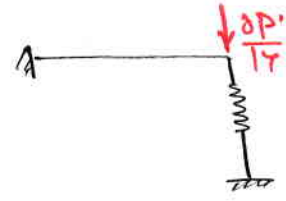
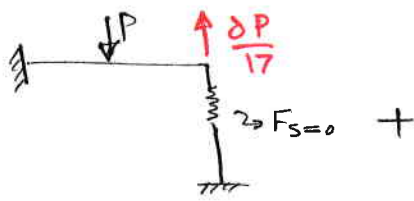
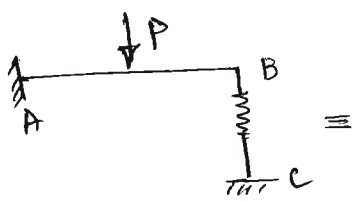
حل مدار کاغذ

مقدمہ تہذیب و تمدن کی فصل

حاشہ فرحہ سوار کی عمل میں ہے

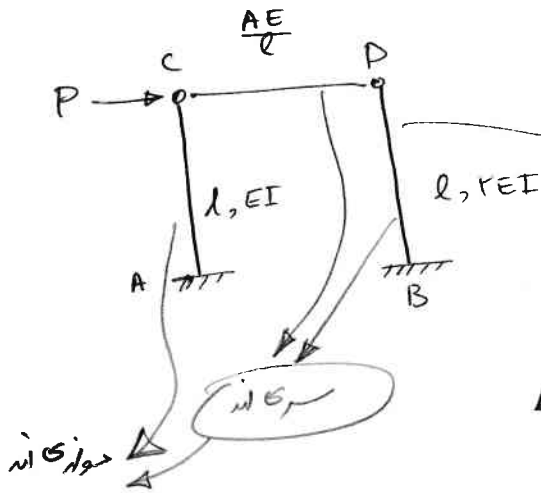
$$F_S = \frac{k_s}{k_s + \frac{rEI}{\rho r}} \cdot \frac{r}{\lambda} \cdot q_l$$

$$\Delta_B = \Delta l_{\text{spring}} = \frac{\frac{r}{\lambda} q l}{k_s + \frac{r E I}{l^3}}$$



$$\Delta_B = \frac{\frac{\delta P}{17}}{\sum k} = \frac{\frac{\delta P}{17}}{k_s + \frac{3EI}{l^3}}$$

$$F_s = \frac{k_s}{\sum k} * \frac{\delta P}{17} = \frac{k_s}{k_s + \frac{3EI}{l^3}} * \frac{\delta P}{17}$$



۸۲۷ اگر سختی محوری به ED بینهایت شود

پس تغییر طول ندارد $\frac{AE}{l}$ نابراین
برای نیروی محوری فاصله تغییر صلب عمل کرده
و چون تغییر مکانهای گرههای C و D یکسان
خواهد بود پس

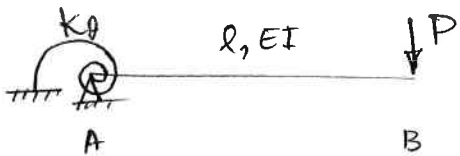
$$\Delta_C = \frac{P}{\sum k} = \frac{P}{\frac{3EI}{l^3} + 3 * \frac{EI}{l^3}}$$

$$\Delta_C = \Delta_D + \Delta_{l_{CD}}$$

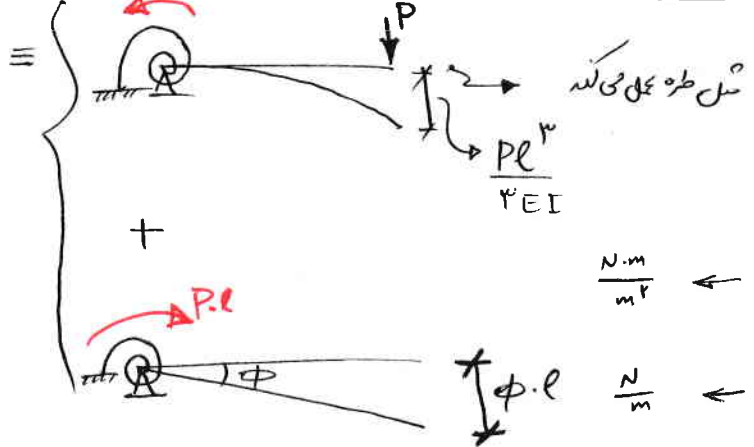
$$\Delta_C = \frac{P}{\frac{9EI}{l^3}} = \frac{Pl^3}{9EI}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \alpha \frac{I}{l^2} \\ \frac{l}{I} = \alpha A l^2 \end{array} \right.$$

ازطرح خواهد شد که محوری را می‌تواند



۸۴۱ در تیر مقابل سبب در A چقدر است؟ $(k_\theta = \frac{EI}{l})$



$$\phi \cdot l = \frac{P \cdot l}{k_\theta} \cdot l = \frac{Pl^2}{k_\theta}$$

$$\Delta_B = \frac{Pl^3}{3EI} + \frac{Pl^2}{k_\theta}$$

$$\theta_A = \phi = \frac{Pl}{k_\theta}$$

$$\theta_B = \frac{Pl^2}{3EI} + \frac{Pl}{k_\theta} \Rightarrow \phi$$

$$\frac{N \cdot m}{m^2} \leftarrow \frac{k_\theta}{l^2}$$

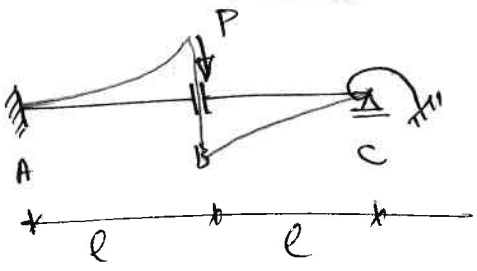
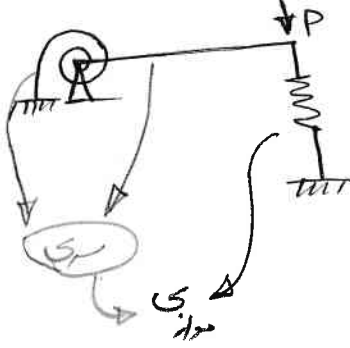
$$\phi \cdot l \quad \frac{N}{m} \leftarrow \frac{3EI}{l^3}$$

در سطح تیر ۲ سختی باید که یکنواخت

یک سختی $\frac{3EI}{l^3}$ مربوط به تیر و دیگری

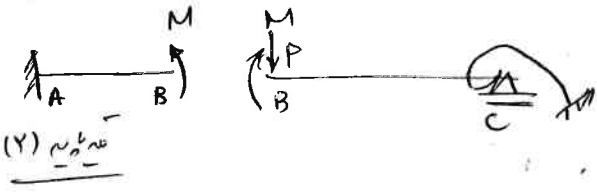
سختی $\frac{k_\theta}{l^2}$ مربوط به فنر می‌باشد

$$\frac{\Delta}{P} = \frac{l^3}{3EI} + \frac{l^2}{k_\theta} \Rightarrow \frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{\frac{3EI}{l^3}} + \frac{1}{\frac{k_\theta}{l^2}}$$



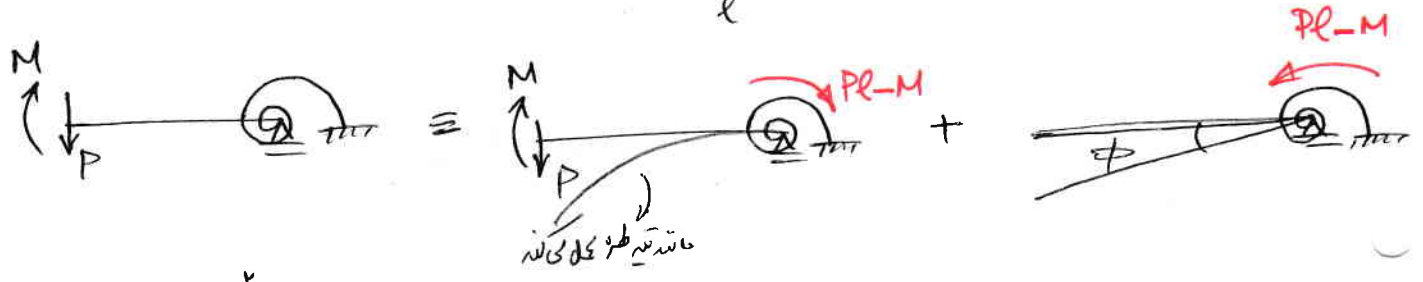
تست ۱۶ کنگور ۱۶ تحلیل

بدون تغییر شکل زیر مقدار لنگه قدر را محاسبه نمایید. صلبیت خمشی اعضا EI ، طول اعضا l ، ضریب نرمی فنر $k_c = \frac{l}{EI}$ است.
(ضریب نرمی عکس ضریب سختی است)



$$\theta_B^- = \frac{Ml}{EI} \quad \theta_B^+ = \frac{Pl^2}{2EI} - \frac{Ml}{EI} + \frac{Pl-M}{k_c} = \frac{Pl^2}{2EI} - \frac{Ml}{EI} + \frac{Pl^2}{EI} - \frac{Ml}{EI}$$

$\frac{EI}{l}$

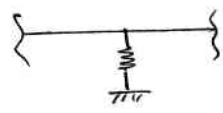


$$\theta_B^+ = \frac{3Pl^2}{2EI} - \frac{2Ml}{EI} = \theta_B^- = \frac{Ml}{EI} \rightarrow \frac{3Ml}{EI} = \frac{3Pl^2}{2EI}$$

$$\sum M = \frac{Pl}{2} > M_A = M_C = Pl - M = Pl - \frac{Pl}{2} = \frac{Pl}{2}$$

لنگه: لنگه فرستاده می شود $\frac{1}{2}Pl - M$ پس Pl کمتر است و در گزینش ها به لنگه است که در Pl کمتر است پس گزینش ۱۱۴ است

تکانه میانی قدری صورت شکل مقابل مفروض است.

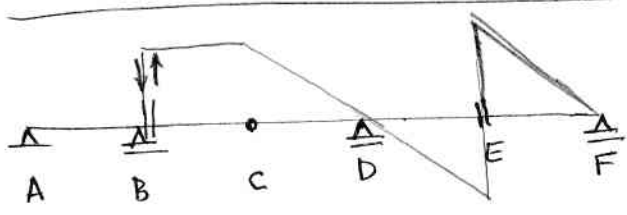


۶۲ گلو ۸۶ قطعه این تکانه در تیر مربع مطابق کدام یک از گزینه ها است ؟

۴ ضرب نیروی فنر است و $F \cdot f$ نیروی کششی قدری باشد. (ضرب زنی عکس ضرب سختی است)

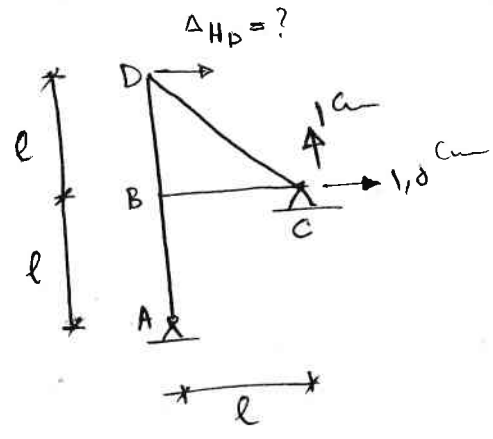
گزینه (۳) $\Delta = \frac{F}{k} \rightarrow \frac{1}{k} = f \rightarrow \Delta = F \cdot f$

۶۳ خط تاثیر نیروی برشی در سمت راست تکانه B

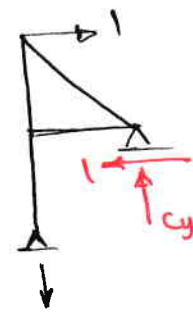


به کدام گزینه نزدیک است ؟

در خنثی شکل مقابل خنثی تکانه C به میزان



۱.۵ cm به سمت راست و ۱ cm به سمت چپ
کافعی نشست کند، تغییر مکان افقی نقطه D
حاصل نماید، ضلعت محوری هم اعضا EA است



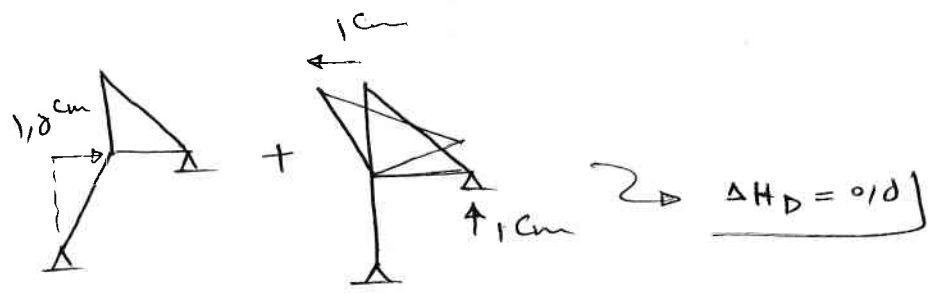
$\sum M_B = 0$
 $\sum C_y \times l = 1 \times l$
 $C_y = 1 \uparrow$

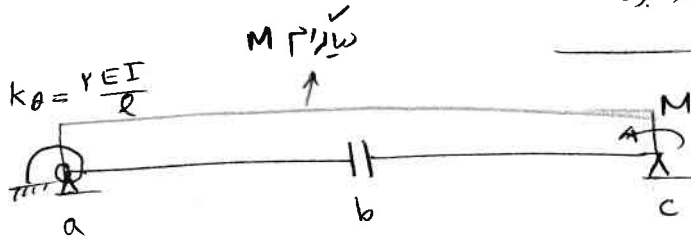
$\sum F_x = 0 \rightarrow C_x = 1$

$1 \times \Delta H_D + W_R = 0 \rightarrow 1 \times \Delta H_D + (-1 \times 1.5) + (1 \times 1) = 0$

$\Delta H_D = 0.5 \text{ cm}$ به نظر است

حل جبری

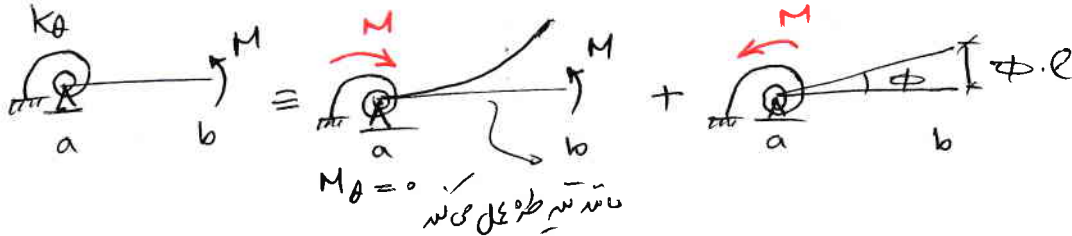




تست ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰

bc: $\sum F_y = 0 \rightarrow R_c = 0 \rightarrow$ میت ۱

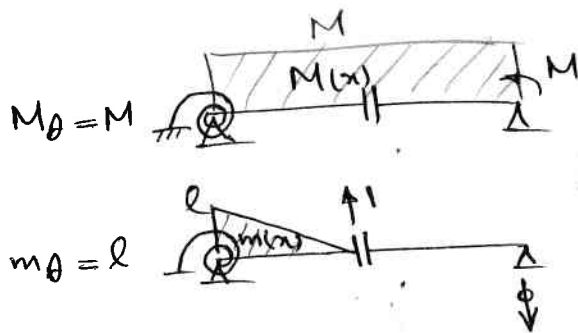
حل اول:



$$\Delta_b = \frac{Ml^2}{2EI} + \left(\frac{M}{k_\theta} \right) \times l = \frac{Ml^2}{2EI} + \frac{M}{\frac{2EI}{l}} \times l = \frac{Ml^2}{2EI} + \frac{Ml^2}{2EI} = \frac{Ml^2}{EI}$$

ϕ

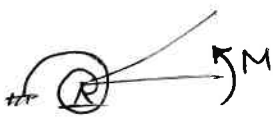
ریشه در اصل



حل دوم: ب، ج، د:

$$1 \times \Delta_b = \int \frac{M(x) m(x) dx}{EI} + \frac{M_\theta \cdot m_\theta}{k_\theta}$$

$$= \frac{M \times l \times l}{2EI} + \frac{M \times l}{\frac{2EI}{l}} = \frac{Ml^2}{EI}$$

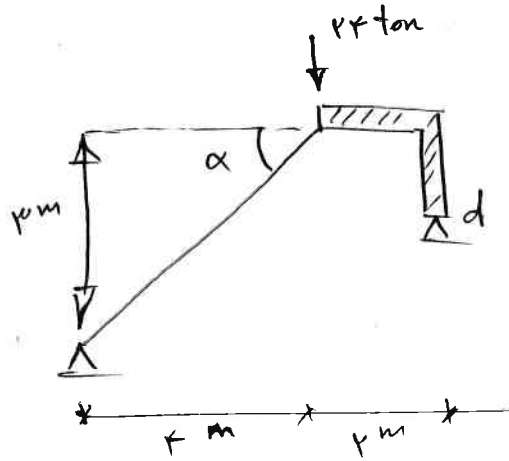
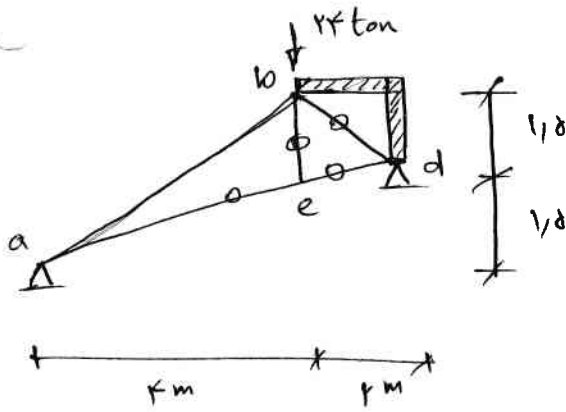


حل چینی: $\Delta = \frac{Ml^2}{2EI}$

در این شکل Δ از $\frac{Ml^2}{2EI}$ بیشتر است

و اگر سختی k_θ ، ∞ شود. Δ از $\frac{Ml^2}{2EI}$ کمتر و فقط یک ریشه است که $\frac{Ml^2}{2EI}$ است و آن ریشه ۲ است پس در این حالت نیز به یک ریشه می رسیم

نکته: هر عضو بین دو نقطه % دارای مرکز ثقل است

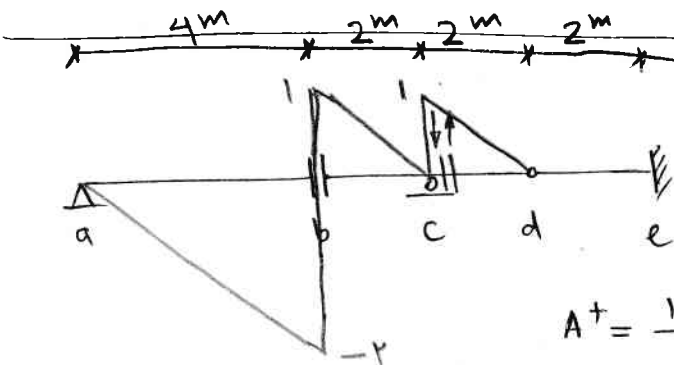
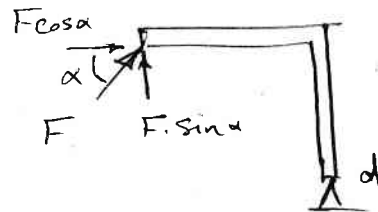


$$\sin \alpha = \frac{r}{o} = 0.7$$

$$\cos \alpha = \frac{r}{o} = 0.7$$

$$\sum M_d = 0 \rightarrow F_{ab} \cdot \cos \alpha \cdot 1 + F_{ab} \cdot \sin \alpha \cdot 2 = 2 \cdot 1 = 2$$

$$\rightarrow 1.7 F_{ab} + 1.4 F_{ab} = 3.1 F_{ab} = 2 \rightarrow F_{ab} = \frac{2}{3.1} = 0.645 \text{ ton} \quad (C, \rightarrow)$$

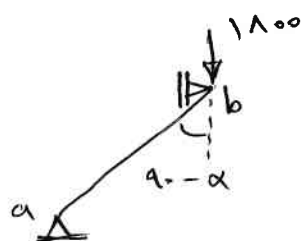


$$A^+ = \frac{1 \times 2}{2} + \frac{1 \times 2}{2} = +2$$

$$A^- = \frac{2 \times (-2)}{2} = -2$$

$$(V_c^+)_{\max} = \max(|9A^+|, |9A^-|) = \max(2, 2) = 2 \rightarrow \text{نیزه (3)}$$

C, \rightarrow



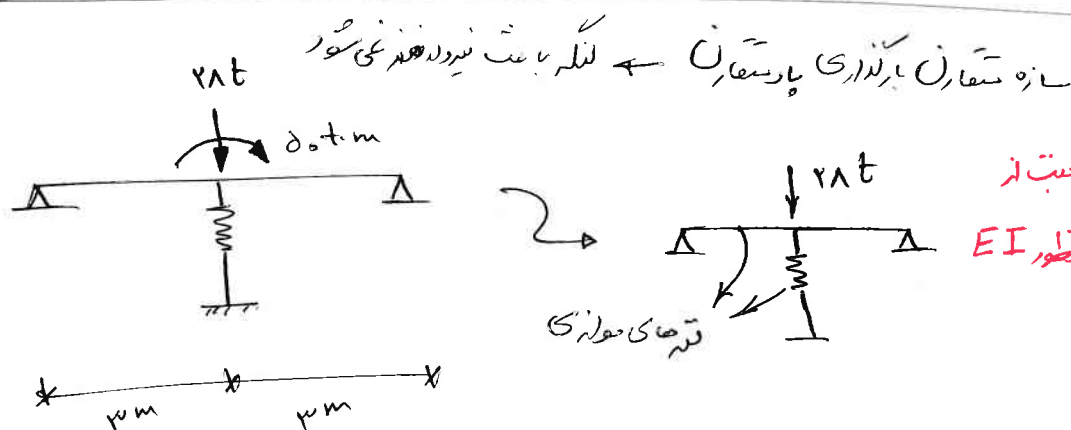
$$\Delta V_b = \frac{q l'}{2} = \frac{1800 \times 2}{2} = 1800$$

$$\frac{AE}{l'} \cdot \sin^2 \alpha = \frac{1800}{2.5} \times 0.37 = 264$$

$$\Delta V_b = \frac{1800}{264} = 6.82 \text{ mm}$$

تبدیل متر به میلی متر
تبدیل تن به کیلوگرم
 $\cos^2(90 - \alpha)$

گزینه (3)



هرگاه در سوالی صحبت از
صلبیت خمشی شد منظور EI
است

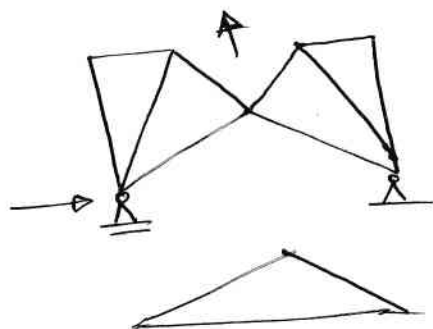
$$F_s = \frac{k_s}{k_s + \frac{48EI}{l^3}} \times F = \frac{200}{200 + \frac{48 \times 2000}{2^3}} \times 28 = \frac{200}{200 + 1200} \times 28 = \frac{1}{7} \times 28 = 4$$

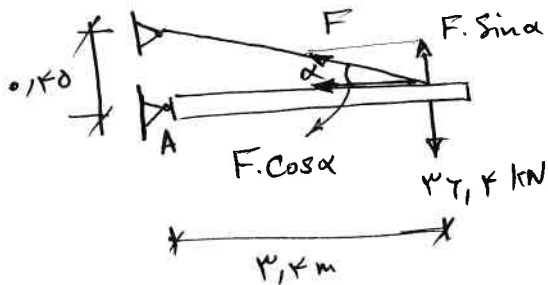
سختی خمشی تیر دو سر متصل خمشی که نیرو به آن وارد می شود
(بر اساس) تغییر پایه یا حالت خاص:
 $\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} = \frac{P}{\frac{48EI}{l^3}}$

گزینه (1)

گزینه (2)

گزینه (4)





$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \cdot \sin \alpha \cdot 3 + F \cdot \cos \alpha \cdot 0.1 = 4 \cdot 3$$

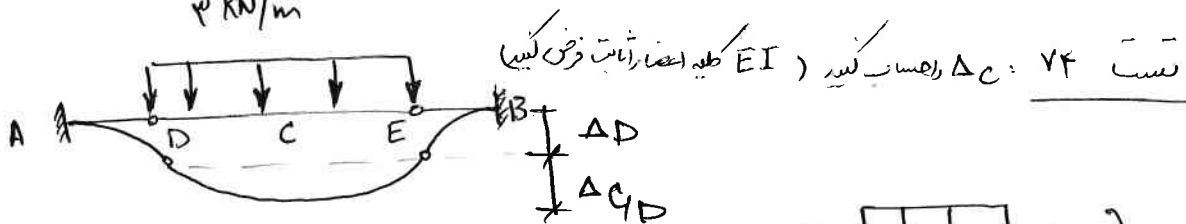
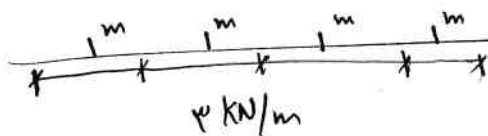
$\downarrow$ 0.1212 $\downarrow$ 0.977

$$\rightarrow (3 \cdot 0.1212 + 0.1 \cdot 0.977) F = 4 \cdot 3$$

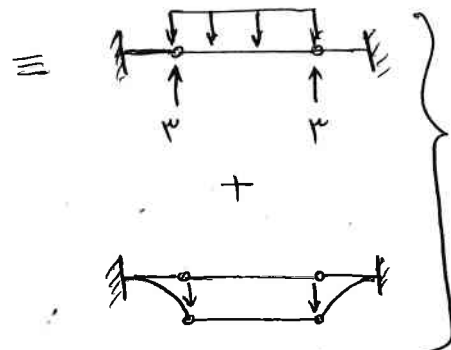
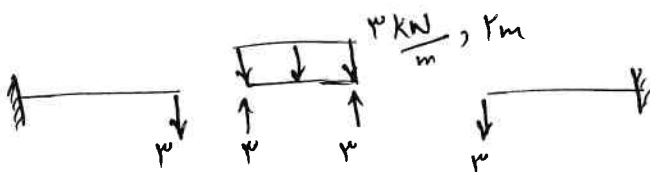
$$(0.1237 + 0.0977) F = 0.1237 F = 4 \cdot 3$$

$$\sum F_{max} = \frac{4 \cdot 3}{0.1237} = 178.7 \text{ kN} \approx 179 \text{ kN}$$

→ (۲) نتیجه ←



نست ۷۴: Δ_C (مساوی نیست) EI (طی این شرایط فرض کنید)



$$\Delta_D = \Delta_E = \frac{Pl^3}{6EI} = \frac{3 \cdot 1^3}{6EI} = \frac{1}{EI}$$

$$\Delta_{CD} = \frac{29l^3}{384EI} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 1^3}{384EI} = \frac{8}{128EI}$$

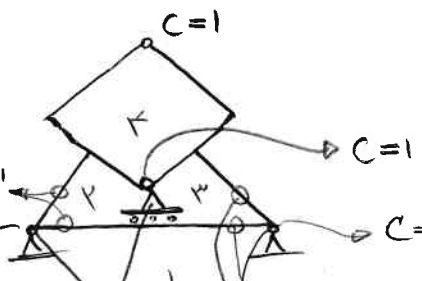
$$\Delta_{max} = \Delta_C = \Delta_D + \Delta_{CD} = \frac{1}{EI} + \frac{8}{128EI} = \frac{1.0625}{EI} \rightarrow$$

→ (۳) نتیجه ←

تکلیف داده شده را با این روش حل می شود

۰.۷۵ درصد ناسیمنی سازه مقابل چیده را

این دو عضو قبل از رسیدن به اتصال دارند
این دو عضو قبل از رسیدن به اتصال دارند



آزادی گستره

C=1

C=1

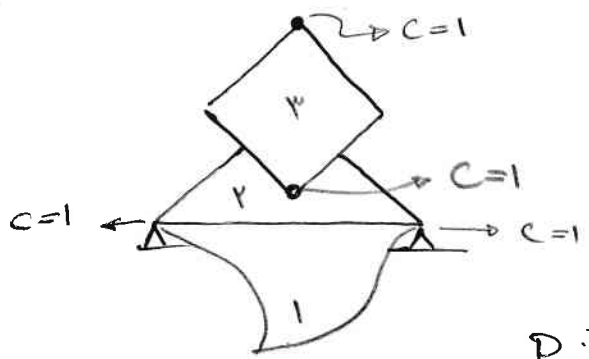
C=1

C=2

این دو عضو قبل از رسیدن به اتصال دارند

آزادی گستره

$$D.I = 3 \times 4 - (1 + 1 + 1 + 1 + 2) = 12 - 7 = 7$$



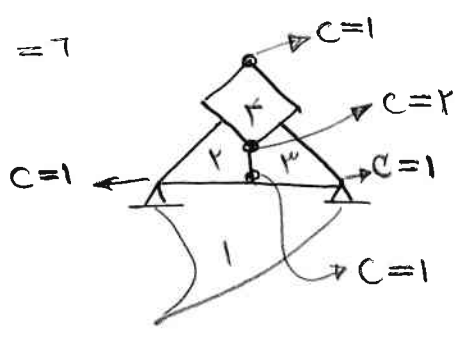
حل سوال:

$$D.I = 3 \times 3 - (4 \times 1) + 1 = 9 - 4 + 1 = 7$$

ملاحظه کنید که در اینجا غلطی

را در حل سوال: جایگزین کردن تکلیف داده شده غلطی است

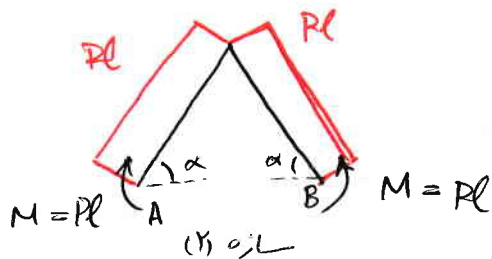
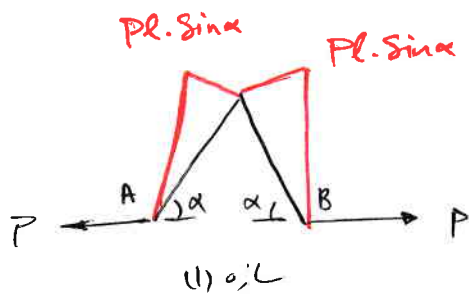
$$D.I = 3 \times 4 - (4 \times 1 + 2) = 7$$



کرنش (u)

$$\Delta V_B = 0$$

تست ۹۳۷، ۹۳۵ و ۹۳۶



$$1 \times (\delta_{AB})_1 = \gamma \times \frac{PL \sin \alpha \times l \sin \alpha \times l}{\gamma EI} = \frac{\gamma PL^3 \sin^3 \alpha}{\gamma EI}$$

$$1 \times (\delta_{AB})_2 = \gamma \times \frac{PL \times l \sin \alpha \times l}{\gamma EI} = \frac{PL^3 \sin \alpha}{EI}$$

$$\frac{(\delta_{AB})_1}{(\delta_{AB})_2} = \frac{\frac{\gamma PL^3 \sin^3 \alpha}{\gamma EI}}{\frac{PL^3 \sin \alpha}{EI}} = \frac{\gamma}{\gamma} \sin^2 \alpha \rightarrow \text{گزینه (۲)}$$

۷۸

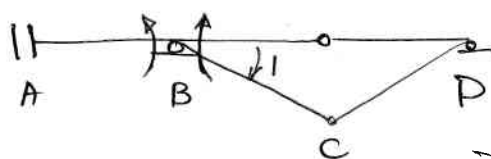
نسبت تغییر فاصله B و A در باره (۱) به تغییر فاصله B و A در باره (۲) چقدر است؟

$$\frac{(\delta_{AB})_1}{(\delta_{AB})_2} = ?$$

(فقط اثرات خمشی را در نظر بگیرید)

$$\int \frac{Mm}{EI} dx = \frac{Mm l}{\gamma EI}$$

$$\int \frac{Mm}{EI} dx = \frac{Mm l}{\gamma EI}$$

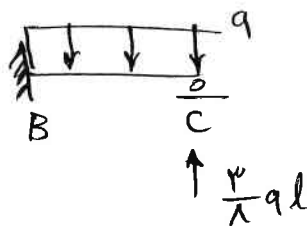
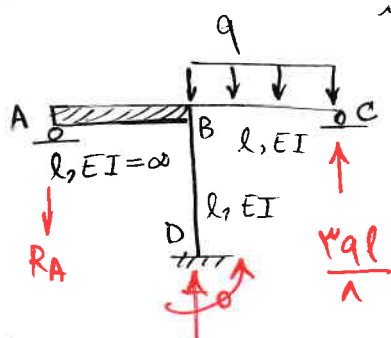


گزینه (۱۶)

۷۹

گروه B افقی جایی نمی شود، در محاسبه ندار چون طول BD بی نهایت است و B در محاسبه نیست.

پس گروه B برای BC در محاسبه نیست و صلب محسوب می شود.



$$\sum M_D = 0 \rightarrow$$

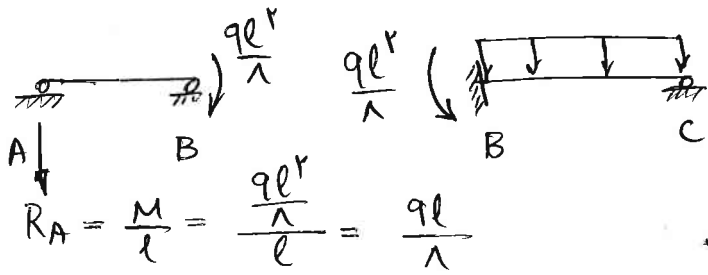
$$R_A \times l + \frac{\gamma}{\lambda} q l \times l = q l \times \frac{l}{\gamma}$$

$$\rightarrow R_A = \frac{\frac{q l^2}{\gamma} - \frac{\gamma}{\lambda} q l^2}{l} = \frac{q l}{\lambda}$$

گزینه (۱۴)

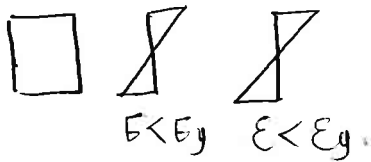
۸۰

در باره نشان داده شده عکس العمل A کدام است؟

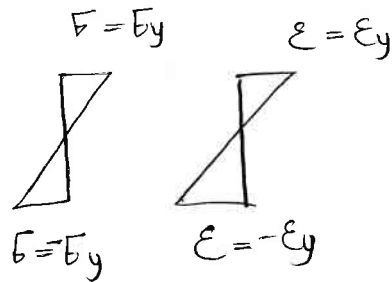


* Plastic Bending *

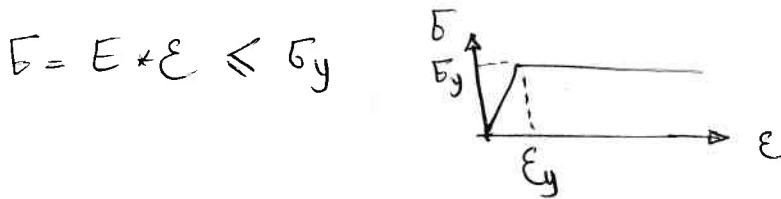
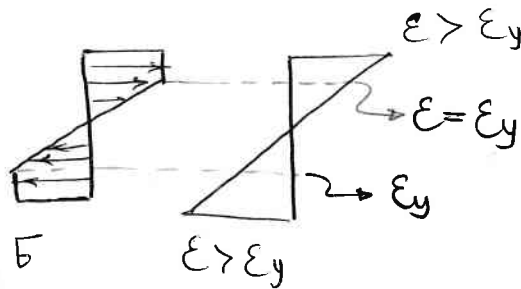
1) $M < M_y$



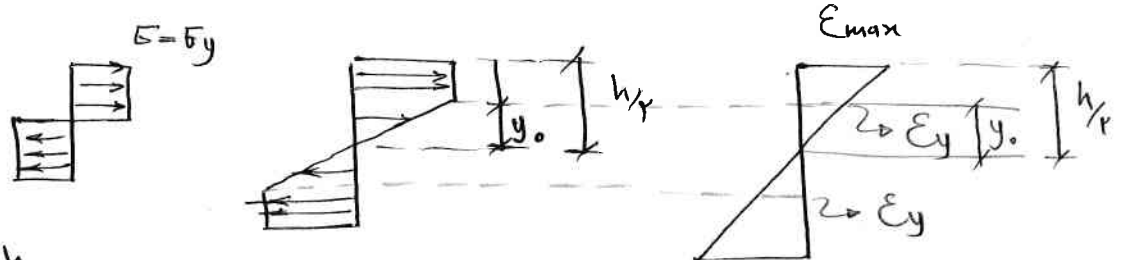
2) $M = M_y$



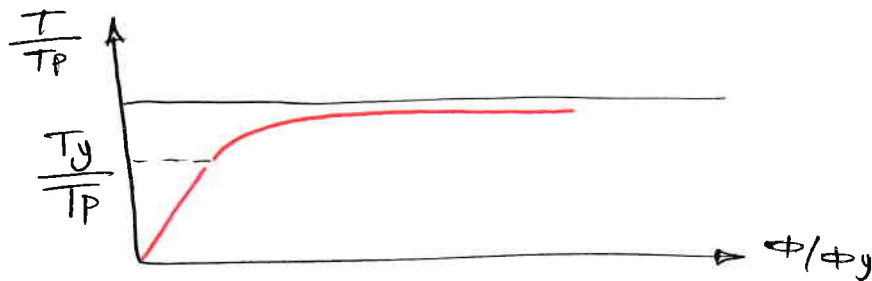
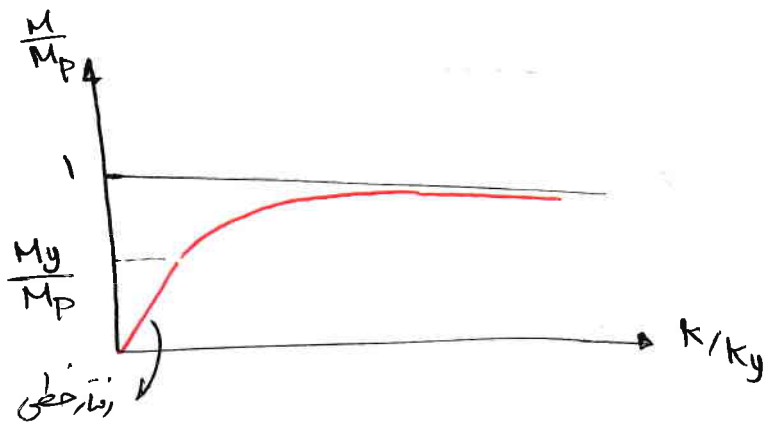
3) $M_y < M < M_p$



4) $M = M_p$



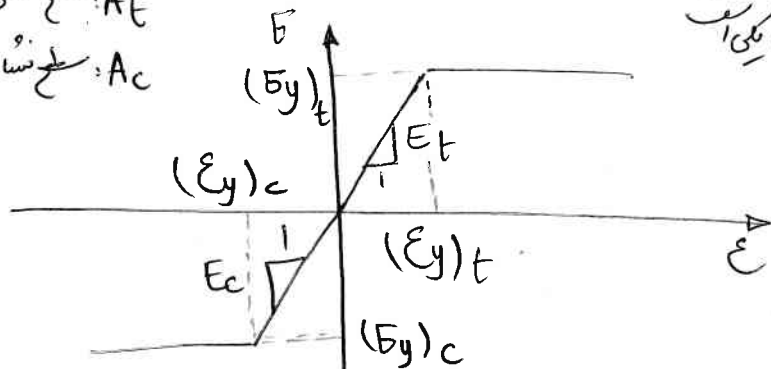
$$\frac{\epsilon_{max}}{\epsilon_y} = \frac{\frac{h}{r}}{y_0} \rightarrow \epsilon_{max} = \frac{h}{r y_0} \epsilon_y$$



منطقه خطی نمی تواند تا M_p تحمل کند و نه T_p / ۹۵-۹۰ درصد M_p ، Collapse می کند

فرق: رنگارگشتی ماده با رفتار فشاری ماده یکی است

A_t : سطح گشتی مقطع
 A_c : سطح فشاری مقطع



سطح گشتی و فشاری مقطع منظم
تحت لنگر کششی یکسان است

رنگار مقطع غیر منظم تحت لنگر محوری خنثی (نقطه T) $A_t = A_c$
با افزایش لنگر M_y ، M_p به حالتی می رسد که سطح مقطع گشتی، سطح مقطع فشاری بزرگتر

یعنی در مقطع T شکل تحت لنگر خنثی M ، $N.A$ تبدیل به Centroid می شود و اثرش M_y ، M_p
 $N.A$ در محلی قرار می گیرد که سطح مقطع گشتی، بزرگتر باشد

$$\text{Shape Factor: } \frac{M_p}{M_y} = \frac{T_p}{T_y}$$

$$S = \frac{I}{c} \quad (S: \text{Section Modulus})$$

* تفاوت گشتی مقطع
از آن مقطع

$$S.F = \frac{M_p}{M_y} = \frac{Z \cdot \sigma_y}{S \cdot \sigma_y}$$

(S : Elastic Section Modulus)
(Z : Plastic Section Modulus)

$$\frac{1}{S} \sigma_{max} = \frac{M}{S} \rightarrow \sigma_y = \frac{M_y}{S} \rightarrow \cancel{S} M_y = S \cdot \sigma_y$$

$$\xrightarrow{\text{بطور ساده}} M_p = Z \cdot \sigma_y$$

انواع مقطع (۱. مقطع الاستیک ۲. مقطع پلاستیک ۳. مقطع حقیقی ۴. مقطع موصلی)

S.F. کمترین مقدار بدون تغییر : تمام سازه ها از جنس یک در

$$S.F. = \frac{M_p}{M_y} = \frac{\cancel{S} \cdot Z \cdot \sigma_y}{S \cdot \sigma_y} = \frac{Z}{S}$$

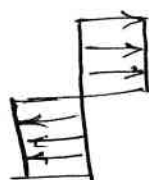
سوال ۷۹۵ تغییرات ۳۵۱

* محاسبه ضریب شکل برای مقاطع خاص *

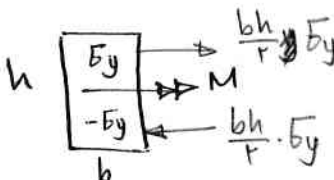
$$M_p = \frac{bh}{r} \cdot \sigma_y \times \frac{h}{r} = \frac{bh^2}{r} \cdot \sigma_y$$

$\downarrow$
Z

$$S.F. = \frac{Z}{S} = \frac{\frac{bh^2}{r}}{\frac{bh^2}{r}} = \frac{r}{r} = 1,0$$



$$S = \frac{bh^2}{r}$$



۱) مقطع مستطیلی

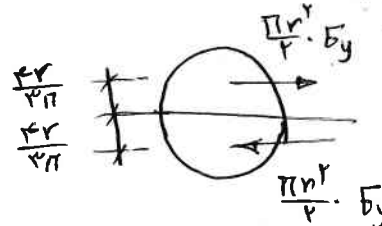
$$M_p = \frac{bh}{r} \cdot \sigma_y \times \frac{h}{r} = \frac{bh^2}{12} \cdot \sigma_y \rightarrow Z$$

$$\rightarrow S.F. = \frac{Z}{S} = \frac{\frac{bh^2}{12}}{\frac{bh^2}{12}} = 1$$

$$S = \frac{1}{r} \cdot \pi r^3$$

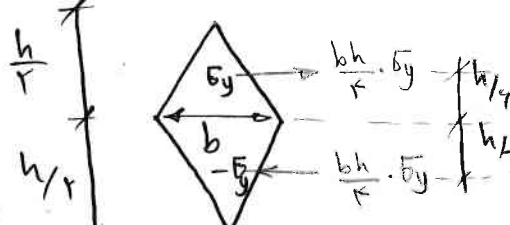
$$M_p = \frac{\pi r^2}{r} \cdot \sigma_y \times \frac{4r}{3\pi} = \frac{4}{3} r^3 \cdot \sigma_y$$

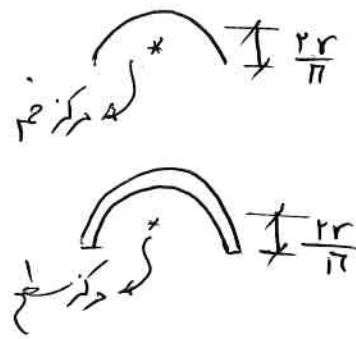
$$\rightarrow Z = \frac{4}{3} r^3$$



۳) مقطع دایره ای

۲) مقطع لوزی شکل



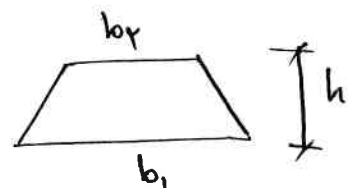
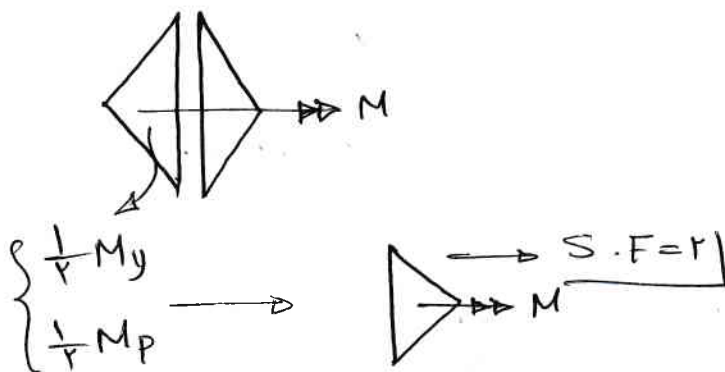
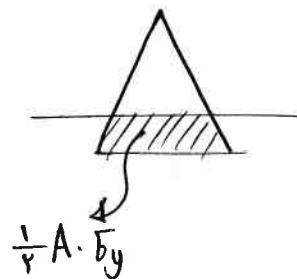
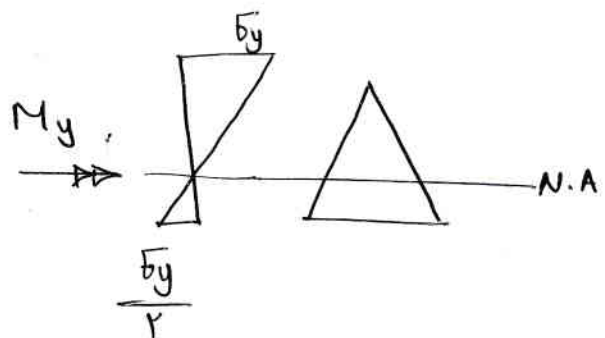


۱۲ سطح (اولیٰ) فصل :

$$S = I/c = \frac{\pi r^2 t}{r} = \pi r t$$

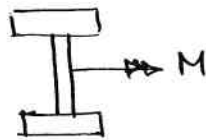
$$S.F = \frac{r r^r t}{\pi r^r t} = \frac{r}{\pi}$$

S.F = γ, ρ, f  (0)

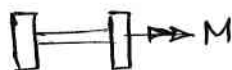


$$\bar{y} = \frac{(b_1 + r b_r) h}{r(b_1 + b_r)}$$

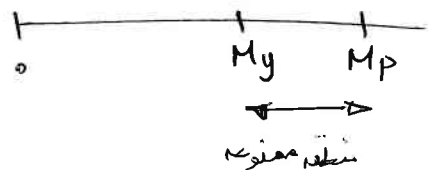
۱۷۳
۵



S.F = ۱,۱ - ۱,۲

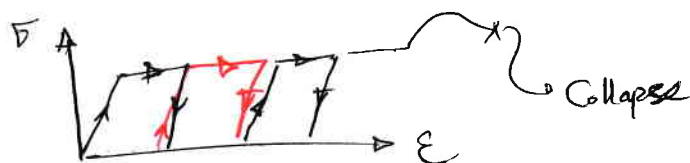


S.F = ۱,۵



residual {
Stress
Strain
Curvature
deformation

خود تنش بهمانه شکل ندارد شکل اصلی ضمای است که در بارگذاری مجدد مقدار تنش از مقدار تنش شروع به افزایش می کند پس زودتر به M_p می رسد و در آنجا بارگذاری و فرور برداری پس از ۳ یا ۴ بار به M_p می رسد



و سازه Collapse می کند

if $M_p = 100 \text{ ton.m}$

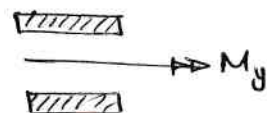
۱) مقطع مستطیل $M_y = \frac{M_p}{S.F} = \frac{100}{1,5} = 77,7 \text{ t.m}$

۲) مقطع دایره ای $M_y = \frac{M_p}{S.F} = \frac{100}{2} = 50 \text{ t.m}$

۳) مقطع دایره ای $M_y = \frac{100}{1,77} = 59,9 \text{ t.m}$

۴) مقطع دایره ای $M_y = \frac{100}{\frac{4}{\pi}} = 78,5 \text{ t.m}$

۵) مقطع I شکل $M_y = \frac{100}{1,1} = 90,9 \text{ t.m}$



S.F = ۱

نسبت ۷۷۴ قوطی S.F:
کتاب مقاومت

کتاب: هر چه نیاز به مصالح حل خود خشتی می باشد ضریب شکل مقطع بزرگتر و آن مقطع برای تنش نامناسب است



S.F = ۲



S.F = ۱,۷۷

دایره



S.F = ۲۰

S.F = ۱,۵



S.F = $\frac{4}{\pi} = ۱,۲۷$



S.F = ۱,۱ - ۱,۲