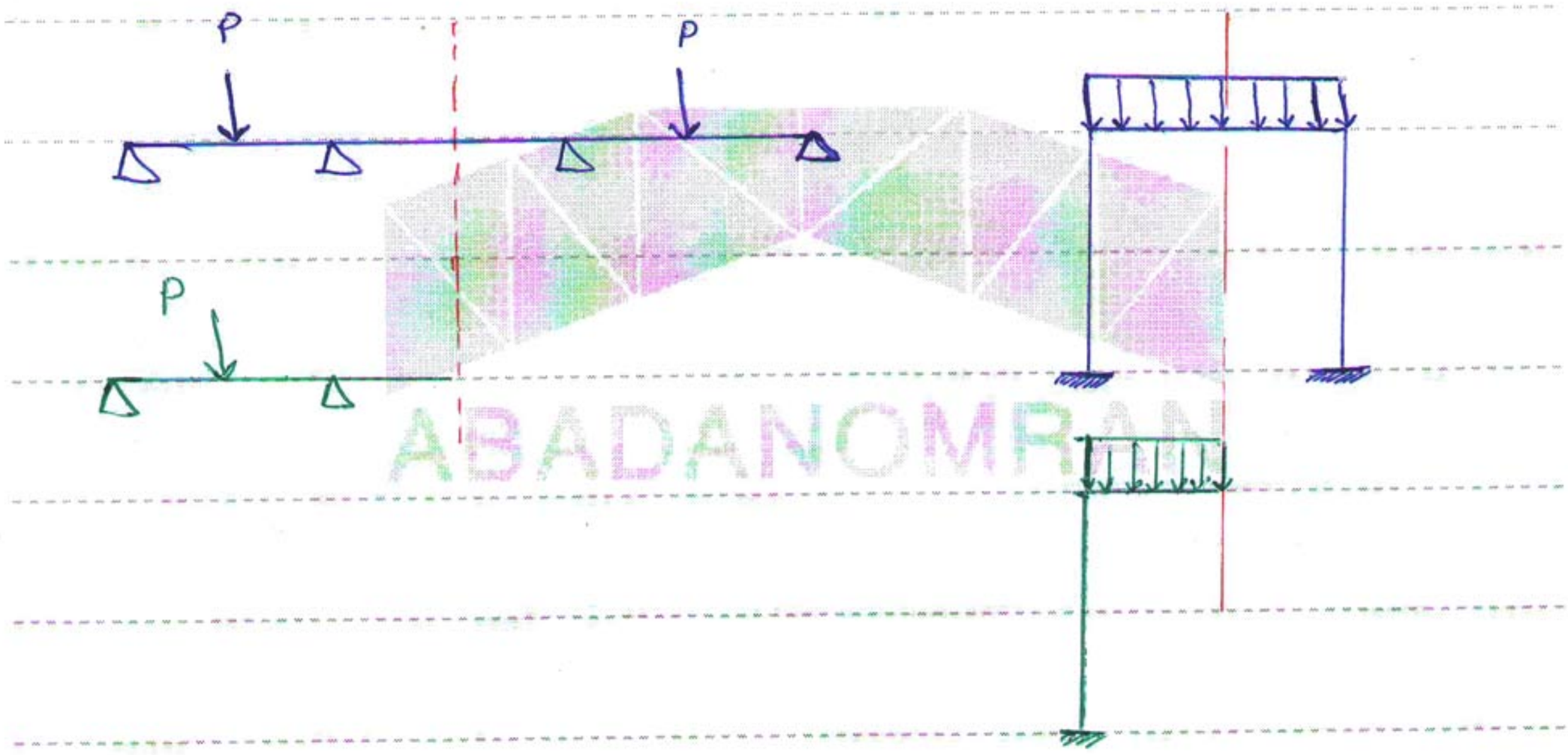
جلسه هفتم

ب) حالتی که محور تقارن یک کفه را قطع کند:

- در این حالت مطابق شکل های زیر نصف سازه را در نظر می گیریم. برای المان نصف شده مزمول شیب امتداد متقارن را استفاده می کنیم

- برای سایر المان ها از شیب امتداد معمولی (یا در صورت امکان کاهش یافته) استفاده می کنیم



ABADANOMRAN

فرمول شیب امتداد متقارن

$$M_{ij} = K^*_{ij}\,\theta_i \pm FEM_{ij}$$

در فرمول فوق K^*_{ij} سختی متقارن گره ای نامیده می شود

برای اعضای مشوری $K^*_{ij} = \frac{2EI}{L}$ می باشد.

$$M_{ij} = \frac{2EI}{L}\,\theta_i \pm FEM_{ij}$$

Subject :

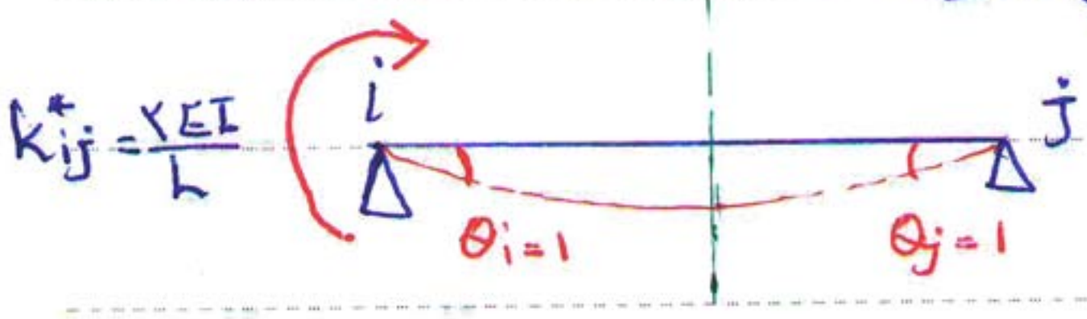
Year: ۹۱ Month. ۲ Date. ۲۸

ABADANOMRAN

تعریف سختی: اصلاح شده متقارن:

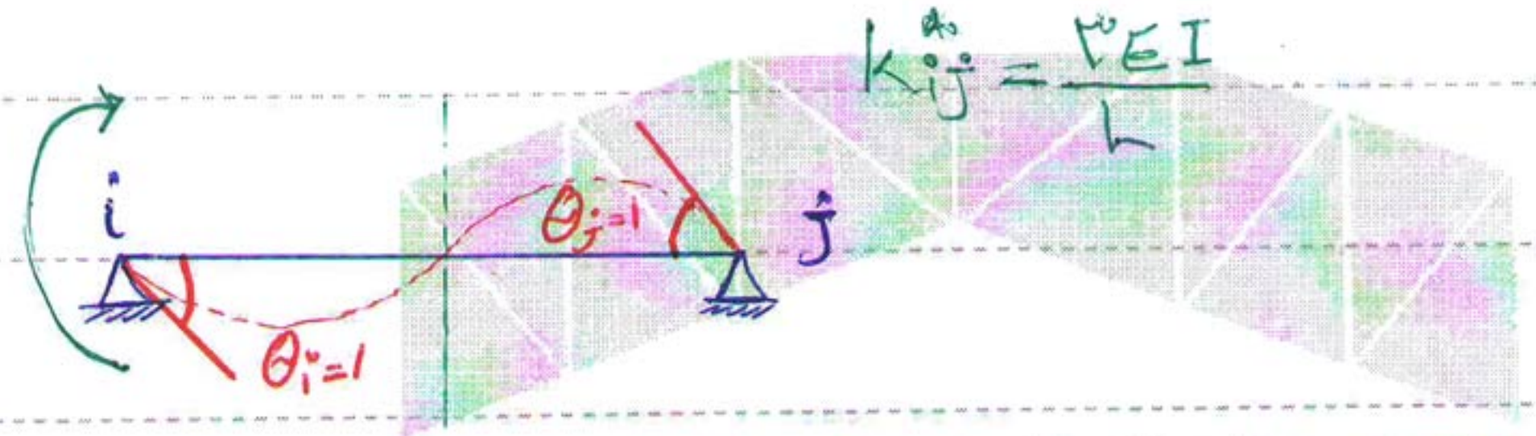
مقدار لنگری که باعث دوران واحد گره ی نا مید ه ی شود وقتی

گره ی آن نیز به اندازه واحد دوران کند.



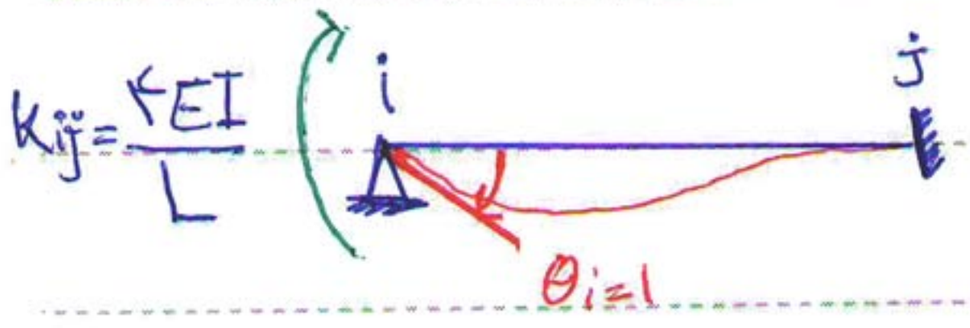
سختی

یادآوری: اصلاح شده کاهش یافته



$$M_{ij}=\frac{۲EI}{L}\left[\theta_i-\frac{\Delta}{L}\right]\pm\left(FEM_{ij}-\frac{FEM_{ij}}{۲}\right)$$

سختی مطلق:



$$M_{ij}=\frac{۴EI}{L}\left[\theta_i+\frac{۱}{۲}\theta_j-۱.۵\frac{\Delta}{L}\right]\pm FEM_{ij}$$

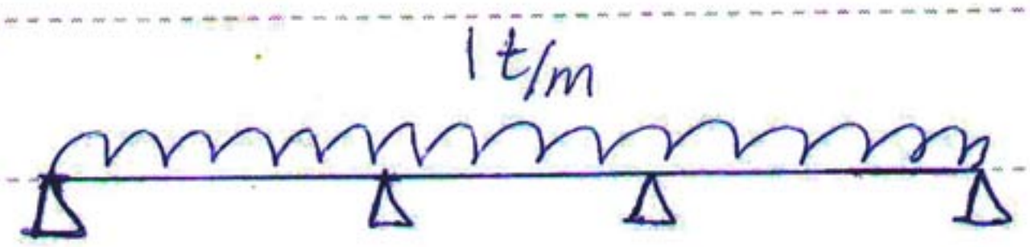
ABADANOMRAN

Subject :

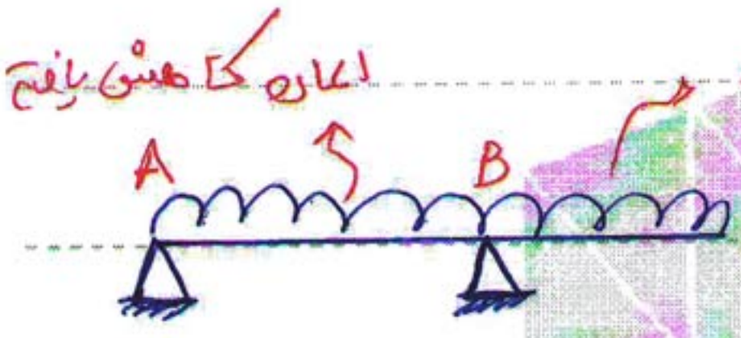
Year: ۹۱ Month. ۲ Date. ۲۸

ABADANOMRAN

مثال - تیر زیر را به روش شیب افت آنالیز کنید



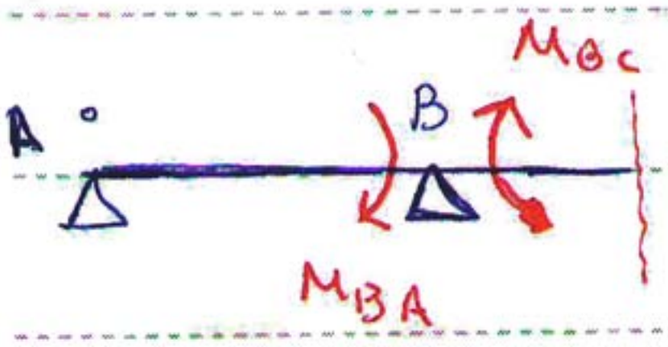
حل: شکل روبه رو متقارن است لذا از آنجایی که بارگذاری آن متقارن می باشد لذا بهتر جای آنالیز سازه ی فوق می توان نصف سازه را آنالیز نمود



گام اول: رجعت به خاستگاه سیماتیکی θ_B

گام دوم: تجزیه سازه به چند المان

ABADANOMRAN



گام سوم: نوشتن معادلات تعادل

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

گام چهارم: نوشتن روابط شیب افت

کاهش یافته

$$M_{BA} = \frac{2EI}{4}\left[\theta_B - 0\right] + \left[+\frac{1\times(4)^2}{12} - \frac{\frac{1\times4^2}{12}}{2}\right]$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{4}\theta_B - \frac{1\times4^2}{12}$$

ABADANOMRAN ABADANOMRAN ABADANOMRAN ABADANOMRAN

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

گام پنجم: قرار دادن روابط شیب افت در معادلات تعادل

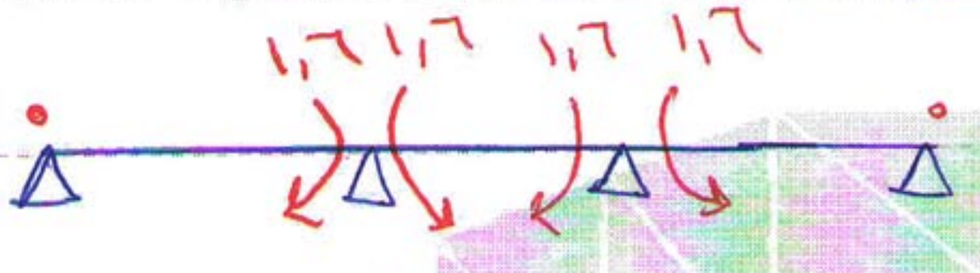
$$\frac{5EI}{4}\theta_B + \frac{4^2}{24} = 0 \Longrightarrow \theta_B = -\frac{5.333}{EI}$$

گام ششم: محاسبه لنگرها

$M_{BA} = 1.6\ t.m$ $M_{BC} = -1.6\ t.m$

لنگرهای طرف دیگر نیز همینگونه می باشند.

جواب نهایی

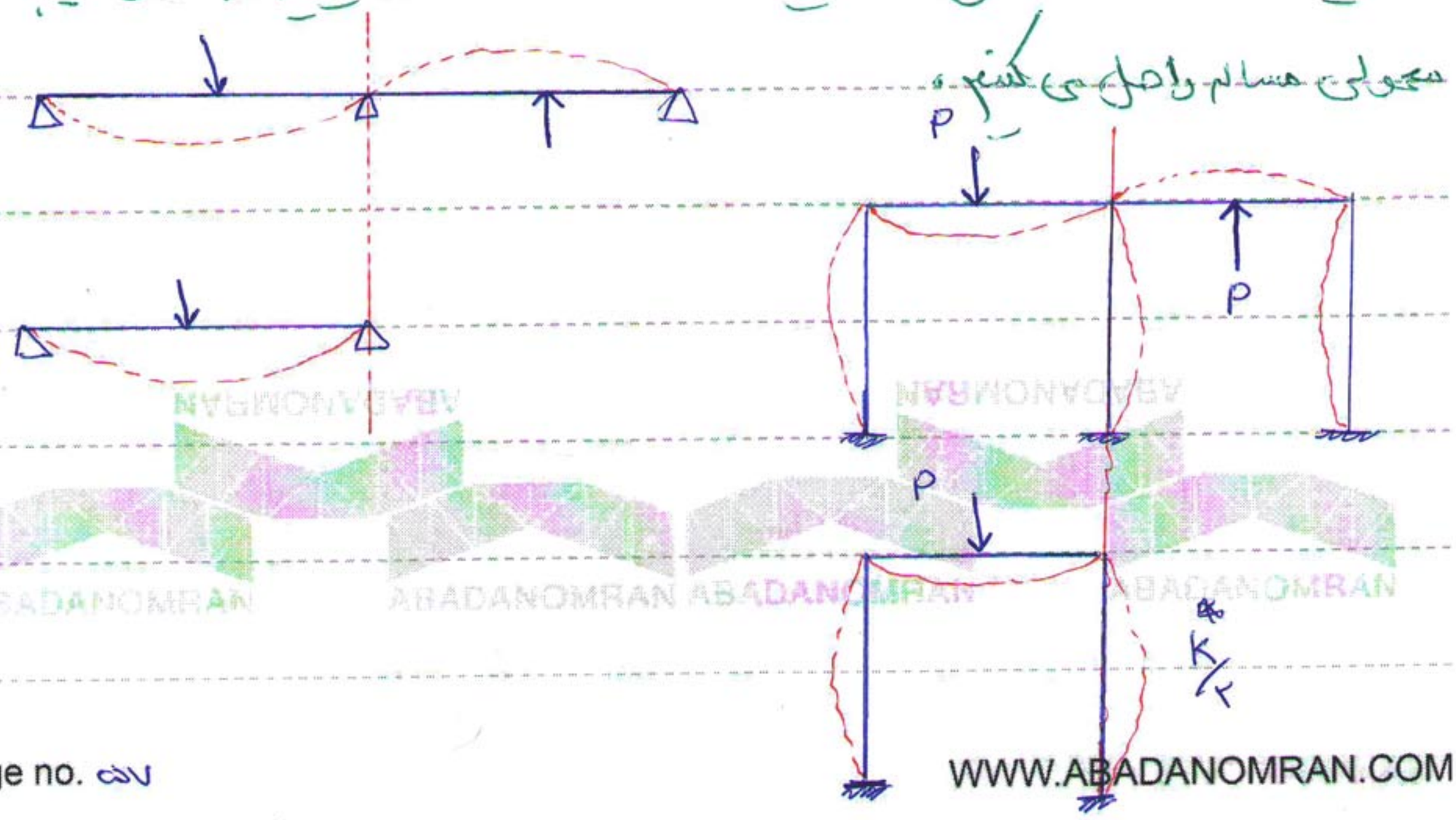


آنالیز سازه های با بارگذاری یا دهانه متفاوت به روش شیب - افت:

در حالت ممکن است پیش بیاید

الف- محور تقارن سازه را از محل تکیه گاه یا عضو سوتی قطع کند

در این حالت ما تنها شکل های زیر نصف سازه را در نظر می گیریم و به روش شیب افت محاسبه مسائل را حل می کنیم.

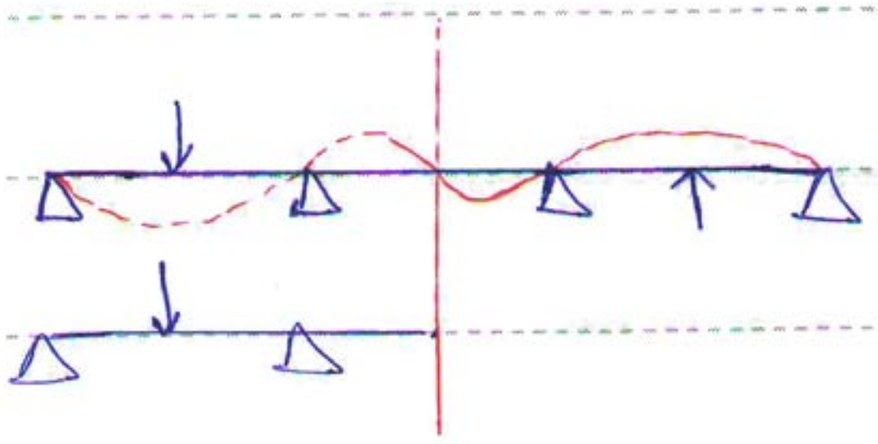


WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

۲- محور تقارن یک عضو را نصف کند.

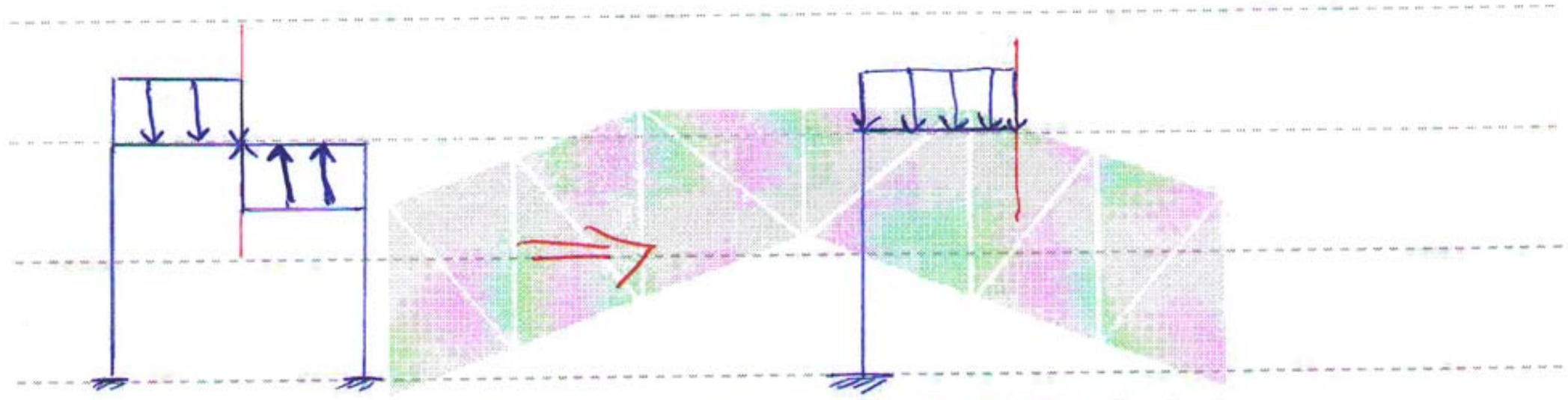
در این حالت برای المانی که نصف شده است



این شیب افت، از مقادیر استفاده می شود

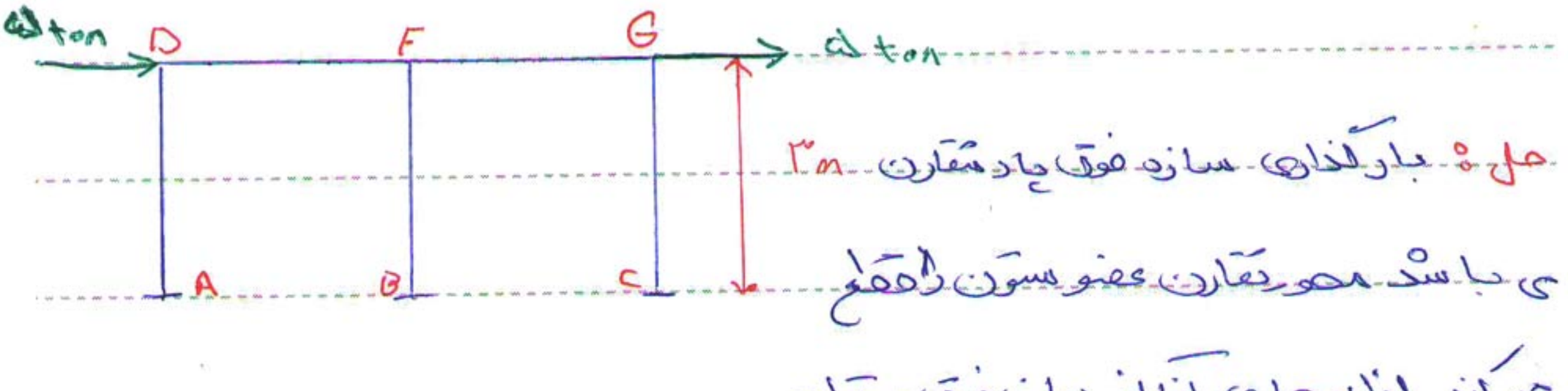
برای سایر المان ها از شیب افت معمولی

(و در صورت امکان کاهش یافته) استفاده می شود



ABADANOMRAN

مثال - نیروی محوری عضو AD چقدر است؟



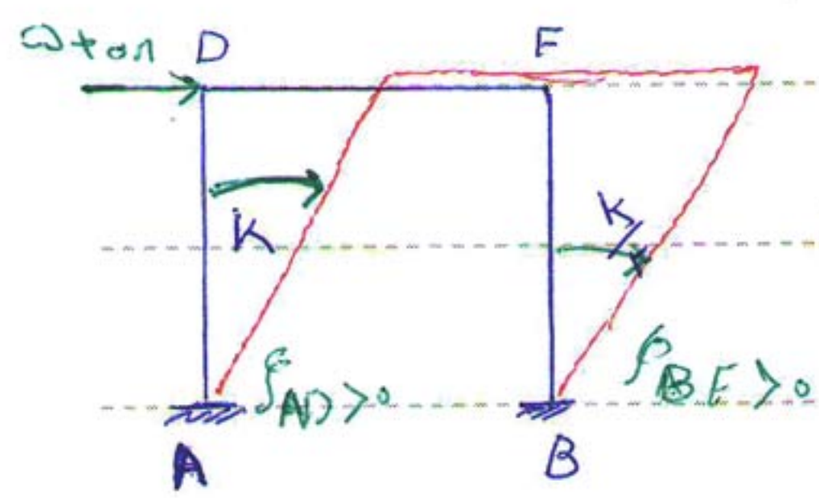
حل: بارگذاری سازه فوق چادمقارن می باشد محور تقارن عضو ستون را قطع می کند لذا به جای آنالیز سازه فوق می توان نصف سازه زیر را آنالیز نمود.

ABADANOMRAN ABADANOMRAN ABADANOMRAN ABADANOMRAN

Subject :

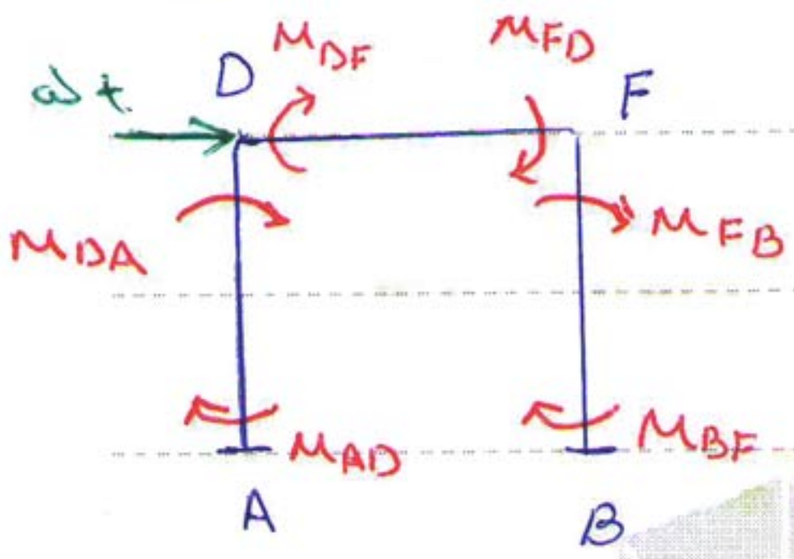
Year: ۹۱ Month. ۲ Date. ۲۸

گام اول: درجات نامعین سینماتیکی



Δ , θ_D , θ_F

گام دوم: تجزیه سازه به جسم آزاد

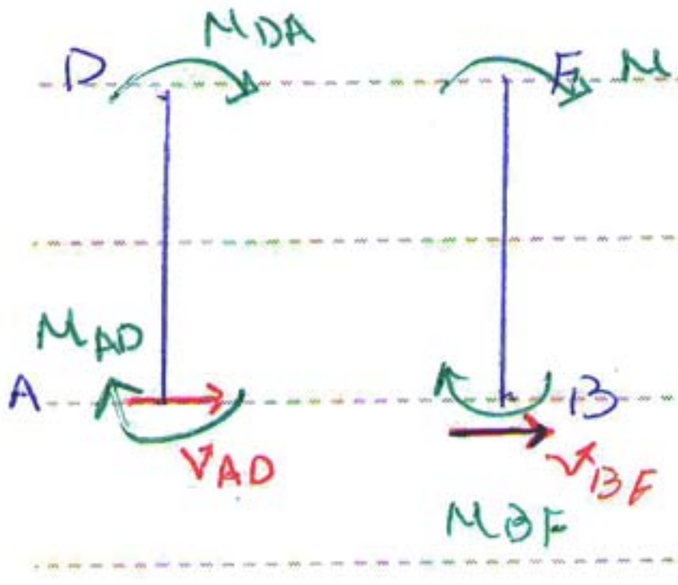


گام سوم: نوشتن معادلات تعادل

$\theta_D = ?$ $\rightarrow \sum M_D = 0 \Rightarrow M_{DA} + M_{DF} = 0$ I

$\theta_F = ?$ $\rightarrow \sum M_F = 0 \Rightarrow M_{FD} + M_{FB} = 0$ II

$\Delta = ?$ $\rightarrow \sum F_x = 0 \Rightarrow V_{AD} + V_{BF} = -5$ (۱)



$V_{AD} = \frac{M_{AD} + M_{DA}}{۲}$ (۲)

$V_{BF} = \frac{M_{BF} + M_{FB}}{۲}$ (۳)

$\frac{M_{AD} + M_{DA}}{۲} + \frac{M_{BF} + M_{FB}}{۲} = -5$

$M_{AD} + M_{DA} + M_{BF} + M_{FB} = -5$ III

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

حل چهارم: نوشتن روابط شیب افت

$$M_{AD} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_A + \theta_D - 3\frac{(+\Delta)}{3}\right] + 0$$

$$M_{DA} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_D + \theta_A - 3\frac{(+\Delta)}{3}\right] + 0$$

$$M_{DF} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_D + \theta_F - 0\right] + 0$$

$$M_{FD} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_F + \theta_D - 0\right] + 0$$

$$M_{FB} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_F + \theta_B - \frac{3(+\Delta)}{3}\right] + 0$$

$$M_{BF} = \frac{2EI}{3}\left[2\theta_B + \theta_F - \frac{3(+\Delta)}{3}\right] + 0$$

حل منفصل: تشکیل دستگاه

$$\begin{cases} 4\theta_D + \theta_F - \Delta = 0 \\ 2\theta_D + 3\theta_F - \Delta = 30 \\ 2\theta_D + \theta_F - 2\Delta = -\frac{15}{EI} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta_D = \frac{2,3421}{EI} \\ \theta_F = \frac{1947}{EI} \\ \Delta = \frac{10,3120}{EI} \end{cases}$$

Subject :

Year: ۹۱ Month. ۲ Date. ۲۸

ABADANOMRAN

گام ششم: ۵ و ۵ بدست آمده را در روابط شیب افت گام چهارم

قرار می دهیم تا لنگر ها بدست آیند.

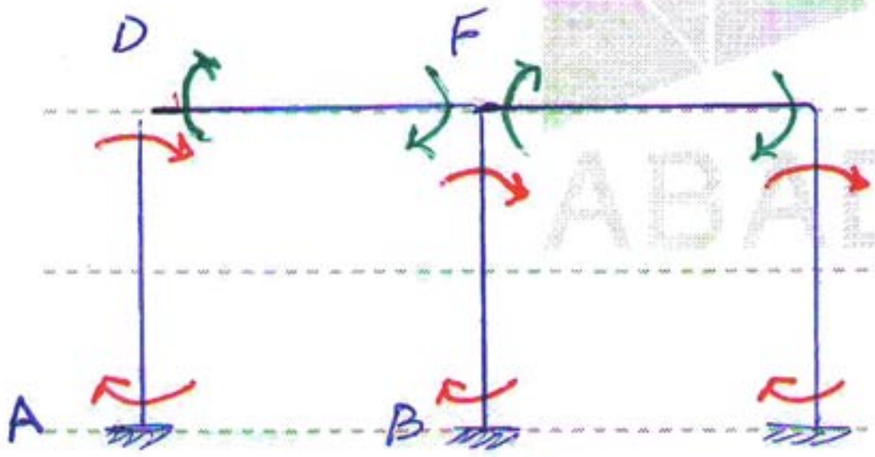
نکته: لنگرهای M_{FB} و M_{BF} بدست آمده برای سازه ی ضعف

شده برابر با لنگرهای سازه واقعی نمی باشند، برای بدست آوردن

لنگرهای عضو FB در قاب اصلی باید لنگرهای بدست آمده را

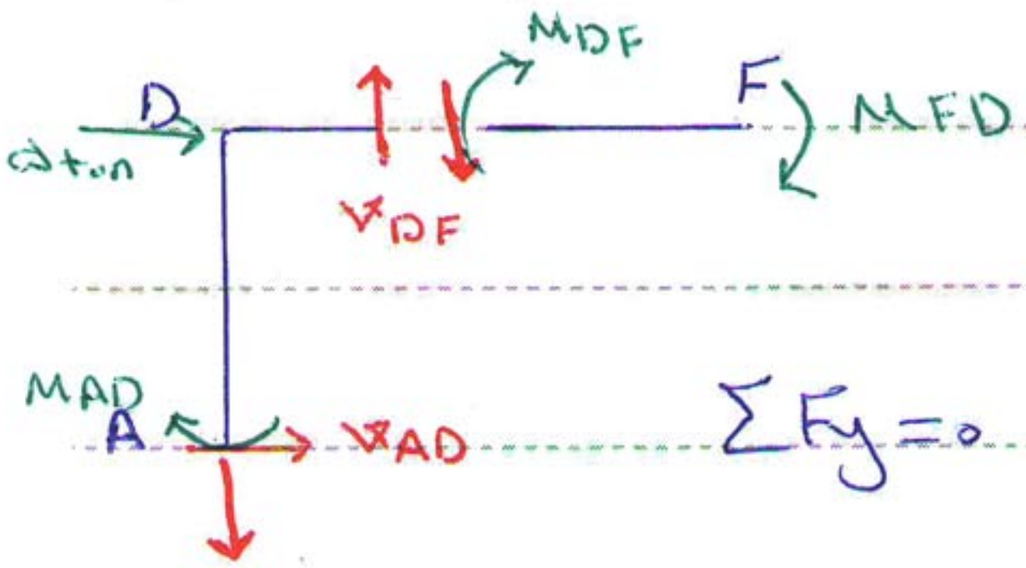
۲ برابر کنیم یعنی داریم $۲M_{BF}$ ، $۲M_{FB}$

محاسبه نیروی محوری عضو AD



$M_{DF} = ۳,۱۷۵ \text{ ton}$

$M_{FD} = ۲,۱۱۲ \text{ ton}$



برای ستون AD داریم

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow P_{AD} = V_{DF}$$

برای تیر DF داریم

$$\sum M_F = ۰ \Rightarrow V_{DF} = \frac{M_{DF} + M_{FD}}{۳}$$

$$\Rightarrow \frac{۳,۱۷۵ + ۲,۱۱۲}{۳} = ۲,۱۱۸ \text{ ton}$$

پس داریم

$$P_{AD} = V_{DF} = ۲,۱۱۸ \text{ ton}$$

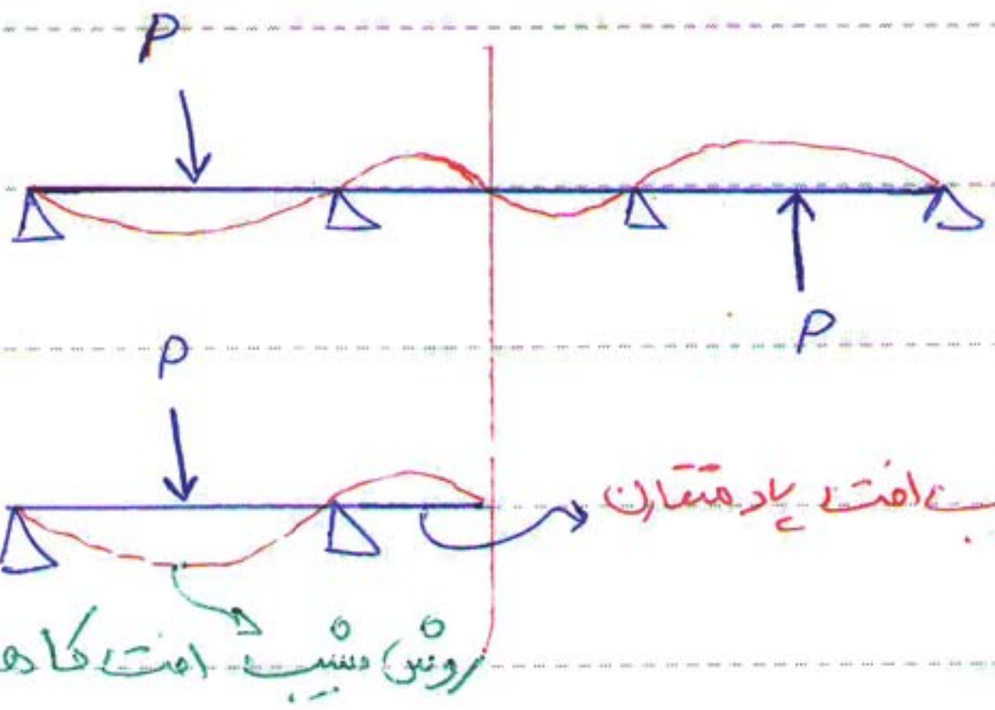
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject :

Year: ۹۱ Month. ۲ Date. ۲۸

ABADANOMRAN

* حالتی که محور تقارن یک عضو از نصف دهانه می گذرد.



مراحل شیب افت یا دهانه متقارن ؟ سختی یا دهانه متقارن

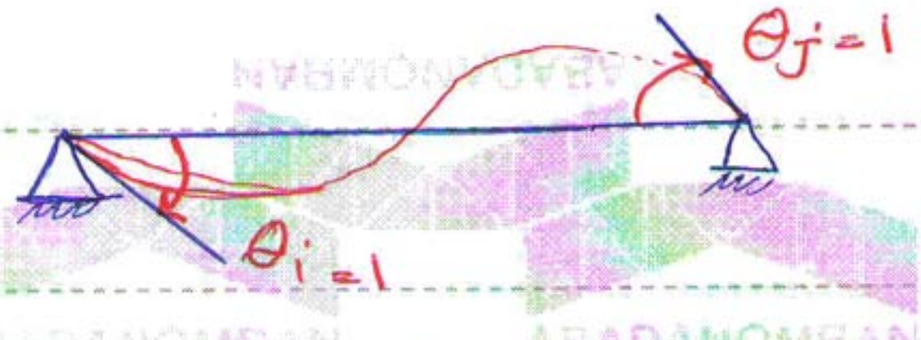
* $M_{ij} = k_{ij} \pm FEM_{ij}$

برای اعضای با دهانه متقارن و مشوری :

* $k_{ij} = \frac{2EI}{L}$

$$M_{ij} = \frac{2EI}{L}\theta_i \pm FEM_{ij}$$

تعریف سختی یا دهانه متقارن :



* $k_{ij} = \frac{4EI}{L}$

نتیجه : حرمهای های شیب افت متقارن و یا دهانه متقارن $\frac{2EI}{L}$ و $\frac{4EI}{L}$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

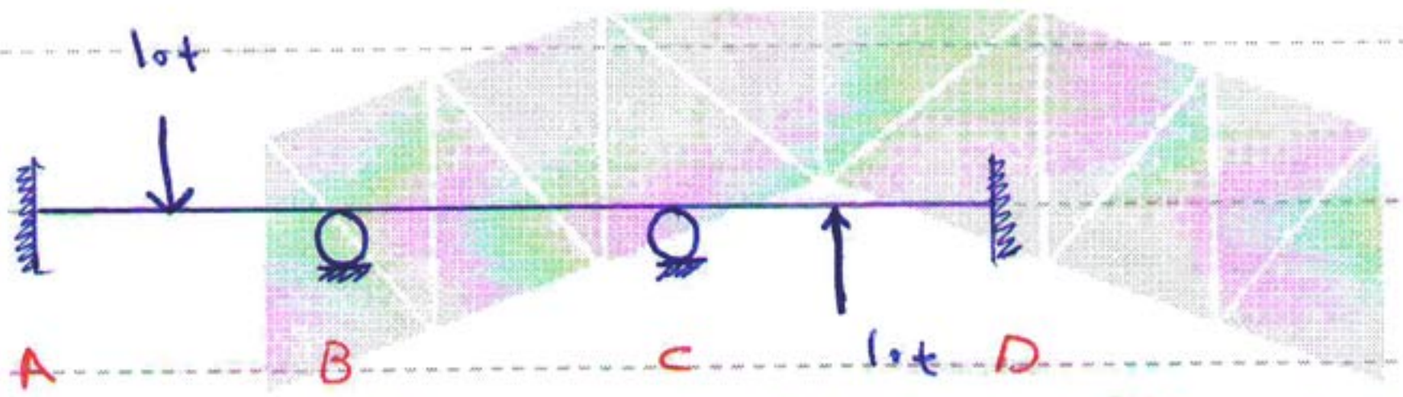
طول کل اعضاء را در نظری گیریم نه نصف آن

$\frac{۲EI}{L}$ $\frac{۴EI}{L}$

طول کل اعضاء

برای محاسبه FEM نیز L کل اعضاء استفاده می شود.

تمرین: تیر روبه رو را تحلیل کنید؟



ABADANOMRAN